

**PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN KE-5
RISET KEBENCANAAN 2018
IKATAN AHLI KEBENCANAAN INDONESIA**

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL**



UNIVERSITAS ANDALAS, PADANG 2-4 MEI 2018



PROSIDING SEMINAR NASIONAL

**PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN KE-5
RISET KEBENCANAAN 2018
IKATAN AHLI KEBENCANAAN INDONESIA (IABI)
UNIVERSITAS ANDALAS, PADANG, 2-4 MEI 2018**

Hak cipta dilindungi Undang-undang
Copyright © 2018
ISBN : 978-602-5539-28-2

Editor

Ketua : Benny Hidayat, PhD
Wakil Ketua : Taufika Ophiyandri, PhD

Anggota

Nurhamidah, MT, Ruth Debora Lambok, Aidia Nurfitri Z, Nadya Megara Putri, Kavyen Al Barqi, Nadia Putri Utami, Andree Alfaroji, Silvani Aziza, Riska Ratna Meilia, Putri Basenda Br Tarigan, Heru Efendi, Rachel Setiawati Daeli, Suci Aulia Wirdana

Tim Reviewer

Prof. Bambang Istijono
Prof. Abdul Hakam
Dr.Eng Fauzan
Dr. Bayu M. Adji
Dr. Revalin Herdianto

Prosiding & Website

Prosiding konferensi ini jugs bisa diakses melalui website:
<http://seminar.unand.ac.id/index.php/iabi/pit5iabi2018/schedConf/presentations>

Diterbitkan oleh:
Universitas Andalas & Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia
Website:
www.unand.ac.id
www.iabi-indonesia.org

PANITIA PELAKSANA

Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-5 Riset Kebencanaan tahun 2018

Universitas Andalas

SK Rektor Universitas Andalas No. 3718/XIV/R/KPT/2017

Chair

Dr. Eng. Ir. Febrin Anas Ismail, MT

Co-Chair

Taufika Ophiyandri, ST, M.Sc, Ph.D

Technical Chairs

Sabril Haris, ST, MT, Ph.D

Bayu M. Adji, ST, MT, Ph.D

Benny Hidayat, ST, MT, Ph.D

Executive Committee

Prof. Dr. Bambang Istijono, M.Eng

Ir. Abdul Hakam, MT, Ph.D

Nurhamidah, ST, MT, M.Eng.Sc

Dr. Rika Ampuh Hadiguna, ST, MT

Dr. Eng. Lusi Susanti, M.Eng

Ir. Hendra Gunawan, MT

Prof. Ir. Zaidir, MS, Dr.Eng.

Prof. Dr. Ing. Ir. Mulyadi Bur, MS

Prof. Dr. Ir. Alizar Hasan, MSEI, M.Eng

Prof. Dr. Eng. Ir. Gunawarman, MT

Dr. Ir. Rusfidra, MP

Ir. M. Taufik, MT

Dr. Is Prima Nanda

Prof. Dr. Ir. Refdinal Nazir, MS

Organizing Chair:

Fauzan, ST, MSc, Dr. Eng

Organizing Secretary:

Nidia Sari, ST, MT

Organizing Members:

Yosritzal, ST, MSc, Ph.D

Jati Sunaryati, ST, MT, Ph.D

Jafril Tanjung, ST, MT, Ph.D

Dr. Ir. Novizar Nazir, M. Si

Elsa Eka Putri, ST, MSc, Ph.D

Akhmad Suraji, MT., Ph.D

Masrilayanti, ST, MSc, Ph.D

Junaidi, ST. MT, Dr. Eng.

Purnawan, Ph.D

Dr. Rudi Kurniawan

Yossyafra, ST., MSc., Ph.D

Slamet Raharjo, ST., M.Eng, Dr.-Eng

Ir. Ahmad Junaidi, MT, M.Eng.Sc

Ahmad Husni, SE. MM

M. Fahrid, ST, MT

Fitri Rosdianti, S. Sos

Reno Refo Indra, SH

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan selesainya buku prosiding Seminar Nasional yang diadakan dalam Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) ke-5 Riset Kebencanaan tahun 2018 Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI). PIT ke-5 IABI ini dilaksanakan di Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat pada tanggal 2-4 Mei 2018. Prosiding ini merupakan dokumentasi karya ilmiah dari akademisi, birokrat, praktisi, dan anggota masyarakat yang tergabung dalam IABI.

Pertemuan tahun 2018 ini merupakan pelaksanaan kelima dari rangkaian PIT yang secara bergilir dilakukan di universitas-universitas. Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI) telah mewadahi pelaksanaan PIT ini dan pada tahun ini mengambil tema 'manajemen bencana berkelanjutan'.

Panitia menerima lebih dari tujuh puluh makalah yang akan dipresentasikan dalam konferensi PIT5 IABI ini. Setelah melalui proses review terdapat 67 makalah lengkap yang dimasukkan dalam prosiding ini. Panitia juga telah menyediakan website berbasis OCS (Open Conference System) dimana proses pengelolaan makalah dilakukan di website tersebut. Prosiding dari konferensi juga bisa diakses dari website seminar nasional PIT ke-5 tersebut.

Disamping seminar nasional pada PIT ke-5 IABI ini juga diadakan konferensi internasional (ICDM) yang menerima lebih dari 150 makalah dari berbagai negara. Abstrak makalah bisa dilihat di website ICDM.

Konferensi ini diharapkan menjadi media bertukar informasi dan ide antar peneliti serta sarana untuk memperluas dan memperkuat jaringan. Semoga peserta semua dapat memanfaatkan acara ini dengan sebaik-baiknya untuk kejayaan bangsa di masa depan

2 Mei 2018

Ketua Panitia

Dr. Febrin Anas Ismail
febrin@eng.unand.ac.id

Daftar Isi

KATA PENGANTAR.....	I
DAFTAR ISI	II
KORELASI PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN VARIABEL LAIN SEBAGAI PEMICU AMBLESAN TANAH (STUDI KASUS: SEMARANG UTARA)	1
Ghefra Rizkan Gaffara	
KESIAPSIAGAAN MASYARAKAT DALAM PENANGGULANGAN BENCANA BANJIR DI LAHAN PERTANIAN DESA SIDOBUNDER KECAMATAN PURING KABUPATEN KEBUMEN	13
Meita Eka Fitrianingrum, Dina Ruslanjari	
PENGELOLAAN HUTAN LINDUNG DALAM KERANGKA PENGURANGAN RESIKO BENCANA. 38	
B. Herudojo Tjiptono	
ANCAMAN TSUNAMI DI WILAYAH BIREUEN, ACEH.....	52
R. Robiana, Merry C. Natalia, dan A. P. Lewu	
ANALISIS EFISIENSI PENERAPAN KEBIJAKAN PENANGGULANGAN BENCANA BANJIR DAS SAMPEAN.....	68
Hadi Wijono	
THE EFFECT OF THE NOISE LEVEL WITH THE LAYOUT PLAN OF THE BUILDING ON THE BEACH CAROCOK PAINAN.....	87
Candrianto, Shelia Zeni Winara	
TANAH LONGSOR SEBAGAI BENCANA YANG PALING MEMATIKAN DAN UPAYA MITIGASINYA	106
Ratih Nurmasari, Nurul Maulidhini, dan Suprpto	
KOMUNIKASI RISIKO KESEHATAN PENCEGAHAN PENYAKIT DBD AKIBAT BANJIR	120
Shinta Nasution	
PENGURANGAN RESIKO BENCANA MELALUI PEMANFAATAN BAMBU	131
Noverma, Asri sawiji, Oktavi Elok Hapsari, Yusrianti	
KAJIAN REOLOGI LONGSORAN DAN MUDFLOW DI INDONESIA.....	143
Budijanto Widjaja	
DI BALIK PROYEK KNV: PERBAIKAN REPUTASI PEMILIK LAPINDO	156
Lutfi Amiruddin	
ANCAMAN DAN POTENSI GEMPABUMI DI KEPAHANG, PROVINSI BENGKULU	164
Supartoyo dan Litman	
PERSEPSI PETANI NILAM TERHADAP ASURANSI BANJIR DI ACEH JAYA.....	178
Agus Nugroho, Annisa Umul Fitrah	
ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT RESILIENSI ANTARA PETANI DAN PEDAGANG : STUDI KASUS PASCA GEMPABUMI PIDIE JAYA	188
Dedi Kurniawan, Nadlia Ariyati , Agus Nugroho	
PSIKOLOGI, MEDIA DAN BENCANA AVIASI.....	194

Margaretha

MITIGASI BANJIR MELALUI OPERASI POMPA DENGAN PENDEKATAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIS PADA WADUK TOMANG BARAT, JAKARTA 203

Ngakan Putu Purnaditya

ANALISIS KEPUASAN MASYARAKAT KOTA PALOPO TERHADAP KEGIATAN PENANGGULANGAN BENCANA_PALOPO CITY SATISFACTION ANALYSIS OF DISASTER MANAGEMENT ACTIVITIES 216

Ratih Nurmasari, Ainun Rosyida, dan Supriadi

PEMANFAATAN LIMBAH OIL SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGOLAHAN LIMBAH CAIR..... 228

Syarnubi, Tiara Pradita, Apriliana, dan Arbi

DEFORESASI DAN WILAYAH JELAJAH GAJAH DI KABUPATEN ACEH TIMUR 237

Lady Hafidaty, Rahma Kautsar dan Amrih Halil

PEMANFAATAN TEKNOLOGI INFORMASI DALAM KESIAPSIAGAAN MENGHADAPI LETUSAN GUNUNG AGUNG PROVINSI BALI (STUDI: PENGGUNAAN APLIKASI INAWARE) 246

Suprpto, Ratih Nurmasari, Ainun Rosyida

HUBUNGAN MODAL SOSIAL BERKAITAN DENGAN KESIAPSIAGAAN KELUARGA DALAM MENGHADAPI BENCANA DI KOTA TERNATE 257

Mukhamad Fathoni, Ahsan, Syafrudin L. Ahmad

GERAKAN TANAH PADA ZONA PATAHAN DI DESA BANTAR AGUNG, KECAMATAN JAMPANG TENGAH, KABUPATEN SUKABUMI, JAWA BARAT..... 270

Eka Kadarsetia, Pamela, Anjar Heriwaseso dan Gunawan Setia

PERTOLONGAN PSIKOLOGIS PERTAMA (*PSYCHOLOGICAL FIRST AID*): UPAYA BANTUAN PSIKOSOSIAL AWAL PADA KORBAN BENCANA 280

Margaretha

PEMODELAN DAN EVALUASI MITIGASI BENCANA TSUNAMI DAERAH KOTA PADANG 300

Dian Mustofa, Tika Maitela, Wedya Tri Utama, Winanda, Zuharnen

POTENSI DAERAH TERDAMPAK KERUNTUHAN BENDUNGAN MATENGGENG DI SUNGAI CIJOLANG..... 310

Bagus Prio Utomo, Adam Pamudji Rahardjo, dan Djoko Legono

DETEKSI POTENSI DAN AKTIVITAS LAHAN PERTAMBANGAN DENGAN PENGINDERAAN JAUH 319

Atriyon Julzarika dan Nanin Anggraini

PENENTUAN BIDANG GELINCIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE DI KAWASAN GEOPARK MERANGIN..... 334

Ira Kusuma Dewi, Ichy Lucya Resta, dan Buhaira

STUDI POTENSI KAWASAN EDUWISATA SUNGAI (STUDI KASUS: HULU DAS ASAHAN, KABUPATEN ASAHAN, SUMATERA UTARA) 342

Sylvia Aldriani, Johan Budi Andra

IDENTIFIKASI KEJADIAN HUJAN ES MENGGUNAKAN CITRA RADAR DAN SATELIT CUACA... 349
Aries Kristianto, Immanuel Jhonson Arizona Saragih, Gabriella Larasati, dan Kartika Akib

PARTISIPASI PEREMPUAN DALAM PENANGGULANGAN BENCANA DI DESA PAGERHARJO, KECAMATAN SAMIGALUH KABUPATEN KULONPROGO	363
Anisa Eka Puspitasari, Titis Puspita Dewi, dan Dina Ruslanjari	
PERINGATAN DINI BAHAYA KEBAKARAN LAHAN GAMBUT DI KESATUAN HIDROLOGI GAMBUT SUNGAI JANGKANG – SUNGAI LIONG.....	377
Nur Febrianti, Kukuh Murti Laksono, dan Baba Barus	
SIMULASI NUMERIK PADA RESIKO BANJIR BANDANG PASCA BENCANA LONGSOR DI BANARAN, PONOROGO.....	386
Fadly Usman, Sunaryo, dan M Fathoni	
ANALISIS ABRASI DAN AKRESI UJUNG PANGKAH DENGAN MENGGUNAKAN MODIFIED NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX (MNDWI) PADA CITRA LANDSAT	397
Nanin Anggraini dan Atriyon Julzarika	
PENGARUSUTAMAAN GENDER PADA IMPLEMENTASI DESA/KELURAHAN TANGGUH BENCANA DALAM RANGKA KAMPANYE BUDAYA SADAR BENCANA (STUDI KASUS DI KELURAHAN PANARAGAN, KECAMATAN BOGOR TENGAH, KOTA BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT, INDONESIA)	406
Noorma Miryani Syamsiah, Nia Astuti, Rizkia	
ANALISIS STRATEGI PEMELIHARAAN INFRASTRUKTUR JALAN PERDESAAN DI DESA SUNGAI RENGAS KECAMATAN SUNGAI KAKAP KABUPATEN KUBU RAYA.....	425
Heri Azwansyah, Syafaruddin AS, Sutarto YM	
MENCERMATI KEUNIKAN BENCANA GEOLOGI DI INDONESIA.....	437
Sofyan Rachman dan Harry Pramudito	
PELIBATAN MASYARAKAT LOKAL DALAM PENANGGULANGAN ERUPSI GUNUNG	444
Evi Syafrida Nasution	
MODEL POTENSI BAHAYA GUNUNGAPI TERHADAP RENCANA TAPAK REAKTOR DAYA EKSPERIMENTAL (RDE) PUSPITEK SERPONG	457
Anjar Heriwaseso, Mamay Surmayadi, dan I Gde Sukadana	
IMPLEMENTASI PENDIDIKAN MITIGASI BENCANA DI SEKOLAH-SEKOLAH DI INDONESIA SEBAGAI UPAYA PEMBENTUKAN KARAKTER SISWA SIAP SIAGA.....	479
David Rizaldy	
AKTIVITAS TERKINI GUNUNGAPI SINABUNG: ERUPSI 19 FEBRUARI 2018	488
Kristianto, Hetty Triastuty, Novianti Indrastuti, dan Agoes Loeqman	
PENGUNAAN RADAR CUACA UNTUK MENGIDENTIFIKASI SEBARAN DEBU VULKANIK (STUDI KASUS LETUSAN GUNUNG SINABUNG 10 JANUARI 2014).....	500
Teguh Setyawan, Rodhi Janu Aldilla Putri	
ANALISIS ZONASI KAWASAN PERAIRAN DAN SEMPADAN DANAU MANINJAU DALAM UPAYA MITIGASI BENCANA.....	514
Ana Nurganah Chaidar, Martius, Roni Kustiwan	
EVALUASI SEKOLAH DI DAERAH PATAHAN OPAK UNTUK MITIGASI BENCANA GEMPABUMI DI SEKOLAH DENGAN MENGGUNAKAN PERKA BNPB NO 4 TAHUN 2012	529
Muhammad Efendi, Iman Satyarno, Subagyo Pramumijoyo	

IMPLIKASI JATUHAN PIROKLASTIK DARI PEMODELAN FALL3D DAN INASAFE REALTIME DI INDONESIA	542
Estu Kriswati, Oktory Prambada, dan Ivan Busthomi	
DAMPAK PENGEMBANGAN TRAYEK ANGKUTAN PEMADU MODA (BUS BANDARA) TERHADAP PENURUNAN EMISI CO ₂	553
Momon	
ANALISIS RISIKO BENCANA TANAH LONGSOR SEBAGAI DASAR DALAM MITIGASI BENCANA DI DESA SELOPAMIORO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA, INDONESIA	565
Sri Aminatun dan Yunalia Muntafi	
565	
REFLEKSI KRITIS ATAS 'KETANGGUHAN MASYARAKAT' AKIBAT RELOKASI PASCA BENCANA: STUDI KASUS MENTAWAI, INDONESIA	579
Irina Rafliana, Ahmad Arif	
PEMAHAMAN TENTANG MANAJEMEN BENCANA PADA SISWA SDN SEMPUR KALER KOTA BOGOR SEBAGAI SEKOLAH AMAN DARI BENCANA	593
Radhiya Bustan	
IDENTIFIKASI PENYEBAB BENCANA GENANGAN BANJIR LOKAL PADA SEKOLAH – SEKOLAH DI DAERAH GUNUNG PANGILUN, KOTA PADANG	608
Benny Hidayat, M. Shubhi Nurul H., dan Riska Ratna Meilia	
PENGARUH PERUBAHAN MUSIM TERHADAP PRODUKTIVITAS GARAM DI KECAMATAN PANGENAN KABUPATEN CIREBON TAHUN 2013 DAN 2014.....	625
Amrih Halil	
MODEL PENDIDIKAN KEBENCANAAN DI KABUPATEN KLATEN	638
R. Muh. Amin Sunarhadi, Suharjo, M. Musiyam, Miftahul Arozaq, Budi Santoso dan Harun Joko Prayitno	
CONSERVATION OF UMBUL (WATER SPRING) WITH A LOCAL CULTURAL APPROACH IN KABUPATEN KLATEN	648
Latifah Widya Asri, Suharjo, dan Miftahul Rozaq, Siti Taurat Aly	
KOMUNIKASI GURU KEPADA SISWA TENTANG KESIAPSIAGAAN BENCANA DITINJAU DARI FUNGSI DASAR KELOMPOK.....	655
Damayanti Wardyaningrum	
"GOTONG ROYONG" : APLIKASI SELULER INTERAKTIF DALAM MANAJEMEN TANGGAP DARURAT	664
Muhammad Anggri Setiawan, Jantan Putra Bangsa, Novia Putri Kristiana, Muhammad Ismail, Riha Ali Muhammad, Kirana Putri Prastika, Djati Mardiatno, Made Susmayadi, Winaryo, Ngadisih, Christopher Gomez	
IMPLEMENTASI KONSELING KRISIS TERINTEGRASI SUFI HEALING UNTUK MENANGANI TRAUMA ANAK USIA DINI PADA SITUASI KRISIS PASCA BENCANA.....	671
Hayatul Khairul Rahmat, Ela Nurmalasari, dan A. Said Hasan Basri	
TINJAUAN IMBAL JASA LINGKUNGAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KAMPAR HULU (STUDI KASUS DI KECAMATAN BUKIT BARISAN, KABUPATEN LIMAPULUH KOTA).....	679
Desi Widia Kusuma	

PEMETAAN KERENTANAN KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PADA WILAYAH NON-GAMBUT	695
Seniarwan, Muhammad Munawir Syarif, Syahrul, Ridwan Yunus	
SIMULASI NUMERIK PENGARUH KONSTRUKSI JALAN ELEVATED TERHADAP REDUKSI DAMPAK GELOMBANG TSUNAMI MENGGUNAKAN DUALSPHYSIC	706
Tursina, Syamsidik	
PENGARUH BEBAN TSUNAMI PADA BANGUNAN GEDUNG BLOK B TAMAN BUDAYA YANG BERLOKASI DI PINGGIR PANTAI PADANG, SUMATERA BARAT, INDONESIA	716
Fauzan, Febrin Anas Ismail, dan Annisa Dalifa	
PERBAIKAN DAN PERKUATAN BANGUNAN PASCA GEMPA SUMATERA BARAT TAHUN 2009	731
Zaidir, Fauzan, Abdul Hakam dan Febrin Anas Ismail	
PENGARUH BEBAN GEMPA BERDASARKAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017 TERHADAP RESPON STRUKTUR GEDUNG RUSUNAWA UNIVERSITAS ANDALAS	743
Fauzan, Ruddy Kurniawan, dan Ravinda Mashelvia	
EVALUASI KELAYAKAN STRUKTUR BANGUNAN SHELTER NURUL HAQ YANG DIBANGUN DI ATAS TANAH YANG BERPOTENSI LIKUIFAKSI	755
Rina Yuliet, Fauzan, dan Helza Riani	
KAJIAN INTERAKSI ANGIN LAUT DAN MONSUN DALAM KAITANNYA TERHADAP BENCANA KEKERINGAN DAN BANJIR DI WILAYAH BANDAR LAMPUNG	766
Achmad Rafli Pahlevi, Ayu Zulfiani	
KAJIAN BENCANA ABRASI PANTAI DAN AKRESI PROVINSI SUMATERA BARAT PERIODE 2003-2016.....	782
Haryani	
ANALISIS RISIKO DAN MITIGASI BENCANA BANJIR UNTUK DAERAH MUARA LABUH DAN SEKITARNYA.....	798
Irwan Fitriades, Febrin Anas Ismail, Bambang Istijono	
DAMPAK PASCA KEJADIAN TANAH LONGSOR DI DUSUN TANGKIL DESA BANARAN PONOROGO TERHADAP KEJADIAN POST TRAUMATIC STRESS DISORDER.....	812
Siswanto Agung, Mei dia, Pramudana Ihsan	
POLA BIROKRASI PEMERINTAHAN DAERAH YANG ADAPTIF DALAM MERESPON BENCANA ALAM (STUDI IDENTIFIKASI KO-EKSISTENSIAL <i>GOVERNING</i> TSUNAMI DI MENTAWAI)	819
Rijel Samaloisa	
IDENTIFIKASI TIPE PERAKARAN PADA LAHAN REHABILITASI BEKAS LONGSOR	842
Pranatasari Dyah Susanti, Arina Miardini, Alvian Febry Anggana, Beny Harjadi	

KORELASI PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN VARIABEL LAIN SEBAGAI PEMICU AMBLESAN TANAH (STUDI KASUS: SEMARANG UTARA)

Ghefra Rizkan Gaffara

Dosen Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK), Institut Teknologi Nasional, Jalan PH.H.
Mustofa No.23, Neglasari, Cibeunying Kaler, Neglasari, Cibeunying Kaler, Kota Bandung,
Jawa Barat 40124, email; ghefragaffara@gmail.com

ABSTRAK

Semarang merupakan salah satu wilayah yang memiliki risiko terhadap beberapa bencana diantaranya adalah amblesan tanah. Tujuan penelitian ini mengetahui korelasi antara variabel yaitu perubahan penggunaan lahan, kepadatan penduduk, muka air tanah, dan amblesan. Metode penelitian yang digunakan yaitu (1) identifikasi penggunaan lahan dan faktor lainnya; (2) interpretasi citra untuk mengetahui perubahan lahan; (3) korelasi antar variabel. Hasil penelitian penelitian menunjukkan bahwa beberapa faktor termasuk penggunaan lahan menjadi penyebab amblesan tanah di wilayah studi. Persentase perubahan lahan sebesar

49,99 % untuk perubahan lahan kosong menjadi lahan yang akan dibangun dan industri pergudagangan. Korelasi antara perubahan penggunaan lahan dengan kepadatan penduduk adalah berbanding lurus, hal yang sama pada Muka Air Tanah (MAT), perubahan penggunaan lahan tidak memiliki hubungan terhadap amblesan tanah.

Katakunci: amblesan tanah, korelasi, penanganan bencana, perubahan penggunaan lahan, variabel

ABSTRACT

Semarang is one areas that have risks to some disasters such as land subsidence. The purpose of this study is to know the correlation between the variables of land use change, population density, ground water level, and subsidence. The research method used is (1) identification of land use and other factors; (2) image interpretation to know land change; (3) correlation between variables. The results of the research showed that several factors including land use became the cause of soil subsidence in the study area. Percentage of land change of 49.99% for change of vacant land into land to be built and industrial warehousing. The correlation between land-use change and population density is directly proportional, the same with Ground Water Level (GWL), land use change has no relation to soil subsidence.

Keywords: land subsidencem correlation, hazard mitigation, landuse changes, variables

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini mengkaji mengenai pengaruh perubahan lahan dan beberapa faktor lain terhadap bahaya amblesan tanah. Perubahan lahan yang terjadi di Kecamatan Utara terutama di di daerah pelabuhan, industri dan pergudangan memberikan pengaruh terhadap bahaya amblesan tanah. Berdasarkan Perda Nomor 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang tahun 2011-2031 menyebutkan bahwa Kecamatan Semarang Utara direncanakan memiliki fungsi sebagai kawasan transportasi, perdagangan dan jasa. Ketentuan zonasi zona rawan bencana dalam RTRW juga belum disebutkan adanya bahaya amblesan. Perhitungan untuk mengurangi risiko banjir rob dan kadar salinitas air tanah dianggarkan oleh pemerintah daerah (Indonesian-German Technical Cooperation, 2008).

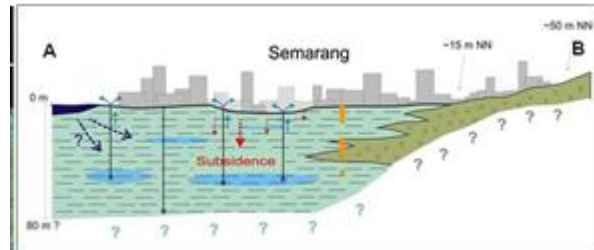
Lokasi penelitian mempunyai karakteristik yang khas sehingga pengaruh faktor-faktor penyebab perubahan guna lahan industri, pergudangan dan permukiman memberikan dampak terhadap amblesan tanah. Wilayah studi yaitu Semarang Utara memiliki perubahan penggunaan lahan yang cukup tinggi. Dasar dalam penentuan selisih tahun 10 tahun adalah pada evaluasi dokumen tata ruang yaitu RTRW Kota Semarang. Penelitian ini menggunakan skala analisis 1:10.000. Laju perubahan penggunaan lahan tertinggi terdapat pada penggunaan lahan badan air khususnya pengambilan air bawah tanah dan permukiman luasan 2.508,39 hektar badan air dan luasan 8.625,38 hektar untuk permukiman (Ismanto, 2009). Berdasarkan fokus dan pencapaian penelitian maka riset ini memiliki tujuan:

- Mengidentifikasi perubahan penggunaan tahun 2004 dengan tahun 2013;
- Mengetahui korelasi antar variabel dengan penggunaan lahan.

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan identifikasi penggunaan lahan dan faktor lain penyebab amblesan tanah, interpretasi citra secara temporal untuk mengetahui perubahan lahan, dan penyusunan indeks bahaya amblesan tanah dari faktor-faktor penyebab amblesan tanah. Lokasi penelitian didasarkan pada data kejadian amblesan tanah di Semarang Utara. Alasan pemilihan lokasi di Kecamatan Semarang Utara dikarenakan mengalami amblesan tanah sebesar 7 hingga 13 centimeter per tahun (Land Subsidence in Semarang Municipality, 2008). Wilayah studi memiliki karakteristik yaitu amblesan tanah yang telah dialami selama puluhan tahun. Semarang Utara khususnya di kawasan pesisir mengalami urbanisasi dan peningkatan populasi secara cepat sejak tahun 1990 an. (Marfai dan King, 2007). Regulasi yang masih lemah terutama dalam mengendalikan kawasan terbangun, karena sudah seharusnya Semarang Utara diarahkan menjadi

kawasan lindung dan dibatasi kawasan budidaya nya. Perkembangan industri, pergudangan serta permukiman akan memberikan dampak terhap penurunan muka air tanah. Gambar 1 mendeskripsikan kondisi geologi di Semarang Utara.



Gambar 1. Penampang A-B Semarang Utara (Sumber: Kuehn dkk, 2009).

Variabel yang digunakan berdasarkan rumusan masalah yaitu klasifikasi penggunaan lahan dan indeks bahaya amblesan. Menurut Sugiyono (2011), variabel penelitian yaitu suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Tabel 1 menjelaskan mengenai variabel dan parameter penelitian.

Tabel 1. Variabel Penelitian

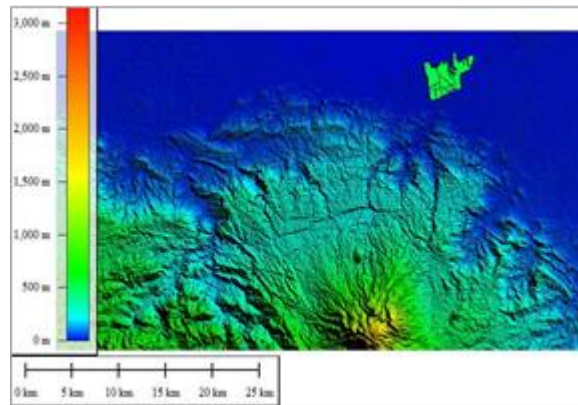
No	Variabel	Parameter
1.	Perubahan penggunaan lahan	- Persentase Penggunaan Lahan tahun 2004 – 2013 menggunakan klasifikasi perkotaan Sutanto tahun 1994.
2.	Korelasi antar variabel dengan penggunaan Lahan	- Korelasi Muka Air Tanah (MAT) dengan perubahan penggunaan lahan;

Sumber: Hasil Analisis, 2018.

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan cara metode survei primer dan survei sekunder. Survei primer dengan cara pengamatan langsung, menggunakan GPS, dan penetapan titik pantau dari instansi sebagai kawasan yang telah mengalami amblesan tanah. Survei sekunder dengan cara ke instansi dan studi literatur dari penelitian yang sudah ada. Penelitian ini bersifat deskriptif evaluatif dengan data yang bersifat temporal seperti citra satelit dan data amblesan yang didapat dari instansi BIG, LIPI dan Gumilar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

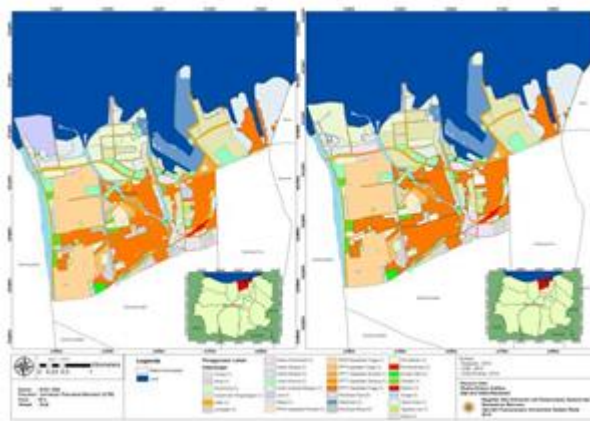
Wilayah studi merupakan wilayah yang secara geografis memiliki topografi yang cukup rendah (0-80 mdpl) dan berada di daerah yang dipengaruhi pasang surut air laut. Kondisi geologi Semarang Utara yang terdiri dari aluvial, sedimen, dan vulkanik telah mengalami bencana amblesan tanah lebih dari 30 tahun lamanya. Kondisi geologis ini menyebabkan Kecamatan Semarang Utara memiliki tingkat bahaya terhadap beberapa bencana termasuk amblesan tanah. Amblesan tanah ini sudah berangsur selama puluhan tahun dan menyebabkan beberapa kerugian seperti kerusakan rumah dan infrastruktur seperti jaringan jalan.



Gambar 2. Topografi Semarang Utara (Sumber: Hasil Analisis, 2018).

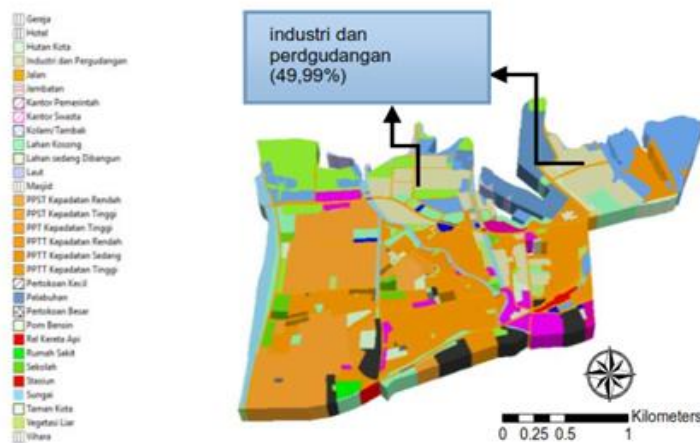
3.1 Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Identifikasi perubahan penggunaan lahan pada suatu wilayah merupakan suatu proses mengidentifikasi perbedaan keberadaan suatu objek atau fenomena yang diamati pada waktu yang berbeda (As-syakur dkk, 2010). Identifikasi perubahan penggunaan lahan memerlukan suatu data spasial temporal. Data- data spasial tersebut bersumber dari hasil interpretasi citra satelit maupun dari instansi- instansi pemerintah dan dianalisis dengan menggunakan SIG. Perubahan lahan merupakan proses terjadinya alih fungsi lahan. Lahan kosong berubah menjadi lahan terbangun. Kolam, tambak dan laut berubah menjadi lahan yang dibangun karena adanya reklamasi. Perubahan dominan terjadi pada kawasan industri dan pergudangan dengan persentase 49,99 %. Gambar 3 menjelaskan mengenai peta analisis perubahan lahan. Perubahan penggunaan lahan ini terjadi kurang lebih selama 10 tahun yaitu dari tahun 2004 hingga tahun 2013 sesuai dengan sumber data peta citra yang didapat. Citra SPOT-4 dan Citra SPOT-6 yang didapatkan merupakan dasar dalam interpretasi untuk kemudian analisis perubahan penggunaan lahan.



Gambar 3. Perubahan Penggunaan Lahan di Semarang Utara (Sumber: Hasil Analisis, 2018).

Pergudangan ini muncul karena aktivitas bongkar muat barang sebelum menuju ke pelabuhan memerlukan waktu sehingga pergudangan ini menjadi sangat penting. Beberapa industri juga terdapat di sekitar. Perubahan lahan tentunya dipicu juga oleh kehadiran pendatang yang beraktivitas di sana. Kecamatan Semarang Utara terutama bagian utara mengalami perubahan garis pantai hingga perubahan fungsi lahan dari kolam/tambak menjadi lahan yang akan dibangun terutama di sepanjang kawasan Pantai Utara dan di sekitar Tanjung Mas. Industri dan pergudangan tumbuh sangat cepat di sekitar pelabuhan yang merupakan fungsi pendukung dari kawasan pelabuhan. Gambar 4 menjelaskan lokasi terjadinya perubahan penggunaan lahan.



Gambar 4. Perubahan Penggunaan Lahan di Semarang Utara (Sumber: Hasil Analisis, 2018).

3.2 Analisis Kepadatan Penduduk

Penentuan kategori kepadatan penduduk ini berdasarkan standar kepadatan penduduk perkotaan dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 06/PRT/M/2007. Tingkat kepadatan penduduk yang sangat tinggi sangat berpengaruh terhadap jumlah kerugian ketika terjadi bencana. Bencana amblesan terjadi tiap tahunnya bahkan tiap harinya. Jika amblesan tersebut terjadi di kelurahan yang memiliki tingkat kepadatan sangat tinggi maka akan membawa kerugian terhadap elemen yang ada. Tabel 2 menjelaskan mengenai analisis kepadatan penduduk di wilayah studi.

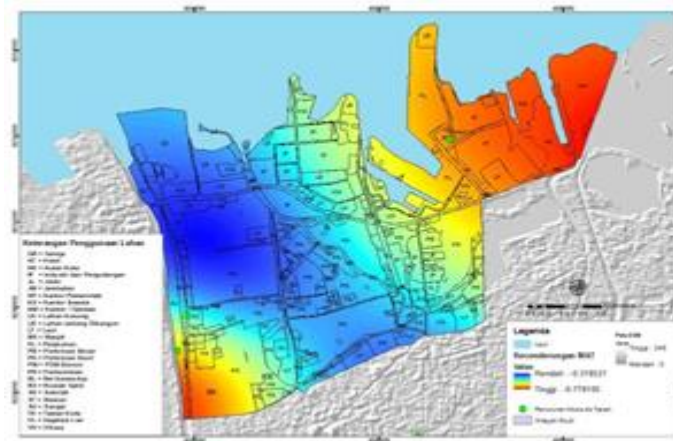
Tabel 2. Varibel Penelitian.

Kelurahan	Luas (hektar)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan (jiwa/hektar)
Plombokan	55,25	8998	146,03
Tanjungmas	396,38	30711	77,45
Bandarharjo	229,55	20540	89,50
Panggung Lor	243,33	14147	58,20
Kuningan	85,23	14923	174,42
Pagg Kidul	47,42	5264	112,14
Dadapsari	39,56	10315	262,28
Purwosari	47,84	8989	185,94
Bulu Lor	66,98	15145	226,59

Sumber: Hasil Analisis, 2018.

3.3 Analisis Penurunan Muka Air Tanah

Pengambilan air tanah pada wilayah studi cenderung mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan meningkatnya jumlah industri, pergudangan, perdagangan, dan jasa. Khususnya pada kawasan Semarang Utara. Penurunan muka air tanah merupakan permasalahan yang umum terjadi di kota-kota besar. Amblesan tanah merupakan hal yang serius terutama apabila amblesan tanah terjadi di daerah pesisir pantai. Kondisi tersebut karena daerah pesisir sangat rentan terhadap tekanan lingkungan, baik yang berasal dari daratan maupun dari lautan. (Abidin, 2013). Gambar 5. menjelaskan mengenai kecenderungan penurunan muka air tanah (MAT) di wilayah studi.

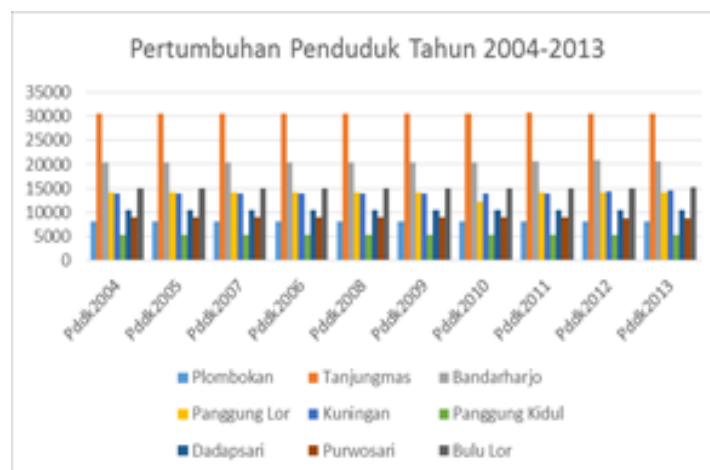


Gambar 5. Perubahan Penggunaan Lahan di Semarang Utara (Sumber: Hasil Analisis, 2018).

3.4 Analisis Korelasi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Variabel Lain

3.4.1 Korelasi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Kepadatan Penduduk

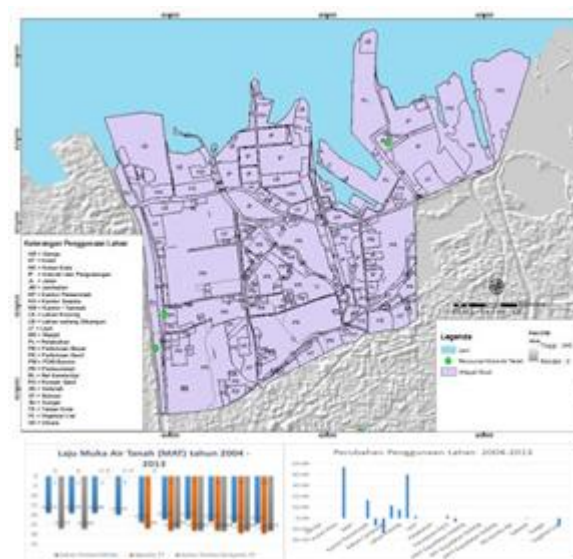
Perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu fenomena yang seringkali terjadi di perkotaan. Perubahan penggunaan yang terjadi di wilayah studi Semarang Utara merupakan salah satu fenomena yang seringkali terjadi di perkotaan metropolitan. Semarang Utara yang memiliki fungsi utama sebagai pusat transportasi laut internasional dan sebagai pusat transportasi darat dengan keberadaan Stasiun Besar Tawang. Dalam kurun waktu 10 tahun (tahun 2004-2013) wilayah ini mengalami perubahan lahan. Gambar 6. menunjukkan pertumbuhan penduduk selama 10 tahun di Semarang Utara. Secara keseluruhan tiap kelurahan menunjukkan adanya kenaikan penduduk dalam kurun waktu 10 tahun.



Gambar 6. Pertumbuhan Penduduk di Semarang Utara (Sumber: Hasil Analisis, 2018).

3.4.2 Korelasi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Muka Air Tanah (MAT)

Perubahan penggunaan lahan dapat dilihat hubungannya dengan penurunan Muka Air Tanah (MAT). Jika kedua variabel memiliki periode jangka waktu yang sama maka dapat dilihat korelasi antar kedua variabel bernilai positif. Perubahan lahan yang dikaji pada penelitian ini memiliki perodesasi selama 10 tahun yaitu tahun 2004-2013. Perodesasi pada laju penurunan Muka Air Tanah (MAT) yang bersumber dari LIPI juga memiliki periode dari 2004 hingga 2013. Titik pantau MAT di wilayah studi tersebar sebanyak 3 sumur. Keberadaan sumur pantau di wilayah studi menyebar di penggunaan lahan permukiman, industri, dan pergudangan. Pada penggunaan yang memiliki intensitas bangunan yang tinggi terdapat sumur pantau MAT. Gambar 7. menjelaskan mengenai korelasi perubahan penggunaan lahan dengan Muka Air Tanah (MAT).

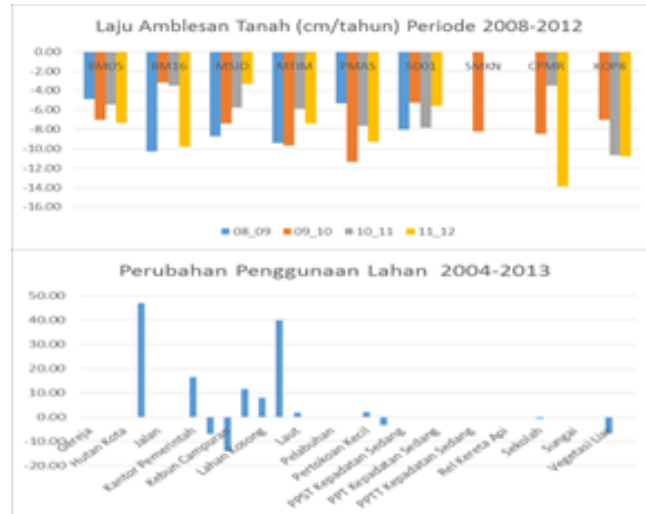


Gambar 7. Korelasi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Muka Air Tanah (Sumber: Hasil Analisis, 2018).

3.4.3 Korelasi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Amblesan Tanah

Penurunan tanah di Kota Semarang menyebar di daerah pesisir yaitu pada Kecamatan Genuk (8.1-15 centimeter/tahun) dan Semarang Utara serta sebagian Semarang Barat (4.1-12 centimeter/tahun). Kecamatan Tugu memiliki tingkat penurunan tanah yang relatif rendah, yaitu kurang dari 1 cm/th. Kota Semarang dengan elevasi lebih dari 100 meter di atas permukaan laut relatif stabil dan tidak mengalami penurunan tanah. (Ismanto, 2009). Penurunan tanah yang terjadi Semarang Utara memiliki perodesasi dari tahun 2008-2012 (Gumilar, 2016). Korelasi antara perubahan penggunaan lahan dengan amblesan tanah adalah tidak memiliki korelasi yang positif. Hal ini dikarenakan antara kedua variabel tersebut memiliki perodesasi tahun yang berbeda. Amblesan tanah memiliki 9 titik pantau teridentifikasi mengalami kenaikan yang konstan tiap tahunnya. Gambar 8

menjelaskan mengenai korelasi laju amblesan dengan perubahan penggunaan lahan.



Gambar 8. Korelasi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Amblesan Tanah (Sumber: Hasil Analisis, 2018).

4. KESIMPULAN

- Perubahan dominan terjadi pada kawasan industri dan pergudangan dengan persentase 49,99%. Hal ini dikarenakan pemenuhan Tanjung Mas sebagai pelabuhan utama internasional sehingga menimbulkan efek terhadap tumbuhnya industri dan pergudangan. Pada Kawasan di sekitar Pelabuhan Tanjung Mas yang menjadi kawasan penyangga transportasi terdapat banyak pergudangan dan industri.
- Hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan kepadatan penduduk selama kurun waktu 10 tahun mengalami perubahan yang sebanding artinya kedua variabel ini memiliki korelasi yang positif. Pertambahan penduduk yang mendiami suatu wilayah tertentu akan mengakibatkan perubahan penggunaan lahan seperti di wilayah studi, korelasi antara perubahan penggunaan lahan dengan Muka Air Tanah (MAT) memiliki korelasi yang positif dimana penggunaan lahan yang memiliki intensitas tinggi dan memiliki sumbu pantau memiliki nilai penurunan Muka Air Tanah (MAT) yang cukup tinggi. Hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan amblesan tanah tidak memiliki hubungan karena keduanya memiliki periodisasi yang berbeda perubahan penggunaan lahan memiliki jangka waktu 2004-2013 sedangkan amblesan tanah memiliki periode 2008-2012.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T.P., dan Fukuda, Y. (2012). Land Subsidence in Coastal City of Semarang (Indonesia): Characteristics, Impact and Causes. *Geomatic, Natural Hazard and Risk*, 226-240.
- A.S. Suprabadevi., Osawa, T., dan Merit, I.N. 2012. Land Subsidence in Semarang. *Journal Ecotrophic Vol. 7 No. 2* 2012 (Hal: 111-115).
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gamal, M., Gumilar, I., Napitupulu, M., Fukuda, Y., Deguchi, T., Maruyama, Y., dan Riawan, E., (2011). Land Subsidence Characteristics of the Jakarta Basin (Indonesia) and its Relation with Groundwater Extraction and Sea Level Rise. *IUGG General Assembly*, 28 Juni – 7 Juli (Hal: 141-162), Melbourne, Australia.
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Brinkman, J.J. (2015). Study on the Risk and Impacts of Land Subsidence in Jakarta. *International Association of Hydrological Sciences*, 372, (Hal:115-120).
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Gamal, M., Fukuda, Y., dan Deguchi, T. (2009). Land Subsidence and Urban Development in Jakarta (Indonesia). *Prosiding 7th FIG Regional Conference, Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment – Building the Capacity*, 19-22 Oktober (Hal: 1-16), Hanoi, Vietnam.
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T.P., dan Fukuda, Y. (2012). Land Subsidence in Coastal City of Semarang (Indonesia): Characteristics, Impact and Causes. *Geomatic, Natural Hazard and Risk*, 226-240.
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T.P., dan Fukuda, Y. (2011). Study on Causes and Impacts of Land Subsidence in Bandung Basin, Indonesia. *Prosiding FIG Working Week 2011, Bridging the Gap between Cultures*, 18-22 Mei, (Hal:1-18), Marrakech, Maroko.
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T.P., dan Gamal, M. (2015). Environmental Impacts of Land Subsidence in Urban Areas of Indonesia. *Prosiding FIG Working Week 2015, From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World*, 17-21 Mei, (Hal: 1-12), Sofia, Bulgaria.
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T.P., Gamal, M., Murdohardono, D., Surpiyadi dan Fukuda, Y. (2010). Studying Land Subsidence in Semarang (Indonesia) using Geodetic Methods. *Prosiding FIG Congress 2010, FS 4D - Landslide and Subsidence Monitoring II*, 11-16 April, (Hal: 1-15) Sydney, Australia.
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T.P., Gamal, M., Murdohardono, D., Surpiyadi dan Fukuda, Y. (2010). Studying Land Subsidence in Semarang (Indonesia) using Geodetic Methods. *Prosiding FIG Congress 2010, FS 4D - Landslide and Subsidence Monitoring II*, 11-16 April, (Hal: 1-15) Sydney, Australia.
- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- As-Syakur, A.R. IW. Suarna, IWS Adnyana, IW. Rusna. (2010). Studi Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Badung. *Jurnal Bumi Lestari Vol 10 No. 2* (Hal: 200-207).

- Badan Informasi Geospasial. (2013). PP No. 8 tahun 2013 tentang Standar Ketelitian Peta RTRW.
- Bappeda Kota Semarang. (2004). Peraturan Daerah Kota Semarang No. 8 tahun 2004 Seri E tentang Rencana Detail Tata Ruang Kota Bagian Wilayah Kota 3 (Semarang Utara dan Semarang Timur) tahun 2000-2020.
- Bappeda Kota Semarang. (2011). Peraturan Daerah Kota Semarang No. 14 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang tahun 2011-2031.
- Chaussard, E., Amelung, F., Abidin, H.Z., dan Hong, S.H. Sinking Cities in Indonesia: ALOS PALSAR Detects Rapid Subsidence due to Groundwater and Gas Extraction. *Remote Sensing of Environment* 128 2013 (Hal: 150-161).
- Gumilar, I., Abidin, H.Z., Sidiq, T.P., Andreas, H., Maiyudi, R., Gamal, M., dan Fukuda, Y. (2013). Mapping and Evaluating the Impact of Land Subsidence in Semarang (Indonesia). *Indonesian Journal of Geospatial* Vol. 2 No. 2 2013 (Hal: 26-41).
- Gumilar, I., Abidin, H.Z., Sidiq, T.P., Andreas, H., Maiyudi, R., Gamal, M., Fukuda, Y. (2012). Mapping and Evaluating the Impact of Land Subsidence in Semarang (Indonesia). *Indonesian Journal of Geospatial* Vol. 2 No. 2 2012 (Hal: 26-41).
- Handoko, E.Y., K, Akbar., M.A. Sukma. 2011. Apakah Surabaya Terjadi Land subsidence? Kajian Awal – Land Subsidence Surabaya. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah 2011 (Hal: 17-20).
- Hirose, K., Maruyama, Y., Murdohardono., Efendi, A., dan Abidin, H.Z. (2001). Land Subsidence Detection using JERS-1 SAR Interferometry. 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November, Singapura.
- Indonesian-German Technical Cooperation. 2008. Land Subsidence in Semarang Municipality. http://www.whymap.org/EN/Themen/Zusammenarbeit/TechnZusammenarb/Downloads/indonesien_informationsblatt_landsubsidence.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (diakses pada 3 Januari 2017).
- Ismanto, A., Wirasatriya, A., Helmi, M., Hartoko, A., dan Prayogi. (2009). Model Sebaran Penurunan Tanah di Wilayah Pesisir Semarang. *Jurnal Ilmu Kelautan* Vol. 14 (4), (hal: 189-196), ISSN 0853-7291.
- Kuehn, F., Albiol, D., Cooksley, G., Duro, J., Granda, J., Haas, S., Hoffman-Rothe, A., dan Murdohardono, D. (2009). Detection of Land Subsidence in Semarang, Indonesia, using Stable Points Network (SPN) Technique. *Environ Earth Science* No. 60 2010 (Hal :909-921).
- Kuehn, F., Hoffman-Rothe, A., Albiol, D., Cooksley, G., Duro, J., Granda, J., Haas, S., dan Murdohardono, D. (2009). Detection of Land Subsidence in Semarang/Indonesia using Persistent Scatterer Interferometry. *Researchgate*: <https://www.researchgate.net/publication/267229363>.

- Marfai, M.A., dan King, L. (2007). Monitoring Land Subsidence in Semarang, Indonesia. *Jurnal Environ Geol* (2007) 53 (Hal: 651-659), DOI 10.1007/s00254-007-0680-3.
- Minardi, S., Hiden., Dahrin, D., dan Yusuf, M. (2014). Analysis of Groundwater Decline and Land Subsidence by Using of Microgravity and Vertical Gravity Gradient over Time Method: Case Study in Jakarta. *Jurnal ILMU DASAR*, Vol.15 No. 1 Januari 2014 (Hal: 7-14).
- Murdohardono, D. (2014). Menahan Amblesan Kota Semarang. <http://geomagz.geologi.esdm.go.id/menahan-amblesan-kota-semarang/> (diakses pada 3 Januari 2017).
- Nugroho, S.H. (2013). Prediksi Luas Genangan Pasang Surut (Rob) berdasarkan Analisis Data Spasial di Kota Semarang, Indonesia. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 4 No. 1 April 2013 (Hal: 71-87).
- Putri, R.F., Bayuaji, L., Sumantyo, J.S.T., dan Kuze, H. (2013). Terrasar-X Dinsar for Land Deformation Detection in Jakarta Urban Area, Indonesia. *Journal of Urban and Environmental Engineering* Volume 7 No.2 (Hal: 195-205), ISSN 1982-3932, DOI: 10.4090/juee.2013.v7n2.195205.
- Sarah, D dan Soebowo, E. (2014). Strategi Pengurangan Risiko Bencana Amblesan Tanah di Kota Semarang. Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI ISBN : 978-979-8636-21-9.
- Sarah, D., Soebowo, E., Mulyono, A., dan Satriyo, N.A. (2015). Model Geoteknologi Teknik Daerah Amblesan Tanah Kota Semarang Bagian Barat. *Researchgate Journal*.
- Wicaksono, Dhoni. (2016). Kajian Pertumbuhan Kota Semarang dan Pengaruhnya terhadap Penurunan Muka Tanah menggunakan Pendekatan Spasial-Statistik dan Cellular-Automata. Sekolah Pascasarjana UGM: Tesis dipublikasikan.
- Yuwono, Bambang Darmo. (2013). Korelasi Penurunan Muka Tanah dan Penurunan Muka Air Tanah di Kota Semarang. *Jurnal Teknik – Vol. 34 No.3 Tahun 2013* (Hal: 188-195), ISSN 0852-1697.

KESIAPSIAGAAN MASYARAKAT DALAM PENANGGULANGAN BENCANA BANJIR DI LAHAN PERTANIAN DESA SIDOBUNDER KECAMATAN PURING KABUPATEN KEBUMEN

Meita Eka Fitrianingrum¹, Dina Ruslanjari²

¹Magister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknika Utara, Pogung, Yogyakarta 55281, Indonesia, email: meita.ef@gmail.com

²Dosen Magister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknika Utara, Pogung, Yogyakarta 55281, Indonesia, email: dienasrus@ugm.ac.id

ABSTRAK

Desa Sidobunder yang berada Kecamatan Puring Kabupaten Kebumen merupakan daerah rutin terjadi bencana banjir terutama di lahan pertanian. Banjir di wilayah pertanian dapat berdampak terhadap kehidupan terutama masyarakat yang bermatapencaharian sebagai petani. Kesiapsiagaan masyarakat dalam penanggulangan bencana sangat diperlukan agar tetap bertahan di wilayah rawan bencana banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesiapsiagaan masyarakat petani di Desa Sidobunder dalam menghadapi banjir di lahan pertanian berdasarkan wilayah rawan tinggi dan rawan sedang.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan observasi, in-depth interview, dan kuesioner. Metode observasi dan in-depth interview kepada informan kunci (kepala desa dan ketua kelompok tani) digunakan untuk mengetahui kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir di lahan pertaniannya. Parameter yang digunakan untuk mengetahui kesiapsiagaan pada tahap prabencana yakni, rencana kedaruratan, kesepakatan formal dan informal, dan sumberdaya pendukung; pada tahap tanggap darurat yakni penyesuaian diri dalam keadaan darurat dan pemulihan (coping); sedangkan tahap pascabencana yakni inisiasi pemulihan. Jawaban pernyataan "ya" diberi skor 1 dan "tidak" diberi skor 0. Pengkategorian pada hasil akhir penelitian menggunakan skor hipotetik dengan kriteria tinggi, sedang, dan rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder termasuk dalam kategori tinggi (69,35%). Tindakan kesiapsiagaan dipengaruhi oleh faktor pengetahuan, kepemilikan alat pertanian, dan penyuluhan pertanian. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kesiapsiagaan di wilayah rawan tinggi dan rawan sedang yang disebabkan masyarakat petani di wilayah rawan tinggi memiliki karakteristik sosial dan ekonomi yang lebih baik.

Katakunci : kesiapsiagaan, masyarakat petani, penanggulangan bencana, banjir

ABSTRACT

Sidobunder Village which located in Puring Sub-district, Kebumen Regency is a flood prone area, particularly in agricultural land. Flood in the farm village can

impact the community, particularly farmers. The community preparedness in disaster management is needed in order to survive in flood prone area. This research aims to analyze farmers preparedness in Sidobunder Village towards the farm flood based on high and moderately prone areas.

Research method will use observation, in-depth interview, and questionnaire. Observation and in-depth interview with key informants (village chief and heads of farmer groups) were used to determine community preparedness towards the farm flood according to the pre-disaster stage parameters i.e. emergency plan, formal and informal agreement, and supporting resources; at the emergency response stage of self-adjustment and coping; while the post-disaster stage is the initiation of recovery, if the answer is "yes" it will give score 1 and if the answer is "no" it will give score 0. The categorization on the final result of the research used hypothetical score with high, medium, and low criteria. The results of this research shows that the community preparedness in Sidobunder Village is classified into high category (69.35%). Preparedness measures are influenced by knowledge factors, agricultural assets, and agricultural extension. There is significant difference between the community preparedness in the region between high risk profile and moderate prone area, its depends on the farmer community in high risk profile area have better social and economic characteristics.

Keywords : preparedness, the farmer community, disaster management, flood

1. PENDAHULUAN

Desa Sidobunder di Kecamatan Puring Kabupaten Kebumen merupakan salah satu wilayah yang rawan bencana banjir dan merupakan yang terdampak paling parah saat kejadian banjir tahun 2001 (Satlak PB, 2001; <http://www.suamamerdeka.com>). Luapan banjir tersebut mengakibatkan 515 rumah terendam, sebanyak 2.048 jiwa penduduk Desa Sidobunder dievakuasi, dan kerusakan lahan pertanian seluas 255 hektar (Profil Destana, 2013). Kejadian banjir besar lainnya terjadi pada tahun 2013 menyebabkan 255 hektar sawah yang sudah ditanami padi menjadi gagal panen. Masyarakat Desa Sidobunder telah melakukan 4 kali tanam padi, namun hanya 1 kali panen pada musim tersebut. Peristiwa banjir yang terjadi di Desa Sidobunder tidak hanya mengancam kehidupan, tetapi juga mengancam penghidupan masyarakat. Hal ini karena mayoritas masyarakat di Desa Sidobunder bekerja sebagai petani. Banjir yang selalu melanda di kawasan pertanian menyebabkan masyarakat mengalami kerugian yang disebabkan dalam satu musim tanam harus melakukan 3-4 kali taman padi. Selain menambah biaya benih atau bibit padi dan sewa buruh, musim panen juga menjadi tertunda.

Permasalahan ini seharusnya tidak perlu terjadi apabila masyarakat Desa Sidobunder memiliki pengetahuan tentang banjir dan bagaimana langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam upaya mitigasi bencana banjir. Dodon (2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa masyarakat umumnya mengetahui tindakan kesiapsiagaan yang harus dilakukan seandainya terjadi bencana banjir. Berbagai tindakan kesiapsiagaan yang dilakukan oleh masyarakat umumnya diperoleh dari

pengalaman menghadapi bencana banjir yang sering melanda, akan tetapi kesiapsiagaan yang mereka ketahui seringkali tidak berjalan maksimal dalam kondisi darurat karena perasaan panik yang mereka alami. Sejalan dengan hasil penelitian Khairuddin, dkk. (2011) menyimpulkan bahwa kesiapsiagaan masyarakat dalam mengurangi risiko bencana masih pada taraf mengetahui tindakan penyelamatan yang harus dilakukan, namun mereka belum memiliki keterampilan tindakan kesiapsiagaan.

Menurut Sutton dan Tierney (2006) pengetahuan terhadap bencana merupakan alasan utama seseorang melakukan kegiatan perlindungan atau upaya kesiapsiagaan yang ada. Dengan kata lain, pengetahuan seseorang akan menunjukkan bagaimana masyarakat akan bersikap untuk siap siaga menghadapi bencana banjir. Sutton dan Tierney (2006) membagi menjadi 8 dimensi kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana, yakni:

1. pengetahuan dan sikap terhadap manajemen bencana;
2. manajemen arah dan koordinasi dari operasi keadaan darurat;
3. kesepakatan formal dan informal;
4. sumberdaya yang mendukung;
5. perlindungan keselamatan hidup;
6. perlindungan harta benda;
7. menyesuaikan diri dengan keadaan darurat dan pemulihan;
8. inisiasi pemulihan.

Menurut LIPI-UNESCO/ISDR (2006) terdapat 5 faktor kritis kesiapsiagaan yang disepakati sebagai parameter untuk mengantisipasi bencana alam, yaitu:

1. pengetahuan dan sikap terhadap risiko bencana;
2. kebijakan dan panduan;
3. rencana untuk keadaan darurat bencana;
4. sistim peringatan bencana;
5. kemampuan untuk mobilisasi sumberdaya.

Kesiapsiagaan menghadapi bencana sangat penting bagi masyarakat untuk menghindari atau mengurangi dampak. Proses ini membangun masyarakat yang lebih tangguh dan lebih baik dalam menghadapi bencana (*International Federation of Red Cross*, 2009). Tingkat kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bahaya banjir juga bergantung pada pengalaman dan dampak yang dirasakan oleh masyarakat (Takao, 2004 dalam Dodon, 2013).

Perbedaan penelitian kesiapsiagaan ini dengan sebelumnya yakni tahap kesiapsiagaan prabencana menggunakan parameter rencana kedaruratan, kesepakatan formal dan informal, dan sumberdaya pendukung. Kesiapsiagaan pada masa tanggap darurat menggunakan parameter perlindungan keselamatan hidup, perlindungan harta benda, serta penyesuaian diri dalam keadaan darurat dan pemulihan, sedangkan tahap pascabencana menggunakan parameter inisiasi pemulihan. Penelitian tentang kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi

bencana banjir di pertanian sangat dibutuhkan untuk mengelola bencana yang akan datang sehingga dapat dijadikan sebagai acuan bagi pemerintah dalam merencanakan kegiatan mitigasi dan penanggulangan bencana berbasis masyarakat. Dengan demikian, pemerintah dan masyarakat dapat menanggulangi kejadian bencana secara cepat, tepat, dan akurat untuk menekan kerugian yang ditimbulkan. Hal ini berarti juga mendukung tindakan prioritas *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction* (SFDRR) 2015-2030, yang menekankan pentingnya meningkatkan kesiapsiagaan terhadap bencana untuk melakukan respon yang efektif serta “membangun kembali dengan lebih baik” (*build back better*) dalam pemulihan, rehabilitasi, dan rekonstruksi.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kombinasi model campuran (*concurrent mixed methods*) menggunakan model *concurrent triangulation strategy*. Menurut Creswell (2015) dalam model ini peneliti menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif secara bersama-sama, baik dalam pengumpulan data maupun analisisnya. Bobot metode kuantitatif pada penelitian ini lebih besar daripada bobot metode kualitatif. Metode kualitatif digunakan untuk memperoleh pernyataan yang digunakan untuk pembuatan kuesioner dan data pelengkap dari hasil kuesioner.

Waktu penelitian dilaksanakan pada 16-30 Desember 2016. Lokasi penelitian dilakukan di Desa Sidobunder, Kecamatan Puring, Kabupaten Kebumen. Pemilihan lokasi tersebut berdasarkan pertimbangan bahwa Desa Sidobunder dilalui oleh 6 sungai, rata-rata ketinggian wilayah 6 meter di atas permukaan air laut, dan termasuk kawasan rawan bencana banjir kategori tinggi dan sedang (Profil Destana Sidobunder, 2013).

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *sampling purposive*. Responden dipilih sebanyak 62 sampel yang merupakan kepala rumah tangga yang bertempat tinggal di lokasi rawan banjir kategori tinggi dan sedang, serta bekerja sebagai petani yang lahan pertaniannya berada di Desa Sidobunder. Teknik pengumpulan data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan cara observasi, *in-depth interview*, dan kuesioner. Metode observasi dan *in-depth interview* kepada informan kunci (kepala desa dan ketua kelompok tani) digunakan untuk mengetahui upaya yang dilakukan masyarakat dalam menanggulangi bencana banjir di lahan pertaniannya.

Parameter yang digunakan dan distribusi pernyataan untuk masing-masing parameter ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Jumlah Pernyataan

No	Parameter	Jumlah
1.	Prabencana	
1.1.	Rencana Kedaruratan	2

No	Parameter	Jumlah
1.2.	Kesepakatan Formal dan Informal	2
1.3.	Sumberdaya Pendukung	3
	Jumlah	7
2.	Tanggap Darurat	
2.1.	Penyesuaian Diri dalam Keadaan Darurat dan Pemulihan (Coping)	7
	Jumlah	7
3.	Pascabencana	
3.1.	Inisiasi Pemulihan	7
	Jumlah	7

Sumber: Analisis Peneliti, 2016

Skala pengukuran pada penelitian ini menggunakan skala Guttman sehingga akan diperoleh jawaban tegas yakni “ya” atau “tidak”. Jawaban pernyataan “ya” diberi skor 1 dan “tidak” diberi skor 0. Pengkategorian pada hasil akhir penelitian ini adalah tinggi, sedang, dan rendah dengan menggunakan skor hipotetik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelas Kesiapsiagaan Pertanian

No	Jumlah Skor	Kategori
1	$X \geq 15$	Tinggi
2	$8 \leq X < 15$	Sedang
3	$X < 8$	Rendah

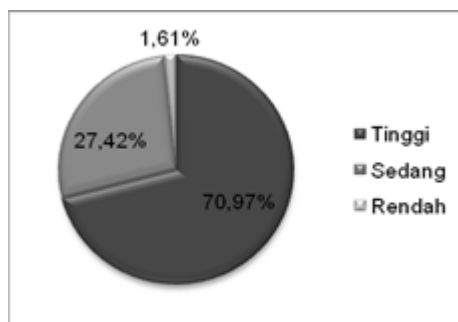
Sumber: Analisis Peneliti, 2016

Metode analisis data menggunakan bantuan *SPSS v.24 for MS Windows*. Hasil Uji Normalitas (*Uji Kolmogorov Smirnov*) dan Uji Homogenitas Levene diketahui bahwa data yang akan diuji berdistribusi normal dan memiliki varian yang sama sehingga data akan dianalisis dengan menggunakan statistik parametrik. Uji statistik untuk analisis kesiapsiagaan masyarakat berupa uji komparasi, uji korelasi, uji regresi linier sederhana, dan uji regresi ganda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesiapsiagaan masyarakat di bidang pertanian dianalisis berdasarkan komponen rencana kedaruratan, kesepakatan formal dan informal, serta sumberdaya pendukung yang dikelompokkan dalam tahap prabencana; komponen penyesuaian diri dalam keadaan darurat dan pemulihan (*coping*) yang dimasukkan dalam tahap tanggap darurat; serta inisiasi pemulihan yang dimasukkan dalam

tahap pascabencana. Hasil analisis diperoleh bahwa tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder di bidang pertanian termasuk dalam kategori tinggi dengan persentase 70,97% dan selengkapnya dapat dilihat pada pie chart Gambar 1.



Gambar 1. Tingkat Kesiapsiagaan Masyarakat

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan Gambar 1 sebanyak 70,97% masyarakat dengan kesiapsiagaan tinggi, sebesar 14,52% sangat siap dan 56,45% termasuk siap menghadapi bencana banjir di bidang pertanian, kemudian sebanyak 27,42% termasuk hampir siap, dan hanya 1,61% masyarakat yang memiliki kesiapsiagaan rendah termasuk kurang siap dalam menghadapi banjir di bidang pertanian. Berdasarkan kondisi spasial, terdapat perbedaan yang nyata antara tingkat kesiapsiagaan masyarakat di wilayah rawan tinggi dan rawan sedang (Sig. 0,015 < 0,05). Wilayah rawan tinggi memiliki tingkat kesiapsiagaan yang lebih baik daripada wilayah rawan sedang. Tabel 3 menunjukkan distribusi tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder di bidang pertanian berdasarkan tingkat rawan bencana banjir.

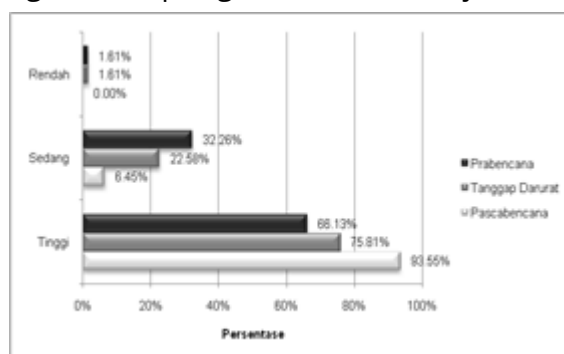
Tabel 3. Distribusi Kesiapsiagaan Pertanian

Kategori	Rawan Tinggi	Rawan Sedang
Tinggi	77,42	64,52
Sedang	22,58	32,26
Rendah	0,00	3,23
Jumlah (%)	100,00	100,00
Jumlah (n)	31	31
Mean	14,39	12,48
T-Test	t ratio = 2,504; Sig. = 0,015	

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan Tabel 3 dari 77,42% masyarakat di wilayah rawan tinggi dengan tingkat kesiapsiagaan tinggi, yang termasuk sangat siap sebanyak 22,58% dalam menghadapi bencana banjir di bidang pertanian dan 54,84% termasuk siap, sedangkan sebanyak 22,58% masyarakat dengan tingkat kesiapsiagaan sedang termasuk hampir siap menghadapi bencana banjir di bidang pertanian. Hal berbeda di wilayah rawan sedang, sebanyak 6,45% masyarakat sangat siap serta 58,06% termasuk siap dalam menghadapi bencana banjir bidang pertanian termasuk dalam tingkat kesiapsiagaan tinggi. Sebanyak 32,26% masyarakat yang memiliki kesiapsiagaan sedang termasuk hampir siap dan masih terdapat sebagian kecil masyarakat (2,23%) di wilayah rawan sedang yang termasuk kurang siap dalam menghadapi banjir sehingga dikategorikan pada tingkat kesiapsiagaan rendah.

Tingkat kesiapsiagaan pada setiap tahap penanggulangan bencana di bidang pertanian termasuk dalam kategori tinggi, namun hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan tingkat kesiapsiagaan. Hal ini ditunjukkan melalui Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi Kesiapsiagaan Pertanian

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Gambar 2 menunjukkan bahwa tingkat kesiapsiagaan masyarakat kategori tinggi di bidang pertanian pada tahap prabencana memiliki persentase paling rendah (66,13%) daripada persentase pada tahap tanggap darurat (75,81%) maupun pascabencana (93,55%). Tahapan prabencana memiliki persentase paling tinggi (32,26%) pada tingkat kesiapsiagaan kategori sedang di bidang pertanian, sedangkan pada tingkat kesiapsiagaan kategori rendah tahap prabencana dan tanggap darurat memiliki persentase yang sama yakni 1,61%. Hal ini menunjukkan bahwa sebanyak 33,87% masyarakat belum siap menghadapi bencana banjir di bidang pertanian.

Hasil analisis jika dilihat berdasarkan distribusi komponen kesiapsiagaan pada setiap tahap penanggulangan bencana di bidang pertanian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Bentuk Kesiapsiagaan

Tahap	Komponen	(%)
Prabencana	Rencana Kedaruratan	69,35
	Kesepakatan Formal Informal	70,16
	Sumberdaya Pendukung	38,17
Tanggap Darurat	Penyesuaian Diri	58,29
Pascabencana	Inisiasi Pemulihan	77,42

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Tabel 4. menunjukkan bahwa komponen sumberdaya pendukung pada tahap prabencana memiliki persentase paling rendah (38,17%), sedangkan kesiapsiagaan pertanian dalam bentuk inisiasi pemulihan pada tahap pascabencana memiliki persentase paling tinggi (77,42%). Pembahasan mengenai tingkat kesiapsiagaan dan komponen/bentuk kesiapsiagaan pada setiap tahap penanggulangan bencana di bidang pertanian dijelaskan sebagai berikut.

3.1 Tahap Penanggulangan Bencana

3.1.1 Tahap Prabencana di Pertanian

Berdasarkan Gambar 2. diketahui bahwa tingkat kesiapsiagaan masyarakat pada tahap prabencana di bidang pertanian memiliki persentase 66,13% termasuk kategori tinggi dengan rincian 14,52% termasuk sangat siap dan 51,61% termasuk siap. Sebanyak 32,26% masyarakat hampir siap termasuk dalam tingkat kesiapsiagaan sedang dan sekitar 1,61% masyarakat Desa Sidobunder kurang siap menghadapi banjir pada tahap prabencana bidang pertanian sehingga dikategorikan pada tingkat kesiapsiagaan rendah.

Berdasarkan kategori rawan bencana dan hasil analisis melalui Uji t-test, terdapat perbedaan yang signifikan pada tingkat kesiapsiagaan tahap prabencana di bidang pertanian antara rawan tinggi dan rawan sedang (Sig. 0,008 < 0,05). Kesiapsiagaan pertanian masyarakat di wilayah rawan tinggi lebih tinggi daripada di wilayah rawan sedang. Distribusi tingkat kesiapsiagaan pada tahap prabencana di bidang permukiman berdasarkan wilayah rawan banjir dapat dilihat pada Tabel 5.

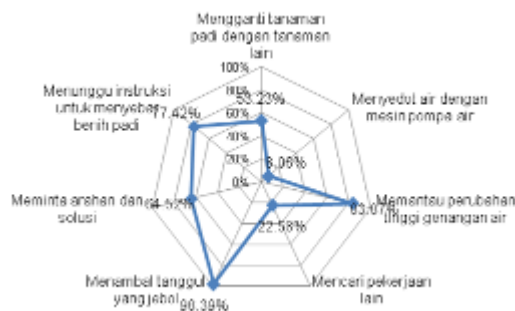
Tabel 5. Kesiapsiagaan Prabencana

Kategori	Rawan Tinggi	Rawan Sedang
Tinggi	74,19	58,06
Sedang	25,81	38,71
Rendah	0,00	3,23

Jumlah (%)	100,00	100,00
Jumlah (n)	31	31
Mean	4,42	3,45
T-Test	t ratio = 2,749; Sig. = 0,008	

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Hasil Analisis jika dilihat berdasarkan distribusi komponen kesiapsiagaan pada tahap prabencana di bidang pertanian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi Kesiapsiagaan Prabencana

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Distribusi komponen kesiapsiagaan pada tahap prabencana bidang pertanian dijelaskan sebagai berikut.

a. Rencana Kedaruratan

Bentuk kesiapsiagaan bidang pertanian berdasarkan rencana kedaruratan yakni mempersiapkan kantong pasir untuk tanggul sebelum datang musim penghujan. Hal ini dilakukan oleh 50% masyarakat di Desa Sidobunder, sedangkan untuk pembuatan saluran air pada tahap prabencana dilakukan oleh 88,71% masyarakat di Desa Sidobunder. Sebagian masyarakat Desa Sidobunder merasa tidak perlu menyiapkan kantong pasir karena apabila terjadi kerusakan tanggul biasanya akan mendapat bantuan dari kelompok tani atau pemerintah desa. Gambar 4. menunjukkan saluran air yang dibuat untuk mengurangi air agar tidak menggenangi lahan persawahan.



Gambar 4. Saluran Air di Lahan Pertanian

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

b. Kesepakatan Formal dan Informal

Salah satu bentuk kesepakatan formal dan informal adalah melakukan koordinasi dengan kelompok tani sebelum datang musim penghujan yang dilakukan oleh 41,94% masyarakat Desa Sidobunder. Koordinasi yang dilakukan agar dapat menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi petani seputar penentuan waktu tanam padi dan upaya yang perlu dilakukan apabila terjadi kerusakan lahan pertanian apabila terjadi banjir. Sebagian besar masyarakat (58,06%) merasa tidak perlu melakukan koordinasi karena mereka telah mengetahui dengan sendirinya upaya-upaya yang harus dilakukan saat terjadi banjir, padahal menurut Hermanto dan Swastika (2011) penguatan kelompok tani dapat menjadi langkah awal peningkatan kesejahteraan petani. Koordinasi kelompok tani dapat meningkatkan partisipasi anggota kelompok yang akan meningkatkan kedinamisan kelompok. Kedinamisan tersebut akan memberikan peluang sebesar-besarnya kepada anggota untuk bekerjasama dan berpartisipasi dalam kegiatan kelompok sehingga tujuan bersama dapat dicapai.

Sebanyak 98,39% masyarakat mengikuti pola tanam yang telah disepakati dalam kelompok tani. Pola tanam yang dilakukan di Desa Sidobunder merupakan jenis rotasi tanam (crop rotation) dengan penanaman 2 jenis secara bergiliran pada lahan yang sama yakni dalam setahun dilakukan 2 kali tanam padi dan 1 kali tanam kacang hijau. Hasil penelitian Irawan dan Arista (2013) menunjukkan bahwa rotasi tanam juga dilakukan di Kabupaten Boyolali yakni pola tanam padi-palawija (ketela atau jagung). Menurut informasi warga, penanaman padi musim pertama dilakukan pada pertengahan bulan November sampai Maret/April (waktu semai sampai panen) dan musim kedua persemaian dilakukan bulan April/Mei dan panen padi pada bulan Agustus/September. Pertanaman pada musim pertama selalu terkena banjir, sedangkan di musim kedua relatif aman. Hal ini sesuai dengan hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti pada bulan Desember 2016 yang ditunjukkan pada Gambar 5. berikut ini.



(a) Tanggal 9 Desember 2016



(b) Tanggal 21 Desember 2016

Gambar 5. Perbedaan Kondisi Lahan Sawah di Lokasi yang Sama

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

c. Sumberdaya Pendukung

Bentuk sumberdaya pendukung salah satunya yakni adanya anggota keluarga yang pernah mengikuti penyuluhan pertanian sebanyak 59,68%, padahal menurut hasil penelitian Pasaribu dkk. (2008) melalui penyuluhan pertanian akan mempermudah pemerintah dalam melakukan pemerataan informasi dan berbagai program inovasi baru. Sementara itu, menurut Ensminger (1962 dalam Hidayati 2014) penyuluhan di Amerika Serikat telah lama dikembangkan falsafah 3-T: *teach, truth, and trust* (pendidikan, kebenaran dan kepercayaan/keyakinan). Artinya, penyuluhan merupakan kegiatan pendidikan untuk menyampaikan kebenaran-kebenaran yang telah diyakini. Dengan kata lain, dalam penyuluhan pertanian, petani dididik untuk menerapkan setiap informasi baru yang telah diuji kebenarannya dan telah diyakini akan dapat memberikan manfaat secara ekonomi maupun non-ekonomi bagi perbaikan kesejahteraannya.

Sebanyak 37,10% masyarakat telah menyiapkan pompa/mesin sedot air. Harapannya, saat banjir sudah mulai surut dan sudah terlihat batas sawahnya,

pompa air dapat digunakan untuk mengurangi ketinggian air sehingga tidak akan memperlambat masa tanam. Hanya sebagian kecil masyarakat (17,74%) yang menyiapkan dana untuk perbaikan lahan apabila terjadi kerusakan akibat banjir. Masyarakat merasa bahwa pendapatannya selama ini hanya cukup bahkan terkadang kurang untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari.

3.1.2 Tahap Tanggap Darurat di Pertanian

Tingkat kesiapsiagaan masyarakat pada tahap tanggap darurat di bidang pertanian memiliki persentase 75,81% termasuk kategori tinggi dengan rincian 3,23% termasuk sangat siap dan 72,58% termasuk siap menghadapi masa tanggap darurat. Sebanyak 22,81% masyarakat hampir siap yang termasuk dalam tingkat kesiapsiagaan sedang dan sekitar 1,61% masyarakat Desa Sidobunder kurang siap menghadapi banjir pada tahap prabencana sehingga dikategorikan pada tingkat kesiapsiagaan rendah.

Berdasarkan hasil Uji t-tes diperoleh nilai 0,047 pada taraf signifikansi 95% (Sig. 0,047 < 0,05), artinya terdapat perbedaan yang meyakinkan pada tingkat kesiapsiagaan di wilayah rawan tinggi dan rawan sedang. Skor rata-rata (*mean*) menunjukkan bahwa wilayah rawan tinggi (4,35) memiliki kesiapsiagaan pertanian pada tahap tanggap darurat lebih baik daripada wilayah rawan sedang (3,81). Distribusi tingkat kesiapsiagaan pada tahap tanggap darurat di bidang pertanian berdasarkan wilayah rawan banjir dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kesiapsiagaan Tanggap Darurat

Kategori	Rawan Tinggi	Rawan Sedang
Tinggi	80,65	70,97
Sedang	19,35	25,81
Rendah	0,00	3,23
Jumlah (%)	100,00	100,00
Jumlah (n)	31	31
<i>Mean</i>	4,35	3,81
T-test	t ratio = 2,029; Sig. = 0,047	

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Hasil Analisis jika dilihat berdasarkan distribusi komponen kesiapsiagaan pada tahap tanggap darurat di bidang pertanian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kesiapsiagaan Tanggap Darurat

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Komponen pada tahap tanggap darurat terdiri dari penyesuaian diri dalam keadaan darurat dan pemulihan (coping). Hal yang sama dengan kesiapsiagaan di bidang permukiman, masyarakat juga dituntut untuk mempertahankan diri saat terjadi bencana banjir di bidang pertanian. Selain itu, masyarakat yang hampir seluruhnya bermata pencaharian sebagai petani harus memiliki langkah-langkah pemulihan awal. Sebanyak 53,23% masyarakat Desa Sidobunder memberi tanda batas sawah menggunakan pipa/kayu (Gambar 7). Hal ini dilakukan karena banjir yang merendam lahan pertanian selama 3 minggu hingga 1 bulan dapat menyebabkan batas sawah menjadi rusak dan terkadang sama rata dengan lahan pertanian.



Gambar 7. Pipa/Kayu sebagai Penanda Batas Sawah saat Banjir

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

Hanya sebagian kecil masyarakat (8,06%) yang menggunakan pompa/mesin sedot air untuk mengurangi genangan saat banjir sudah mulai surut. Menurut informasi, warga lebih memilih menggunakan pompa/mesin sedot air (Gambar 8) untuk mengambil air dari sungai atau sumur untuk mengairi lahan pertanian mereka yang kekurangan air saat mendekati musim panen padi.



Gambar 8. Sumur Bor di Area Persawahan Desa Sidobunder

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

Memantau perubahan tinggi genangan air dilakukan oleh sebagian masyarakat (83,87%) Desa Sidobunder, sedangkan sebagian warga yang tidak mengecek kondisi lahan pertaniannya lebih memilih untuk mencari informasi melalui tetangganya. Sebanyak 47,46% masyarakat Desa Sidobunder melakukan pekerjaan sampingan yang dimiliki atau mencari pekerjaan lain sembari menunggu genangan surut. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wulan dkk. (2016) tentang strategi penghidupan masyarakat Dusun Depok, Desa Parangtritis pada periode krisis bencana banjir. Wulan dkk. (2016) dalam penelitiannya mengadopsi strategi penghidupan dari Teori White (1991) yang membagi ke dalam 3 strategi yakni strategi bertahan (*survival*), strategi konsolidasi, dan strategi akumulasi. Hasil penelitian Andriyan (2013) menyebutkan bahwa masyarakat yang menerapkan strategi bertahan biasanya memiliki status pra-sejahtera, dalam artian modal kecil dan luas lahan pertanian sempit. Strategi bertahan yang dilakukan para petani di saat banjir melanda lahan persawahan adalah membiarkan dan menunggu banjir surut. Hal serupa juga dilakukan oleh 51,61% masyarakat Desa Sidobunder yang lebih memilih menganggur.

Strategi konsolidasi merupakan strategi kelompok menengah yang mengutamakan keamanan dan stabilitas pendapatan dari pengolahan sumberdaya yang dimiliki (White, 1991 dalam Wulan 2016). Strategi konsolidasi yang dilakukan masyarakat Dusun Depok pada periode krisis adalah menjadi tukang parkir dan pramusaji di pusat kuliner Pantai Depok, sedangkan pada strategi ini dilakukan oleh 41,92% masyarakat di Desa Sidobunder yakni mencari rumput untuk ternak, mencari ikan, menjadi pande besi, tukang kayu, tukang batu, dan membuat wuwu. Strategi akumulasi, merupakan strategi yang dilakukan oleh petani yang memiliki sumberdaya yang banyak (White, 1991 dalam Wulan 2016). Strategi akumulasi yang dilakukan masyarakat di Dusun Depok adalah menyewakan ATV (*All Terrain Vehicle*), menjual kuliner berupa makanan, camilan, maupun pakaian. Strategi akumulasi hanya dilakukan oleh sebagian kecil masyarakat (5,54%) Desa Sidobunder karena berhubungan dengan kepemilikan

modal. Strategi akumulasi yang dilakukan masyarakat Desa Sidobunder yakni berdagang, menjadi pengepul padi, dan berjualan ayam bangkok.

Sebagian besar masyarakat (98,39%) melakukan upaya menambal tanggul yang jebol untuk mengurangi air yang masuk ke area persawahan. Menurut informasi kepala desa, Desa Sidobunder mendapatkan bantuan dana APBD Kabupaten Kebumen tahun 2016 untuk pekerjaan pemasangan bronjong di Sungai Klepupayung. Gambar 9. merupakan kondisi lahan pertanian yang sama rata dengan muka air Sungai Klepupayung, selain itu di beberapa lokasi juga terdapat tanggul yang jebol.



Gambar 9. Tanggul Jebol di Sungai Klepupayung

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

Menurut Kepala Desa Sidobunder, pemasangan bronjong sebagai penguat tanggul sungai dinilai masih kurang efektif untuk menanggulangi banjir di Desa Sidobunder. Menurutnya, untuk mengurangi dampak banjir terutama di bidang pertanian langkah yang paling efektif adalah normalisasi dengan cara pengerukan sedimen/endapan di beberapa sungai dan pembuatan embung, namun hal ini terkendala dana karena untuk melakukan normalisasi sungai membutuhkan biaya yang besar. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Kodoatie dan Sugianto (2002) yang menyebutkan bahwa kegiatan pengendalian banjir di bagian hilir yakni dengan melakukan normalisasi alur sungai dan tanggul sudetan pada alur yang kritis; pembuatan alur pengendali banjir atau *flood way*; pemanfaatan daerah genangan untuk *retarding basin*. Salah satu contoh sedimen/endapan sungai di Desa Sidobunder ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Sedimen di Sungai Klepupayung

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

Sebanyak 64,52% masyarakat Desa Sidobunder meminta arahan dan solusi dari pemerintah desa atau kelompok tani saat terjadi banjir. Hal ini biasanya terkait dengan biaya operasional yang bertambah apabila lahan pertanian mereka terendam banjir. Sebagian masyarakat merasa kesulitan dana untuk membeli benih padi atau bibit lagi maupun pupuk. Sebagian besar masyarakat (77,42%) menunggu instruksi dari pemerintah desa atau petugas penyuluh apabila akan menyebar benih padi. Informasi ini biasanya disampaikan melalui koordinasi gabungan kelompok tani, kemudian disebarluaskan kepada masing-masing anggota kelompok tani.

3.1.3 Tahap Pascabencana di Pertanian

Tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder pada tahap pascabencana memiliki persentase paling tinggi yakni 93,55%. Sebanyak 50,00% masyarakat termasuk sangat siap dan 43,55% termasuk siap, sedangkan 6,45% masyarakat hampir siap pasca terjadinya bencana banjir sehingga dikategorikan dalam tingkat kesiapsiagaan sedang.

Berdasarkan tingkat rawan banjir diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara wilayah rawan tinggi dan rawan sedang, namun berdasarkan skor rata-rata diperoleh bahwa masyarakat di wilayah rawan tinggi memiliki kesiapsiagaan pascabencana lebih baik daripada di wilayah rawan sedang yang dapat dilihat pada nilai *mean* pada Tabel 7.

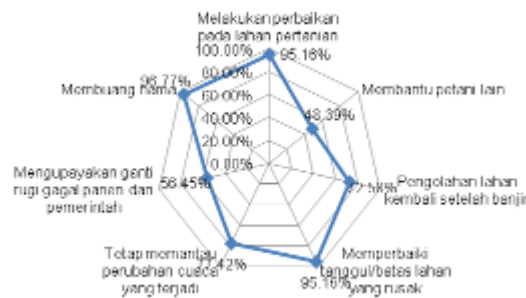
Tabel 7. Kesiapsiagaan Pascabencana

Kategori	Rawan Tinggi	Rawan Sedang
Tinggi	93,55	93,55
Sedang	6,45	6,45
Rendah	0,00	0,00
Jumlah (%)	100,00	100,00

Jumlah (n)	31	31
Mean	5,61	5,23
T-Test	t ratio = 1,298; Sig. = 0,199	

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Hasil Analisis jika dilihat berdasarkan distribusi komponen kesiapsiagaan pada tahap pascabencana di bidang pertanian dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kesiapsiagaan Pascabencana

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Tingkat kesiapsiagaan pascabencana di bidang pertanian dianalisis menggunakan komponen inisiasi pemulihan. Sebagian besar masyarakat (95,35%) melakukan perbaikan pada lahan pertanian yang terdampak. Sebanyak 81,40% masyarakat memperbaiki sendiri dan sebanyak 13,95% menggunakan jasa buruh untuk memperbaiki lahan pertanian mereka yang terdampak. Kerusakan yang terjadi yakni pada batas sawah dan keberadaan sampah di lahan pertanian. Menurut warga, selama ini tidak ada kerusakan yang parah pada lahan pertanian saat terjadi banjir, kecuali saat banjir yang diakibatkan jebolnya Waduk Sempor (1963).

Sebanyak 48,39% masyarakat membantu petani lainnya yang juga terdampak banjir. Menurut sebagian besar warga, pekerjaan perbaikan lahan lebih sering dikerjakan sendiri-sendiri sehingga tidak perlu saling membantu. Faktor lainnya yakni lahan sawah yang dimiliki oleh sebagian besar masyarakat (62,90%) tergolong sempit ($\leq 0,21$ ha). Sebanyak 72,58% masyarakat langsung mengganti tanaman padi yang mati/rusak dengan membeli bibit padi. Menurut mereka, hal ini dilakukan agar tidak terjadi kemunduran masa panen yang terlalu jauh. Hanya sebagian masyarakat yang tidak langsung mengganti tanaman padi mereka yang rusak sebab belum memiliki bibit padi dan tidak memiliki dana untuk membeli bibit.

Sebagian besar masyarakat (77,42%) tetap memantau perubahan cuaca yang terjadi pascabencana banjir di lahan pertanian. Menurut informasi warga, saat musim tanam padi hampir setiap hari warga pergi ke sawah untuk mengecek

kondisi lahan pertaniannya. Sebanyak 56,45% masyarakat mengupayakan penggantian benih padi dari pemerintah, sedangkan masyarakat lainnya lebih memilih membeli lagi benih di tempat lain sesuai varietas yang biasa mereka tanam. Hampir semua masyarakat (96,77%) Desa Sidobunder membuang hama yang ada di lahan pertaniannya. Hama yang sedang melanda lahan pertanian warga saat ini (Desember 2016) adalah keong mas. Sebagian besar masyarakat menggunakan obat untuk mengusir keong yang ada di lahan pertaniannya, namun menurut mereka setelah ditabur obat, keesokan paginya masih tetap ada keong dengan jumlah yang lebih banyak. Sementara itu, beberapa petani mengambil keong di lahan pertaniannya untuk pakan ternak bebek milik mereka. Gambar 12. menunjukkan keong hasil tangkapan salah satu warga Desa Sidobunder.



Gambar 12. Keong Mas

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2016

3.2 Faktor yang Mempengaruhi Kesiapsiagaan Pertanian

Faktor yang diasumsikan berpengaruh terhadap tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder terhadap bencana banjir di bidang pertanian yakni pendidikan, umur, pendapatan, pengalaman bertani, penyuluhan pertanian, luas lahan, kepemilikan alat pertanian, pengetahuan, dan kepercayaan. Faktor-faktor tersebut merupakan variabel bebas (*independent*), sedangkan tingkat kesiapsiagaan selanjutnya disebut variabel terikat (*dependent*). Langkah sebelum dilakukan analisis faktor pengaruh yakni dilakukan analisis korelasi untuk mengukur keeratan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Hasil analisis Uji Korelasi *Pearson Product Moment* ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Korelasi Kesiapsiagaan Pertanian terhadap Banjir

No.	Variabel Bebas (<i>Independent</i>)	r_{hitung}	Keterangan
1	Pendidikan	0,268*	Korelasi cukup

No.	Variabel Bebas (Independent)	r _{hitung}	Keterangan
2	Umur	0,042	Korelasi sangat lemah
3	Pendapatan	0,327**	Korelasi cukup
4	Pengalaman Bertani	0,417**	Korelasi cukup
5	Penyuluhan Pertanian	0,493**	Korelasi cukup
6	Luas Lahan	0,183	Korelasi sangat lemah
7	Kepemilikan Alat Pertanian	0,530**	Korelasi kuat
8	Pengetahuan	0,607**	Korelasi kuat
9	Kepercayaan	0,406**	Korelasi cukup
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).			

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan hasil analisis korelasi pada Tabel 8 diketahui bahwa variabel pendidikan, pendapatan, pengalaman bertani, penyuluhan pertanian, dan kepercayaan memiliki korelasi cukup, sedangkan variabel kepemilikan alat pertanian dan pengetahuan memiliki korelasi kuat terhadap tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder di bidang pertanian. Hasil analisis variabel bebas tersebut semuanya memiliki koefisien korelasi bersifat positif. Artinya semakin tinggi tingkatan pada masing-masing variabel bebas, maka semakin tinggi pula tingkat kesiapsiagaan masyarakat di bidang pertanian dan sebaliknya. Hubungan antara masing-masing variabel bebas yang diasumsikan berpengaruh terhadap tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder di bidang pertanian dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hubungan Variabel Bebas dengan Kesiapsiagaan Permukiman

Persentase (%)		Kesiapsiagaan Permukiman		
		Tinggi	Sedang	Rendah
Pendidikan	S1	1,61	0,00	0,00
	SMA	9,68	0,00	0,00
	SMP	9,68	3,23	0,00
	SD	43,55	16,13	0,00
	Tidak Sekolah	6,45	8,06	1,61

Umur	76 - 90	3,23	0,00	0,00
	61 - 75	19,35	8,06	0,00
	46 - 60	32,26	11,29	1,61
	31 - 45	16,13	8,06	0,00
Pendapatan	≥ Rp 3.000.000,00	1,61	0,00	0,00
	Rp 1.325.000,00 - Rp 2.999.999,00	30,65	4,84	0,00
	≤ Rp 1.324.999,00	38,71	22,58	1,61
Pengalaman Bertani	≥ 61	4,84	0,00	0,00
	46 - 60	8,06	4,84	0,00
	31 - 45	25,81	11,29	1,61
	16 - 30	20,97	9,68	0,00
	≤ 15	11,29	1,61	0,00
Penyuluhan Pertanian	Tinggi	24,19	1,61	0,00
	Sedang	17,74	6,45	0,00
	Rendah	29,03	19,35	1,61
Luas Lahan	≥ 0,64	3,23	0,00	0,00
	0,43 - 0,63	4,84	1,61	0,00
	0,22 - 0,42	19,35	8,06	0,00
	≤ 0,21	43,55	17,74	1,61
Kepemilikan Alat Pertanian	≥ 4	11,29	0,00	0,00
	3	24,19	4,84	0,00
	2	20,97	8,06	0,00
	≤ 1	14,52	14,52	1,61
Pengetahuan	Tinggi	66,13	16,13	0,00
	Sedang	4,84	8,06	0,00
	Rendah	0,00	3,23	1,61
Kepercayaan	Tinggi	22,58	3,23	0,00
	Sedang	48,39	24,19	1,61
	Rendah	0,00	0,00	0,00

Berdasarkan hasil analisis korelasi dan tabulasi silang untuk mengetahui hubungan antara faktor-faktor dalam variabel bebas dengan variabel terikat, langkah selanjutnya yakni melakukan Uji Regresi Linier Berganda untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan/meyakinkan terhadap tingkat kesiapsiagaan masyarakat di bidang pertanian. Hasil analisis Uji Regresi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Faktor yang Diasumsikan Mempengaruhi Kesiapsiagaan Pertanian

No.	Asumsi Faktor Pengaruh	t	B	Sig.	Sig. < 0,05
1	Pendidikan	0,522	0,189	0,604	Tidak berpengaruh signifikan
2	Umur	0,111	0,043	0,912	Tidak berpengaruh signifikan
3	Pendapatan	1,978	1,245	0,053	Tidak berpengaruh signifikan
4	Pengalaman Bertani	- 0,218	- 0,163	0,828	Tidak berpengaruh signifikan
5	Penyuluhan Pertanian	2,860	0,643	0,006	Berpengaruh signifikan
6	Luas Lahan	- 1,785	- 0,760	0,080	Tidak berpengaruh signifikan
7	Kepemilikan Alat Pertanian	3,415	0,945	0,001	Berpengaruh signifikan
8	Pengetahuan	3,312	0,351	0,002	Berpengaruh signifikan
9	Kepercayaan	1,494	0,993	0,141	Tidak berpengaruh signifikan

* t tabel = 2,007

Sumber: Hasil Analisis, 2017

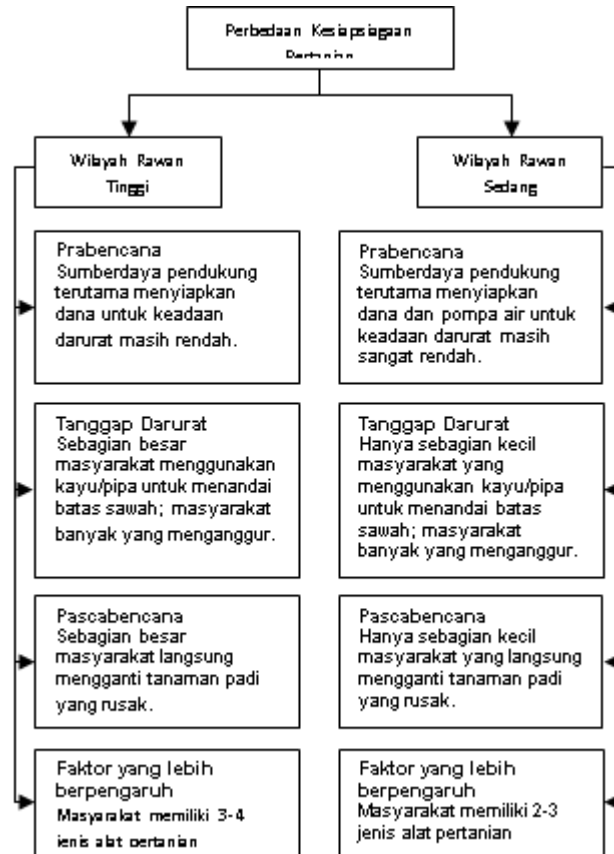
Berdasarkan Tabel 10 dapat diketahui bahwa penyuluhan pertanian, kepemilikan alat pertanian, dan pengetahuan memiliki pengaruh yang meyakinkan terhadap tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder di bidang pertanian. Penyuluhan pertanian memberikan sumbangan efektif sebesar 19,3% terhadap kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder di bidang pertanian. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nuraini (2005) yang menyebutkan bahwa dalam penyuluhan pertanian dibicarakan juga masalah jenis tanam, pengolahan lahan, rotasi tanam, pemanfaatan teknologi sehingga dengan semakin seringnya masyarakat menghadiri penyuluhan maka pengetahuan tentang pertanian semakin bertambah. Dengan demikian, masyarakat juga semakin siap menghadapi bencana yang melanda di bidang pertanian terutama bencana banjir. Hasil

penelitian Pasaribu dkk. (2008) menunjukkan bahwa pendidikan informal seperti penyuluhan dan pelatihan dapat membuka akses informasi bagi petani dan meningkatkan pemberdayaan kelompok tani.

Kepemilikan alat pertanian memberikan pengaruh sebesar 28,4% terhadap kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder. Alat pertanian merupakan sarana penting dalam kegiatan pertanian sehingga saat lahan pertanian membutuhkan perbaikan maka masyarakat yang memiliki alat pertanian akan lebih cepat untuk melakukan perbaikan. Pengetahuan memberikan pengaruh paling besar terhadap tingkat kesiapsiagaan di bidang pertanian yakni sebesar 37,6%. Pengetahuan masyarakat Desa Sidobunder dalam menghadapi banjir di bidang pertanian diperoleh melalui penyuluhan dan pengalaman yang mereka rasakan selama ini. Kurniawati (2012) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pengetahuan, pemahaman, dan tindakan adaptif dapat menghindari petani dari kerugian akibat gagal panen. Masyarakat yang memiliki pengetahuan dan pemahaman mengenai perubahan iklim akan bertindak reaktif dan melakukan antisipasi terhadap dampak yang terjadi akibat dari perubahan iklim seperti bencana banjir.

3.3 Perbedaan Tingkat Kesiapsiagaan

Berdasarkan hasil analisis terdapat perbedaan yang signifikan, yakni perilaku masyarakat petani di wilayah rawan tinggi lebih banyak yang telah beradaptasi terhadap lahan pertaniannya daripada di wilayah rawan sedang. Perbedaan tingkat kesiapsiagaan masyarakat dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Perbedaan Tingkat Kesiapsiagaan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

4. KESIMPULAN

Tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder termasuk dalam kategori tinggi (69,35%). Kesiapsiagaan di tahap prabencana meskipun tinggi, namun merupakan yang paling rendah dibandingkan pada tahap tanggap darurat dan pascabencana. Faktor pengaruh tindakan kesiapsiagaan di bidang pertanian dipengaruhi oleh faktor pengetahuan (37,6%), kepemilikan alat pertanian (28,4%), dan penyuluhan pertanian (19,3%). Kesiapsiagaan masyarakat di wilayah rawan tinggi lebih baik daripada rawan sedang karena di wilayah rawan tinggi memiliki karaktersitik sosial, ekonomi, dan lingkungan permukiman yang lebih baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andriyan, M., 2013, Strategi Penghidupan Ekonomi Rumahtangga pada Sektor Pertanian Pascaerupsi (Studi Kasus Erupsi Gunungapi Bromo Tahun 2010). Thesis: Universitas Gadjah Mada.
- Creswell, John W., 2015, Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

- Dodon, 2013, Indikator dan Perilaku Kesiapsiagaan Masyarakat Di Permukiman Padat Penduduk dalam Antisipasi Berbagai Fase Bencana Banjir (internet), Agustus, 24 (2): 125-140.
- Hermanto dan K.S. Swastika, 2011, Penguatan Kelompok Tani: Langkah Awal Peningkatan Kesejahteraan Petani, Analisis Kebijakan Pertanian, 9 (4): 371-390.
- Hidayati, P.A., 2014, Penyuluhan dan Komunikasi, Malang: Universitas Kanjuruhan Malang.
- IFRC, 2009, Annual Report 2009, Switzerland: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.
- Irawan, W., dan Arista, 2013, Perencanaan Kalender Tanam Berdasarkan Modifikasi Pranata Mangsa dan Klimatologi Menggunakan Metode Prediksi Exponential Smoothing, <<http://repository.uksw.edu/handle/>>.
- Khairuddin, Ngadimin, S.A. Sari, Melvina, T. Fauziah, 2011, Dampak Pelatihan Pengurangan Risiko Bencana terhadap Kesiapsiagaan Komunitas Sekolah, Prosiding Seminar Hasil Penelitian Kebencanaan I, ISSN: 2088 – 4532, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh: TDMRC.
- Kodoatie, R.J., dan Sugiyanto, 2002, Banjir, Semarang: Pustaka Pelajar.
- Kurniawati, Fitri, 2012, Pengetahuan dan Adaptasi Petani Sayuran terhadap Perubahan Iklim (Studi Kasus: Desa Cibodas, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat), Thesis: Universitas Padjajaran.
- LIPI-UNESCO/ISDR, 2006, Kajian Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Mengantisipasi Bencana Gempa Bumi & Tsunami, Jakarta: LIPI Press.
- Nuraini, Tri Astuti, 2005, Adaptasi Petani dalam Menanggulangi Akibat Banjir pada Lahan Pertanian di Kecamatan Kretek Kabupaten Bantul, Thesis: Universitas Gadjah Mada.
- Pasaribu, S. M., M. Henny, K.S. Dewa, A.K. Iqbal, N. Tjetjep, D. Valeriana, dan H. Juni, 2008, Peningkatan Kapasitas Adaptasi Petani di Daerah Marginal terhadap Perubahan Iklim, Jakarta: Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Suara Merdeka, 2001, 9000 Warga Mengungsi, <<http://www.suaramerdeka.com/harian/0110/25/nas3.htm>>.
- Sutton, J., dan K. Tierney, 2006, Disaster Preparedness: Concepts, Guidance, and Research, University of Colorado: Natural Hazard Center Institute of Behavioral Science.
- Takao, K., T. Motoyoshi, T. Sato, T. Fukuzondo, K. Seo dan S. Ikeda, 2004, Factors Determining Residents' Preparedness for Floods in Modern Megalopolises: The Case of the Tokai Flood Disaster in Japan, Journal of Risk Research, 7 (7-8): 775-787.
- Tim Penyusun, 2013, Forum Desa Tangguh Bencana "Anugrah", Kebumen: Desa Sidobunder.

- UN, 2015, Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, Sendai: UNISDR.
- Wulan, T.R., E. Maulana, N. Maulia, W. Ambarwulan, T. Raharjo, F. Ibrahim, M.D. Putra, D.S. Wahyuningsih, dan Z. Setyaningsih, 2016, Strategi Penghidupan Masyarakat pada Periode Krisis Bencana Banjir Pada Lahan Pertanian di Pesisir Kabupaten Bantul (Studi Kasus Masyarakat Dusun Depok, Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta), Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016, hal 267-275.

PENGELOLAAN HUTAN LINDUNG DALAM KERANGKA PENGURANGAN RESIKO BENCANA

B. Herudojo Tjiptono

Direktorat Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung, Direktorat Jenderal Pengendalian DAS dan Hutan Lindung, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Gedung Manggala Wanabhakti Blok I Lantai 12, Jl. Gatot Subroto, Senayan, Jakarta Pusat, email: bherudojot@gmail.com.

ABSTRAK

Pada beberapa tahun terakhir ini banyak terjadi bencana alam berupa bencana hidrometeorologis di Indonesia. Bencana tersebut antara lain kekeringan, banjir dan tanah longsor. Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk memberikan penjelasan peran hutan lindung dalam menurunkan resiko bencana hidrometeorologis, khususnya banjir, kekeringan dan tanah longsor. Berdasarkan pengetahuan peran hutan lindung tersebut diharapkan dapat menjadi acuan penetapan upaya-upaya konkrit dan tepat sasaran dalam kaitannya dengan pengelolaan hutan lindung dalam konteks penanggulangan bencana hidrometeorologis. Peran dan mekanisme hutan lindung dalam menurunkan kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologi yaitu banjir bandang, tanah longsor dan kekeringan berturut-turut adalah menjaga kondisi tutupan vegetasi tetap pada kerapatan yang tinggi, menjaga stabilitas lereng, meningkatkan nilai kapasitas penahanan air. Upaya peningkatan peran dan pengelolaan hutan lindung antara lain: Penyesuaian tata ruang dan pemanfaatan hutan, Penguatan regulasi dan organisasi pengelola hutan lindung, Pemanfaatan hutan lindung, Penyelesaian konflik hutan lindung.

Katakunci : bencana hidrometeorologi, pengelolaan hutan lindung

ABSTRACT

In several past years there are many hydrometeorologic disasters have been occurred in Indonesia. Those of disasters are mainly droughts, floods and landslides. The aim of this paper is to explain the role of protected forest in terms of hydrometeorologic disaster risk reduction. Based on those knowledge, it can be expected more obvious measures of protected forest management in the context of hydrometeorologic disaster risk reduction. The role of protected forest in relation to hydrometeorologic disaster risk reduction mainly for flash floods, landslides and droughts respectively are to maintain high density vegetation cover, to sustain slope stability and to increase water holding capacity. Several efforts in order to increase the role of protected forest are by synchronizing spatial planning and forest utilizations, strengthening regulation and organization of protected forest institutions, protected forest utilizations and conflict resolution in protected forest.

Keywords : hydrometeorologic disasters, protected forest managements

1. PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun terakhir ini banyak terjadi bencana alam berupa bencana hidrometeorologis di Indonesia. Bencana tersebut antara lain kekeringan, banjir dan tanah longsor. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan frekuensi dan intensitas bencana di Indonesia terus meningkat. Pada tahun 2005 telah terjadi lebih kurang 200 kejadian banjir, dan tahun 2016 terjadi 800 kali kejadian banjir. Kejadian tanah longsor tahun 2005 terjadi lebih kurang 50 kali, dan pada tahun 2016 terjadi longsor 600 kali. Kombinasi kejadian banjir dan tanah longsor kurang dari 10 kejadian tahun 2005 dan 50 kejadian pada tahun 2015. Bencana-bencana tersebut jelas memberikan dampak kerugian yang sangat besar.

Bencana hidrometeorologi seperti banjir dan tanah longsor erat kaitannya dengan curah hujan tinggi akibat kondisi cuaca ekstrem sebagai konsekuensi dari perubahan iklim. Namun demikian curah hujan yang tinggi bukan satu-satunya faktor penyebab terjadinya banjir. Bencana hidrometeorologis erat kaitannya dengan bagaimana proses interaksi antara curah hujan tinggi tersebut dengan kondisi permukaan bumi yang mencakup unsur abiotik (batuan, tanah, aliran sungai), unsur biotik (penutupan vegetasi, penggunaan lahan, sebaran satwa) serta unsur kultural (social, ekonomi dan budaya).

Proses interaksi antara curah hujan dan kondisi permukaan bumi membentuk satu keterkaitan timbal balik dalam bentuk hubungan sebab akibat dalam sebuah ekosistem. Ruang lingkup ekosistem ini pada umumnya merupakan sebuah daerah aliran sungai (DAS).

Diantara unsur-unsur ekosistem tersebut, unsur abiotik bersifat statis dalam arti kondisinya tetap dalam jangka waktu yang cukup lama. Namun unsur biotik khususnya penggunaan lahan bersifat dinamis. Kondisi dinamis dari penggunaan lahan ini antara lain ditunjukkan di kawasan hulu DAS yang menjadi zona lindung, resapan air dan pengendali tata air yang penggunaan lahannya berupa hutan yang berfungsi lindung, berubah menjadi lahan pertanian, perkebunan, pertambangan dan pemukiman. Dalam konteks hubungan sebab akibat, perubahan penggunaan lahan tersebut merupakan penyebab meningkatnya aliran permukaan, erosi tanah, menurunnya kesuburan tanah, sehingga akan mengakibatkan terjadinya lahan kritis di kawasan hutan lindung. Luas lahan kritis di kawasan hutan lindung adalah seluas 2,9 juta ha (12%) dari luas lahan kritis seluruh Indonesia sebesar 24,3 juta ha. Adanya lahan kritis di kawasan hutan lindung dapat mengancam fungsi hutan lindung sebagai sebuah sistem penyangga kehidupan yang ada di sekitarnya maupun daerah di bawahnya.

Pada umumnya masyarakat memahami hubungan sebab akibat menurunnya tutupan hutan yang berakibat kepada meningkatnya bencana hidrometeorologi. Namun penjelasan tentang mekanisme atau proses hubungan sebab akibat

tersebut pada umumnya masih terbatas. Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk memberikan penjelasan peran hutan lindung dalam menurunkan resiko bencana hidrometeorologis, khususnya banjir, kekeringan dan tanah longsor. Berdasarkan pengetahuan peran hutan lindung tersebut diharapkan dapat menjadi acuan penetapan upaya-upaya konkrit dan tepat sasaran dalam kaitannya dengan pengelolaan hutan lindung dalam konteks penanggulangan bencana hidrometeorologis.

Sistematika penulisan makalah ini dimulai dengan pengertian hutan lindung dan fungsi hutan lindung serta kriteria yang digunakan untuk menetapkan sebuah area menjadi hutan lindung. Kemudian dilanjutkan dengan penjelasan mengenai pengertian resiko bencana di suatu daerah serta faktor-faktor yang mempengaruhi resiko tersebut. Selanjutnya akan diuraikan mekanisme hutan lindung dapat mengendalikan faktor resiko bencana khususnya yang berkaitan dengan kejadian banjir bandang, tanah longsor dan kekeringan. Setelah diketahui mekanisme hutan lindung dalam mengurangi resiko bencana maka dilanjutkan dengan uraian tentang berbagai upaya yang dilakukan untuk meningkatkan peran hutan lindung dalam penanggulangan bencana. Terakhir uraian makalah ini akan ditutup dengan kesimpulan.

2. KRITERIA PENETAPAN HUTAN LINDUNG

Hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah (UU No. 41/1999). Berdasarkan pengertian tersebut dapat dipahami bahwa hutan lindung berfungsi melindungi daerah sekitarnya dan daerah bawahannya dari kemungkinan-kemungkinan terjadinya bencana yang disebabkan oleh terganggunya keseimbangan tata air seperti banjir atau kekeringan dan juga dampak lain seperti terjadinya erosi, sedimentasi.

Regulasi yang mendasari penetapan hutan lindung adalah SK Menteri Pertanian No. 837/Kpts/Um/11/80 tentang Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Lindung dan dikemudian dikuatkan dengan beberapa peraturan lainnya seperti SK Mentan No. 680/Kpts/Um/8/81 tentang Pedoman Penatagunaan Hutan Kesepakatan (TGHK), SK Mentan No. 683/Kpts/Um/8/81 tentang Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Produksi, dan terakhir adalah Kepres RI No. 32 tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung.

Landasan utama penentuan arahan hutan lindung adalah dengan menggunakan tiga faktor penentu yaitu: kemiringan lereng, jenis tanah dan intensitas hujan. Masing-masing faktor tersebut memiliki bobot dan skor untuk setiap pengelasannya sebagaimana tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa bobot tertinggi adalah kemiringan lereng. Hal ini menunjukkan bahwa titik berat hutan lindung adalah untuk mengatur tata air. Faktor kemiringan lereng merupakan faktor yang dominan yang mengontrol respon permukaan bumi terhadap curah hujan dimana semakin tinggi kemiringan lereng kemungkinan curah hujan menjadi aliran permukaan adalah semakin besar. Faktor jenis tanah menitikberatkan kepada fungsi hutan lindung dalam mengendalikan erosi.

Jumlah dari perkalian bobot dan skor tersebut digunakan sebagai dasar untuk memberikan arahan fungsi kawasan dengan kriteria pengkelasan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Penentu Arahan Fungsi Penggunaan Lahan.

Parameter /Bobot	Besaran	Kategori Nilai	Skor	Bobot x Skor
Jenis Tanah (15)	Aluvial, Gleisol, Planesol, Hidromorf kelabu, Laterik	Tidak Peka	1	15
	Latosol	Kurang Peka	2	30
	Brown forest soil, non calcic brown, mediteran	Agak Peka	3	45
	Andosol, Laterit, Podsol, Grumusol, Podsolik	Peka	4	60
	Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	Sangat Peka	5	75
Kemiringan lereng (20)	$\leq 8\%$	Datar	1	20
	8 – 15%	Landai	2	40
	15 – 25%	Agak Curam	3	60
	25 – 40%	Curam	4	80
	$\geq 40\%$	Sangat Curam	5	100
Intensitas Hujan (mm/hari) (10)	$\leq 13,6$	Sangat rendah	1	10
	13,6 – 20,7	Rendah	2	20
	20,7 – 27,7	Sedang	3	30
	27,7 – 34,8	Tinggi	4	40
	$\geq 34,8$	Sangat Tinggi	5	50

Tabel.2. Kriteria arahan fungsi kawasan hutan

Total skor	Arahan Fungsi Kawasan Hutan
≥ 175	Hutan Lindung
125 – 174	Hutan Produksi Terbatas
< 125	Hutan Produksi

Disamping kriteria total skor tersebut, terdapat kriteria lain yang menyebabkan suatu kawasan langsung diarahkan sebagai hutan lindung yaitu:

- a. Kemiringan lereng lebih dari atau sama dengan 40%.
- b. Ketinggian tempat lebih dari atau sama dengan 2.000 m diatas permukaan laut.
- c. Kemiringan lereng lebih dari atau sama dengan 15 % dan jenis tanah sangat peka terhadap erosi.
- d. Area dengan gambut dalam (kedalaman gambut lebih dari 3 meter).

Terhadap area-area yang memiliki salah satu dari kriteria diatas, maka walaupun secara total skor kurang dari 175, maka area tersebut tetap diarahkan sebagai hutan lindung.

3. PERAN HUTAN LINDUNG DALAM MENURUNKAN RESIKO BENCANA

Resiko bencana adalah besarnya kemungkinan kehilangan/kerugian (misalnya: kematian, luka-luka, tempat tinggal, infrastruktur terputusnya aktivitas ekonomi, dll) yang disebabkan oleh interaksi antara kejadian bencana dan kondisi kerentanan tertentu (Van Westen, 2009). Besarnya resiko suatu daerah terhadap bencana adalah hasil perkalian dari besarnya kemungkinan terjadinya bencana di daerah tersebut (*hazard probability*), besarnya kerentanan daerah tersebut terhadap bencana (*vulnerability*) dan banyaknya unsur atau obyek yang mungkin terdampak oleh bencana (*element at risk*), atau secara matematis dapat disajikan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$R = H \times V \times A \quad (1)$$

Dimana:

R = Resiko bencana

H = kemungkinan terjadinya bencana

V = tingkat kerentanan bencana

A = banyaknya obyek yang terdampak bencana

Kemungkinan terjadinya bencana (*hazard probability*) memiliki nilai antara 0 sampai dengan 1. Nilai kemungkinan tersebut diperkirakan berdasarkan kajian menggunakan data-data historis, analisis statistik, pemetaan langsung di lapangan, maupun pemodelan menggunakan pendekatan analisis faktor-faktor fisik seperti geomorfologi, geologi dsb. Sebagai contoh terkait dengan besarnya kemungkinan banjir limpasan, maka daerah yang memiliki kemiringan lereng terjal, tekstur tanah halus, kerapatan aliran tinggi dan tanah terbuka memiliki kemungkinan banjir limpasan yang lebih tinggi daripada daerah yang landai, tekstur tanah kasar, kerapatan aliran rendah dan bervegetasi lebat.

Kerentanan suatu daerah terhadap bencana (*vulnerability*) adalah berkaitan dengan besarnya tingkat kerusakan yang mungkin terjadi pada suatu obyek yang terkena bencana pada intensitas tertentu. Nilai kerentanan bencana ini antara 0 sampai dengan 1. Nilai 0 berarti pada area tersebut tidak terjadi kerusakan (kerusakan sangat kecil) ketika terlanda bencana, atau dengan kata lain bahwa daerah tersebut tidak rentan terhadap bencana. Sebaliknya nilai 1, berarti bahwa pada intensitas bencana yang sama, ternyata kerusakan atau kerugian yang timbul sangat besar atau musnah sama sekali. Hal ini menunjukkan bahwa daerah tersebut sangat rentan terhadap bencana. Pada umumnya semakin tinggi kesiapsiagaan daerah tersebut dalam menghadapi bencana maka semakin rendah pula kerentanannya terhadap bencana.

Jumlah unsur atau obyek yang mungkin terdampak oleh bencana (*element at risk*) pada umumnya dikonversikan dengan nilai nominal tertentu, untuk menggambarkan besaran resiko bencana dari sudut pandang kerugian ekonomi.

Untuk menurunkan resiko bencana, maka satu atau lebih besaran dari faktor-faktor tersebut harus dikurangi, sehingga pada akhirnya resiko bencana tersebut akan menurun. Cara untuk menurunkan resiko bencana tersebut disebut dengan upaya menghindari bencana (pencegahan bencana) maupun mengurangi dampak bencana yang terjadi (dengan mitigasi dan kesiapsiagaan terjadinya bencana). Berkaitan dengan upaya untuk menurunkan resiko bencana inilah diharapkan peran dan keberadaan hutan lindung dapat menurunkan atau mengurangi kemungkinan terjadinya bencana.

Keberadaan hutan lindung dalam jumlah luasan dan persebarannya akan berpengaruh kepada pola penggunaan/penutupan lahan dan pada gilirannya berpengaruh kepada pengendalian tata air (banjir dan kekeringan) dan pengendalian erosi/tanah longsor. Hutan lindung dalam hal ini diasumsikan sebagai pola penggunaan lahan hutan dengan penutupan vegetasi yang rapat. Peran hutan lindung dalam pengendalian tata air serta erosi/tanah longsor tentu tidak terlepas dari faktor lain seperti faktor fisik (topografi, tanah, batuan) maupun factor meteorologis (curah hujan). Namun sifat penggunaan lahan yang dinamis dan rentan mengalami perubahan menyebabkan peran hutan lindung perlu mendapatkan perhatian yang lebih dibandingkan dengan faktor yang lain yang relatif lebih statis.

Uraian berikut menjelaskan peran dan mekanisme hutan lindung dalam menurunkan kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologi di suatu daerah, yaitu banjir bandang, tanah longsor dan kekeringan.

3.1 Peran hutan lindung dalam pengendalian banjir limpasan (banjir bandang)

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya kemungkinan terjadinya bencana banjir bandang adalah menggunakan model banjir limpasan. Metode ini menggunakan asumsi bahwa semakin besar koefisien

runoff pada suatu daerah maka kemungkinan terjadinya bencana banjir bandang semakin besar.

Parameter yang digunakan dalam penentuan besarnya koefisien *runoff* adalah kemiringan lereng, tingkat infiltrasi tanah, penutupan vegetasi dan kerapatan aliran. Skoring dari masing-masing parameter tersebut adalah seperti yang tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Penentu Koefisien *Runoff*

Parameter	Besaran	Kategori nilai	Skor
Lereng	> 30%	Curam	40
	10-30%	Berbukit	30
	5-10%	Bergelombang	20
	0-5%	Relatif datar	10
Tutupan vegetasi	Veg. Kerapatan tinggi	S. Rendah	5
	Veg. Kerapatan sedang	Rendah	10
	Veg. Kerapatan jarang	Sedang	15
	Permukiman & Permukaan Diperkeras	Tinggi	20
Infiltrasi tanah (tekstur tanah)	Tekstur kasar	Ekstrim	5
	Tekstur geluh	Cepat	10
	Tekstur halus	Sedang	15
	Tekstur liat	Lambat	20
Timbunan di permukaan (pola aliran dan kerapatan alur sungai)	Selalu	Tinggi	5
	Tergenang dijumpai	Normal	10
	depresi permukaan, danau dan rawa sistem aluran cukup baik pengeringan terlalu cepat	Rendah	15
		Diabaikan	20

Tabel 3 tersebut memperlihatkan bahwa hutan lindung berperan dalam kaitannya menjaga kondisi tutupan vegetasi tetap pada kerapatan yang tinggi. Pada kondisi penutupan vegetasi rapat maka koefisien runoff menjadi rendah sehingga pada akhirnya dapat menurunkan kemungkinan terjadinya banjir bandang.

3.2 Peran hutan lindung dalam pengendalian tanah longsor

Kejadian tanah longsor dipengaruhi oleh factor-faktor geologi, hidrologi, topografi iklim, iklim dan cuaca yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng. Disamping itu tumbuh-tumbuhan juga mempengaruhi stabilitas lereng. Peran vegetasi tersebut, khususnya yang berkaitan dengan kestabilan massa tanah adalah bahwa akar tumbuh-tumbuhan akan memperkuat lereng dan air yang terserap oleh akar akan mengurangi kelembaban tanah, sehingga juga memperkuat lereng (Hardiyatmo, 2006).

Pada umumnya tumbuh-tumbuhan mempunyai pengaruh yang baik terhadap stabilitas lereng, walaupun dalam hal-hal tertentu dapat juga merugikan. Keuntungan utama vegetasi berkayu terhadap stabilitas lereng adalah (Hardiyatmo, 2006):

- a. Akar secara mekanis memperkuat tanah.
- b. Batang pohon yang tertanam dalam tanah menjangkar tanah dan dapat bekerja sebagai penahan lereng ke bawah.
- c. Berat vegetasi dalam beberapa hal dapat menambah stabilitas lereng. Namun hal ini tidak terjadi jika zona akar sangat dangkal dan tidak memotong bidang longsor potensial, maka tumbuh-tumbuhan justru menambah beban pada lereng.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka peran vegetasi hutan di hutan lindung sangat penting dalam kaitannya dalam menjaga stabilitas lereng sehingga dapat menurunkan kemungkinan terjadinya bencana tanah longsor.

Faktor stabilitas lereng tersebut sangat penting, karena itu dalam pemanfaatan hutan lindung dilarang untuk merubah bentang lahan, karena dapat memicu terjadinya tanah longsor. Hal-hal yang menyebabkan terjadinya longsor ketika dilakukan pengubahan bentang lahan antara lain:

- a. Penggalan atau pemotongan tanah pada kaki lereng.
- b. Penggalan yang mempertajam kemiringan lereng.

3.3 Peran hutan lindung dalam pengendalian bencana kekeringan

Bencana kekeringan merupakan bencana yang disebabkan karena menurunnya curah hujan, sehingga ketersediaan air menjadi lebih kecil dari permintaan air untuk berbagai kebutuhan baik domestic, pertanian, industri, dsb. Langkanya ketersediaan air pada umumnya terjadi karena menurunnya ketersediaan air tanah dangkal atau menurunnya debit aliran dasar di musim kemarau. Baik air tanah dangkal maupun aliran dasar adalah bersumber dari air hujan yang terinfiltrasi kedalam tanah dan tersimpan pada zona perakaran tanaman.

Ketersediaan air tanah dangkal ini akan tetap ada ketika proses infiltrasi tanah tidak terganggu. Proses infiltrasi terjadi ketika besarnya intensitas hujan lebih kecil dari laju infiltrasi tanah serta didukung oleh kondisi penutupan tanah yang tidak memungkinkan air hujan yang jatuh berubah secara cepat menjadi aliran permukaan (*runoff*). Kondisi penutupan tanah yang mendukung infiltrasi tanah tersebut antara lain, kemiringan lereng yang tidak terlalu curam, adanya rongga-rongga tanah seperti bekas lubang cacing, bekas akar tanaman, serta adanya serasah dari daun-daun yang vegetasi yang menumpuk di permukaan tanah.

Serasah di permukaan tanah bermanfaat untuk dua hal yaitu untuk penutupan tanah dan penambahan bahan organik yang biasanya disebut petani sebagai 'humus'. Peran serasah melalui penutupan tanah penting untuk mengendalikan

penguapan yang berlebihan pada musim kemarau sehingga tanah tetap lembab dan kekeringan tidak terjadi secara berkepanjangan. Pada musim penghujan seresah di permukaan tanah berperan penting dalam meningkatkan jumlah air yang masuk ke dalam tanah, mengurangi jumlah dan laju limpasan permukaan pada lahan-lahan berlereng (Hariah, et. al.,2004).

Air hujan yang terinfiltrasi tersebut akan tertahan dalam tanah karena diikat oleh gaya kapiler tanah dan gaya osmosis perakaran tanaman. Semakin tebal solum tanah dan semakin dalam perakaran tanaman maka semakin besar air tanah yang dapat ditahan. Kedua faktor tersebut secara bersama-sama akan menentukan seberapa besar kapasitas menahan air (*water holding capacity*). Dalam kaitannya dengan penyediaan air tanah ini maka semakin besar kapasitas menahan air pada suatu daerah maka semakin kecil kemungkinan terjadinya bencana kekeringan, dikarenakan tersedianya pasokan air yang akan dilepaskan pada musim kamarau.

Hutan lindung pada dasarnya memiliki karakteristik tutupan vegetasi yang mendukung proses infiltrasi tanah, disamping itu kedalaman perakaran vegetasi hutan juga dapat meningkatkan kapasitas penahanan air. Fungsi hutan lindung ini akan semakin optimal jika didukung kondisi sifat fisik tanah terutama tekstur dan ketebalan solum tanah. Kombinasi yang ideal antara kedalaman perakaran dan kedalaman solum tanah menjadikan hutan lindung dapat berperan sebagai 'green dam' dan diharapkan dapat menjaga kestabilan tata air di daerah tersebut, sehingga terhindar dari kekeringan.

4. PENGELOLAAN HUTAN LINDUNG

Pada bagian sebelumnya sudah dijelaskan tentang peran dan mekanisme hutan lindung dalam menurunkan kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologis. Berkaitan dengan hal tersebut, agar peran hutan lindung tersebut menjadi maksimal dan lestari, maka perlu dilakukan berbagai upaya peningkatan peran dan pengelolaan hutan lindung. Upaya-upaya yang dapat dilakukan antara lain:

4.1 Penyesuaian tata ruang dan pemanfaatan hutan

Hutan lindung memiliki peran yang cukup strategis dalam menurunkan kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologis. Memperhatikan peran strategis hutan lindung tersebut maka dalam proses penataan ruang jumlah dan distribusi hutan lindung seharusnya ditetapkan terlebih dahulu, sedemikian rupa sehingga kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologis tersebut menjadi paling minimal. Pemikiran ini sejalan dengan prinsip "Dalil Sisa" sebagaimana yang dikemukakan oleh Handadhari (2016). Prinsip dalil sisa merupakan suatu pemikiran di dalam sebuah proses penataan ruang yang mengutamakan penetapan wilayah yang harus dipertahankan sebagai kawasan lindung dan konservasi untuk penyelamatan pembangunan bagi kesejahteraan kehidupan. Sisa

ruang darat lainnya baru dapat dibagikan untuk lahan budidaya ataupun kepentingan lain.

Untuk mengakomodir prinsip dalil sisa tersebut maka perlu dilakukan proses penyesuaian dengan tata ruang yang sudah ada. Dalam hal ini dilakukan proses reskoring kawasan hutan yang ada dengan menggunakan data-data yang paling handal (akurat, lengkap dan terkini) untuk menentukan daerah-daerah mana yang seharusnya menjadi hutan lindung. Proses penyesuaiannya dilakukan dengan membandingkan arahan hasil reskoring dengan tata ruang ada, serta mempertimbangkan kondisi penggunaan lahan yang ada pada saat ini. Keluaran dari proses penyesuaian tersebut adalah rekomendasi yang mempertimbangkan tiga kondisi tersebut sebagaimana yang disajikan pada Tabel 4.

Disamping proses penyesuaian tersebut itu perlu dilakukan proses simulasi untuk mengetahui seberapa besar peran hutan lindung dalam mengurangi kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologi. Proses simulasi ini akan menghasilkan luasan hutan lindung yang paling optimum dalam rangka melindungi daerah sekitarnya dan daerah bawahnya dari bencana hidrometeorologis. Dengan luasan yang optimum ini diharapkan juga luasan dan distribusi hutan lindung dapat ditetapkan dengan landasan ilmiah dan pengusulan untuk perubahan fungsi hutan lindung menjadi fungsi hutan yang lain akan berkurang atau tidak ada lagi.

Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, Serta Pemanfaatan Hutan.

Tabel 4. Matriks rekomendasi pemanfaatan kawasan hutan lindung

ARAHAN HL (berdasarkan LTI DAN gambut)	Tata Ruang	Penggunaan Lahan Eksisting	Rekomendasi
Lindung	Lindung	Lindung	Dipertahankan sebagai fungsi lindung
Lindung	Lindung	Budidaya	Penggunaan lahan eksisting harus diubah menjadi fungsi lindung
Lindung	Budidaya	Lindung	Tata ruang harus diubah menjadi fungsi lindung
Lindung	Budidaya	Budidaya	Tata ruang dan PL eksisting harus diubah menjadi fungsi lindung
Penyangga/ Budidaya	Lindung	Lindung	Dipertahankan sebagai fungsi lindung
Penyangga/ Budidaya	Lindung	Budidaya	PL eksisting harus diubah menjadi fungsi lindung, atau Tata Ruang dapat dipertimbangkan menjadi fungsi budidaya
Penyangga/	Budidaya	Lindung	Dipertahankan sebagai fungsi

Budidaya			lindung
Penyangga/ Budidaya	Budidaya	Budidaya	Dapat dipertimbangkan menjadi fungsi budidaya

4.2 Penguatan regulasi dan organisasi pengelola hutan lindung

Adanya wewenang yang diberikan oleh negara kepada pemerintah untuk mengatur dan mengurus segala sesuatu yang berkaitan dengan hutan, kawasan hutan dan hasil hutan mengamanatkan untuk dibentuknya kesatuan pengeolaan hutan (KPH) yaitu kesatuan pengeolaan hutan konservasi (KPHK), kesatuan pengeolaan hutan produksi (KPHP, termasuk juga kesatuan pengelolaan hutan lindung (KPHL).

Regulasi yang menjadi dasar pembentukan dan operasionalisasi KPH sebagai berikut:

1. UU No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan.
2. UU No. 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air.
3. PP No. 6 Tahun 2007 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, Serta Pemanfaatan Hutan. Jo PP No. 3 Tahun 2008 tentang Perubahan Atas PP No. 6 Tahun 2007 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, Serta Pemanfaatan Hutan.
4. PP No. 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.
5. PP No. 76 Tahun 2008 tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan.
6. PP No. 24 Tahun 2010 tentang Penggunaan Kawasan Hutan.
7. PP No. 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS.
8. Permenhut No. P.36/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Perizinan Usaha Pemanfaatan Penyerapan dan/atau Penyimpanan Karbon Pada Hutan Produksi dan Hutan Lindung.
9. Permenhut No. P.22/Menhut-II/2012 tentang Pedoman Kegiatan Usaha pemanfaatan Jasa Lingkungan Wisata Alam pada Hutan Lindung.
10. Permenhut No. P.9/Menhut-II/2013 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung dan Pemberian Insentif Kegiatan RHL.
11. Permenhut No. P.39/Menhut-II/2013 Pemberdayaan Masyarakat Setempat Melalui Kemitraan Kehutanan.
12. Permenhut No. P.11/Menhut-II/2013 Tahun 2013 tentang Perubahan atas Permenhut No. P.36/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Perizinan Usaha Pemanfaatan Penyerapan dan/atau Penyimpanan Karbon Pada Hutan Produksi dan Hutan Lindung.
13. Permenhut No. P.16/Menhut-II/2014 tentang Pedoman Pinjam Pakai Kawasan Hutan.
14. Permenhut No. P.8/Menhut-II/2015 tentang Perubahan Kedua atas Permenhut No. P.36/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Perizinan Usaha

Pemanfaatan Penyerapan dan/atau Penyimpanan Karbon Pada Hutan Produksi dan Hutan Lindung.

15. Permen LHK No. P.54/MenLHK/Setjen/Kum.1/6/2016 tentang Tata Cara Pemberian dan Perpanjangan Izin Pemungutan Hasil Hutan Kayu atau Hasil Hutan Bukan Kayu pada Hutan Negara.

16. Permen LHK Nomor: P.49/MENLHK/SETJEN/KUM.1/9/2017 tentang Kerja Sama Pemanfaatan Hutan pada Kesatuan Pengelolaan Hutan.

Seluruh kawasan hutan di Indonesia terbagi habis dalam unit-unit KPH. Total unit KPH di Indonesia adalah 629 unit KPH dengan rincian 100 unit KPHK (luas 21,9 juta ha), 182 unit KPHL (luas 29,64 jt Ha) dan 347 unit KPHP (69,24 jt Ha).

4.3 Pemanfaatan hutan lindung

Pada prinsipnya hutan lindung dapat dimanfaatkan untuk memperoleh manfaat hasil dan jasa hutan secara optimal, adil, dan lestari bagi kesejahteraan masyarakat. Pemanfaatan hutan lindung dapat diselenggarakan melalui kegiatan:

- a. pemanfaatan kawasan,
- b. pemanfaatan jasa lingkungan, dan/atau
- c. pemungutan hasil hutan kayu dan bukan kayu.

Pemanfaatan kawasan adalah kegiatan untuk memanfaatkan ruang tumbuh sehingga diperoleh manfaat lingkungan, manfaat sosial dan manfaat ekonomi secara optimal dengan tidak mengurangi fungsi utamanya. Pemanfaatan jasa lingkungan adalah kegiatan untuk memanfaatkan potensi jasa lingkungan dengan tidak merusak lingkungan dan mengurangi fungsi utamanya. Pemanfaatan hasil hutan bukan kayu adalah kegiatan untuk memanfaatkan dan mengusahakan hasil hutan berupa bukan kayu dengan tidak merusak lingkungan dan tidak mengurangi fungsi pokoknya.

Untuk menjamin kelestarian fungsi hutan lindung, kegiatan usaha pemanfaatan kawasan pada hutan lindung dilakukan dengan ketentuan :

- a. tidak mengurangi, mengubah atau menghilangkan fungsi utamanya;
- b. pengolahan tanah terbatas;
- c. tidak menimbulkan dampak negatif terhadap biofisik dan sosial ekonomi;
- d. tidak menggunakan peralatan mekanis dan alat berat; dan/atau
- e. tidak membangun sarana dan prasarana yang mengubah bentang alam.
- f. Penambangan dengan pola penambangan bawah tanah dengan ketentuan dilarang mengakibatkan turunnya permukaan tanah, berubahnya fungsi pokok kawasan hutan secara permanent dan terjadinya kerusakan akuifer air tanah.

4.4 Penyelesaian konflik di hutan lindung

Permasalahan yang saat ini mengemuka dalam pengelolaan hutan lindung adalah adanya konflik sumberdaya lahan antara masyarakat yang berkeinginan untuk mengelola hutan lindung dengan pemerintah selaku pihak yang berwenang mengelola hutan lindung. Salah satu penyebab konflik sumberdaya lahan ini pada umumnya adalah perambahan di kawasan hutan lindung oleh masyarakat. Namun demikian tidak tertutup kemungkinan parapihak yang berkonflik juga mencakup korporasi atau instansi pemerintah non-kehutanan.

Upaya penyelesaian konflik yang diutamakan adalah mediasi. Namun jika upaya mediasi menemui jalan buntu, maka ditempuh penegakkan hukum melalui jalur pengadilan.

Salah satu upaya penyelesaian konflik dengan masyarakat memberikan akses pengelolaan hutan melalui program perhutanan sosial yaitu:

- a. Hutan Kemasyarakatan;
- b. Hutan Desa;
- c. Hutan Adat;
- d. Hutan Tanaman Rakyat dan;
- e. Kemitraan.

5. KESIMPULAN

1. Parameter utama penentuan arahan hutan lindung adalah dengan cara skoring tiga faktor penentu yaitu: kemiringan lereng, jenis tanah dan intensitas hujan. Arahan kawasan hutan lindung ditentukan jika memenuhi salah satu kriteria berikut:
 - a. Jumlah skor kemiringan lereng, jenis tanah dan intensitas hujan lebih dari atau sama dengan 175.
 - b. Kemiringan lereng lebih dari atau sama dengan 40%.
 - c. Ketinggian tempat lebih dari atau sama dengan 2.000 m diatas permukaan laut.
 - d. Kemiringan lereng lebih dari atau sama dengan 15 % dan jenis tanah sangat peka terhadap erosi.
 - e. Area dengan gambut dalam (kedalaman gambut lebih dari 3 meter).
2. Peran dan mekanisme hutan lindung dalam menurunkan kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologi yaitu banjir bandang, tanah longsor dan kekeringan adalah sebagai berikut:
 - a) Terkait bencana banjir bandang, hutan lindung berperan dalam kaitannya menjaga kondisi tutupan vegetasi tetap pada kerapatan yang tinggi. Pada kondisi penutupan vegetasi rapat maka koefisien runoff menjadi rendah sehingga pada akhirnya dapat menurunkan kemungkinan terjadinya banjir bandang tersebut.

- b) Terkait bencana tanah longsor, hutan lindung berperan dalam menjaga stabilitas lereng dimana akar secara mekanis memperkuat tanah, batang pohon yang tertanam dalam tanah menjangkar tanah dan dapat bekerja sebagai penahan lereng ke bawah, berat vegetasi dalam beberapa hal dapat menambah stabilitas lereng.
 - c) Terkait bencana kekeringan, hutan lindung pada dasarnya memiliki karakteristik tutupan vegetasi yang mendukung proses infiltrasi tanah, disamping itu kedalaman perakaran vegetasi hutan juga dapat meningkatkan nilai kapasitas penahanan air. Dalam kaitannya dengan penyediaan air tanah ini maka semakin besar nilai kapasitas menahan air pada suatu daerah maka semakin kecil kemungkinan terjadinya bencana kekeringan, dikarenakan tersedianya pasokan air yang akan dilepaskan pada musim kemarau.
3. Hutan lindung memiliki peran yang cukup strategis dalam menurunkan kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologis. Agar peran hutan lindung tersebut menjadi maksimal dan lestari, maka perlu dilakukan berbagai upaya peningkatan peran dan pengelolaan hutan lindung antara lain:
- a. Penyesuaian tata ruang dan pemanfaatan hutan.
 - b. Penguatan regulasi dan organisasi pengelola hutan lindung.
 - c. Pemanfaatan hutan lindung.
 - d. Penyelesaian konflik hutan lindung.
4. Di dalam proses penataan ruang, jumlah dan distribusi hutan lindung seharusnya ditetapkan terlebih dahulu, sedemikian rupa sehingga kemungkinan terjadinya bencana hidrometeorologis tersebut menjadi paling minimal. Hal ini sejalan dengan prinsip dalil sisa dimana proses penataan ruang adalah mengutamakan penetapan wilayah yang harus dipertahankan sebagai kawasan lindung dan konservasi untuk penyelamatan pembangunan bagi kesejahteraan kehidupan. Sisa ruang darat lainnya baru dapat dibagikan untuk lahan budidaya ataupun kepentingan lain.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Hairiah, Kurniatun, Widiyanto, Didik Suprayogo, Rudi Harto Widodo, Pratiknyo Purnomosidhi, Subekti Rahayu dan Meine van Noordwijk. 2004, Ketebalan Seresah Sebagai Indikator DAS Sehat, World Agroforestry Center, Bogor.
- Handadhari, Transtoto. 2016, Tata Ruang dan Bencana Alam, Majalah Gatra
- Hardiyatmo, Hary C. 2006, Penanganan Tanah Longsor dan Erosi, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Van Westen, Cees. 2009, Multi Hazard Risk Assessment, United Nations University – ITC School on Disaster Geo-information Management (UNU-ITC DGIM), URL: www.itc.nl/unu/dgim.

ANCAMAN TSUNAMI DI WILAYAH BIREUEN, ACEH

R. Robiana, Merry C. Natalia, dan A. P. Lewu

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122,
Indonesia, email; robiana_geo104@yahoo.com

ABSTRAK

Hasil pemodelan menunjukkan wilayah Bireuen berpotensi terdampak tsunami terutama jika terjadi gempa bumi lebih besar dari Mw 8,9 dengan ketinggian tsunami di pesisir Bireuen antara 1 - 4 m dan waktu tiba gelombang antara 56 - 110 menit sejak terjadi gempa bumi. Berdasarkan pengamatan lapangan diketahui bahwa mayoritas pesisir pantai Bireuen merupakan wilayah pantai landai dengan kemiringan rata-rata sekitar 0 - 4o serta tutupan lahan berupa pantai terbuka, pantai vegetasi lebat, dan pantai campuran, sehingga dapat diketahui jarak landaan maksimum di pantai Bireuen sekitar 30 - 900 m ke arah darat. Hasil tumpang susun dengan foto citra satelit, landaan tsunami akan berdampak terhadap pemukiman penduduk seperti terjadi di Samalanga, Simpang Mamplam, Matang Pasi, dan Blang Dalam.

Katakunci : Bireuen, Aceh, Tsunami Hazard, Tsunami Modeling, Mitigasi Bencana Tsunami

1. PENDAHULUAN

Subduksi lempeng Indo-Australia terhadap lempeng Eurasia dengan kecepatan 5-6 cm per tahun (DeMets dkk., 1994), menjadikan Provinsi Aceh sebagai salah satu wilayah di Indonesia yang berpotensi tinggi mengalami tsunami. Salah satu wilayah yang terancam tsunami di wilayah Aceh adalah Bireuen yang berada di pesisir pantai utara. Berdasarkan catatan sejarah, saat tsunami melanda Aceh pada tahun 2004 silam, Samalanga, Bireuen juga mengalami dampak akibat tsunami yang menyebabkan korban jiwa sebanyak 21 orang. Oleh sebab itu wilayah ini memerlukan analisis mendalam terhadap ancaman tsunami.

Pemodelan tsunami merupakan cara tercepat dan termudah menganalisis kerawanan tsunami, terutama untuk daerah-daerah yang berpotensi tsunami namun sedikit atau tidak ada data mengenai dampak dan sejarah tsunami yang pernah terjadi. Pemodelan tsunami akan menghasilkan tinggi dan waktu tiba gelombang tsunami di wilayah penelitian.

Jarak landaan tsunami maksimum dapat dihitung dengan memperhitungkan faktor kemiringan pantai dan rasio jarak antara celah dengan faktor kekasaran lokalnya (roughness aperture) (Smart dkk, 2015). Analisis tentang potensi tsunami dapat menjadi kajian awal dalam pelaksanaan pemetaan kawasan rawan bencana tsunami, perencanaan mitigasi bencana, ataupun untuk keperluan awal perencanaan penataan ruang pesisir pantai.

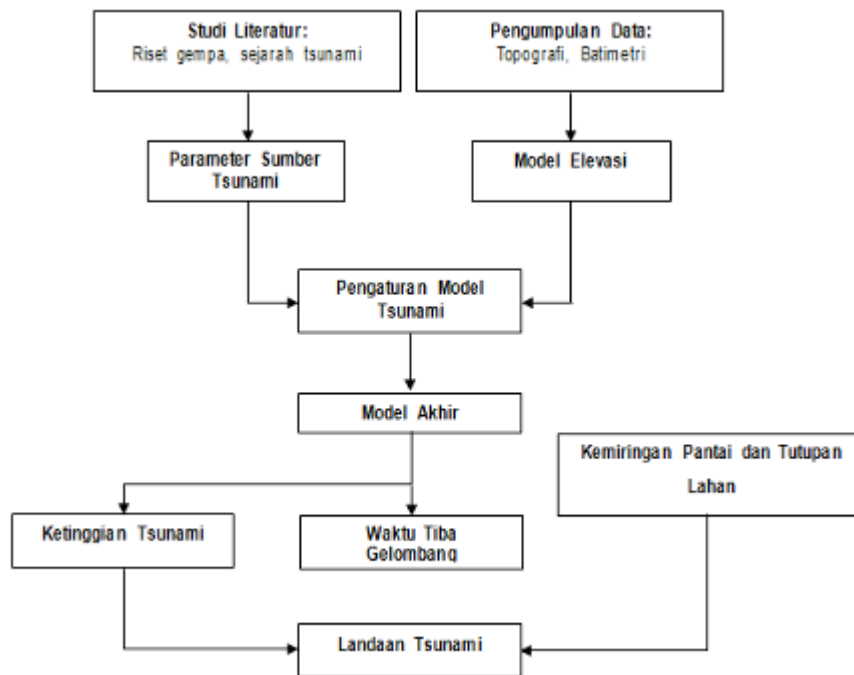


Gambar 1. Lokasi Bireuen yang berada di pantai utara provinsi Aceh.

2. METODOLOGI

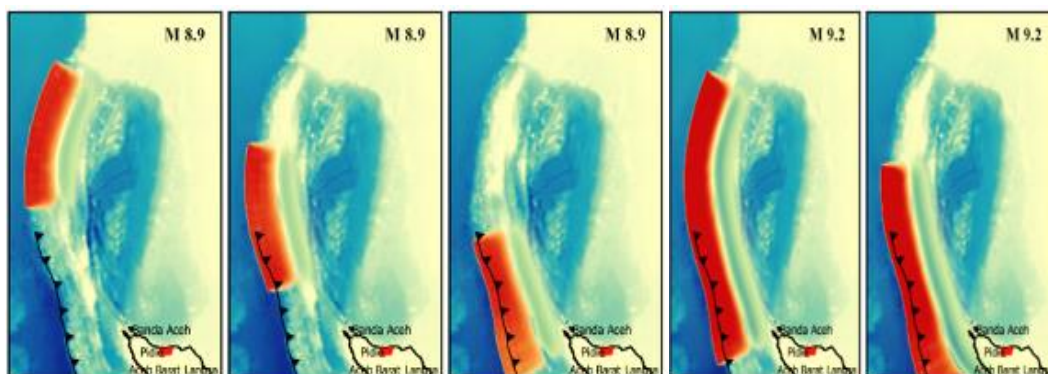
Terdapat lima tahap utama yang dilalui dalam pemodelan tsunami. Tahap pertama yaitu studi literatur untuk memahami kondisi geologi-tektonik di wilayah kajian serta memahami model hidrodinamika yang digunakan. Setelah itu, masuk ke tahap pengumpulan dan pengolahan data. Data yang diolah adalah data elevasi berupa data bathimetri dan topografi dari berbagai sumber, sebagai input dalam pemodelan tsunami yang dibuat menjadi beberapa domain pemodelan dengan berbagai ukuran grid. Selain itu, dilakukan analisis terhadap sumber tsunami yang berasal dari kajian PTHA, sejarah kejadian dan penelitian terdahulu.

Setelah semua data siap, masuk ke tahap selanjutnya, yaitu pengaturan model di dalam software ANUGA dengan melakukan pengujian tahap awal. Setelah model siap, langkah selanjutnya adalah menjalankan model tahap akhir dengan menggunakan seluruh skenario serta resolusi model yang terbaik.. Hasil simulasi berupa amplituda serta waktu tiba gelombang tsunami di pantai.



Gambar 2. Alur kerja dalam melakukan pemodelan tsunami.

Sumber gempa bumi yang digunakan berasal dari zona subduksi Aceh di sebelah barat pulau Sumatera, dengan penempatan zona sumber gempa bumi dipilih yang sekiranya dapat menghasilkan tinggi tsunami maksimum di wilayah penelitian. Skenario model yang digunakan adalah 3 (tiga) skenario kejadian gempa bumi pada Magnitudo Mw 8,9 dan 2 (dua) skenario gempa bumi pada magnitudo Mw 9,2 (gambar 3). Pemilihan magnitudo gempa bumi mengacu pada maksimum magnitudo berdasarkan sejarah kegempaan serta hasil analisis menggunakan persamaan Gutenberg-Richter.

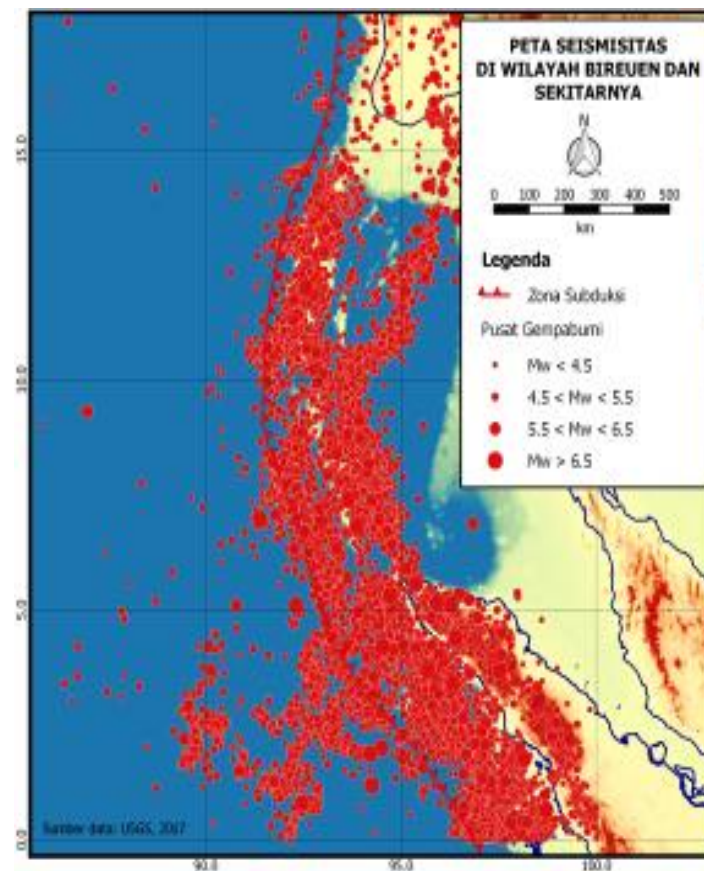


Gambar 3. Model deformasi sumber gempa bumi pembangkit tsunami dengan 5 skenario gempa bumi pada magnitudo Mw 8,9 dan 9,2. Gempa bumi berturut-turut di sebut sebagai source 01 (Mw 8,9), source 02 (Mw 8,9), source 03 (Mw 8,9), source 04 (Mw 9,2), dan source 05 (Mw 9,2)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sejarah Kegempaan dan Tsunami

Berdasarkan peta seismisitas disekitar wilayah penelitian, tampak aktivitas kegempaan di daerah ini cukup tinggi. Sumber gempa bumi selain berasal dari zona subduksi, sesar-sesar aktif di darat juga menjadi sumber pembangkit gempa bumi di wilayah ini. Magnitudo gempa bumi yang terjadi bervariasi mulai dari magnitudo $M_w < 5$ sampai gempa bumi besar yang berpotensi membangkitkan tsunami dengan magnitudo lebih besar dari 6.5 M_w pada kedalaman dangkal (< 60 km) (gambar 4).

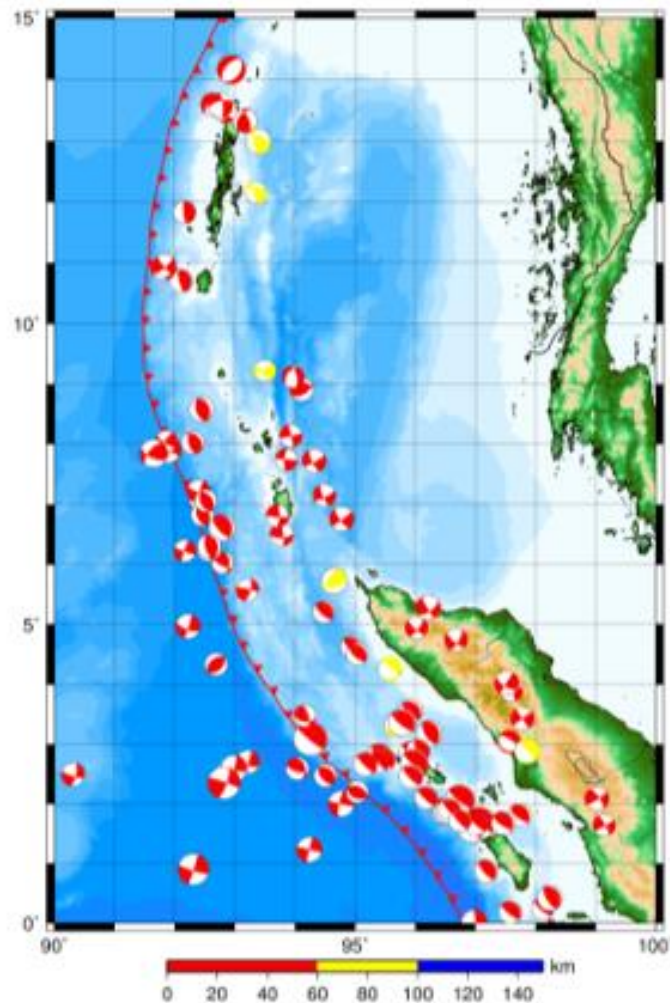


Gambar 4. Peta seismisitas wilayah Bireuen dan Sekitarnya, periode 1900 - 2017. (USGS, 2017)

Tidak semua gempa bumi menyebabkan tsunami, dibutuhkan gempa dengan magnitudo lebih dari $M_w 6$ untuk menghasilkan gelombang tsunami, dan magnitudo lebih dari 7,5 untuk menghasilkan tsunami yang merusak (<http://itic.ioc-unesco.org>). Data katalog gempa menunjukkan bahwa di wilayah subduksi Aceh - Andaman telah banyak menghasilkan gempa-gempa dangkal

dengan magnitudo cukup besar ($M_w > 6,5$) yang dapat memicu terjadinya tsunami (gambar 5).

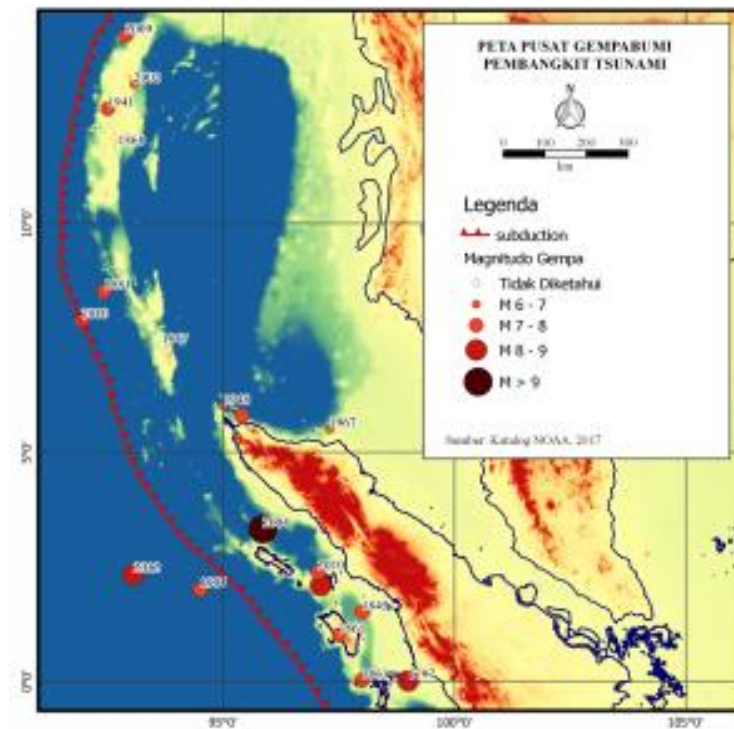
Gempa yang dapat membangkitkan tsunami biasanya gempa dengan mekanisme naik atau normal karena untuk terjadinya tsunami perlu adanya perubahan vertikal di permukaan laut. Berdasarkan katalog tsunami NOAA-NGDC (<http://www.ngdc.noaa.gov/>) diketahui bahwa tsunami terjadi beberapa kali di zona subduksi sekitar lokasi penyelidikan, yang semuanya disebabkan oleh sumber gempa bumi (tabel 1, gambar 6).



Gambar 5. Gempa-gempa besar dengan magnitudo $M_w > 6,5$ yang terjadi disekitar wilayah penyelidikan. (Global CMT, 2017).

Tabel 1. Sejarah kejadian tsunami di sekitar wilayah penelitian

Year	Validity	Eq Mag	Lat	Lon	Runups (m)
1797	4	8	0.001	99	2
1843	4	7.3	1.5	98	3
1847	3	*	7.333	93.667	1
1861	4	7	0.009	98	4
1861	4	7	1	97.5	1
1861	3	6.8	1	97.5	1
1868	4	*	11.67	92.73	1
1881	3	7.9	8.52	92.43	11
1907	4	7.6	2	94.5	16
1941	4	7.6	12.5	92.5	2
1948	3	6.3	6	95	1
1964	3	7	5.8	95.4	1
1967	3	6.1	5.5	97.3	1
2002	4	6.5	13.036	93.068	4
2004	4	9.1	3.316	95.854	1622
2005	4	8.7	2.085	97.108	61
2009	3	7.5	14.099	92.888	1
2010	4	7.8	2.383	97.048	6
2010	4	7.5	7.881	91.936	1
2012	4	8.6	2.327	93.063	20
2012	4	8.2	0.802	92.463	4

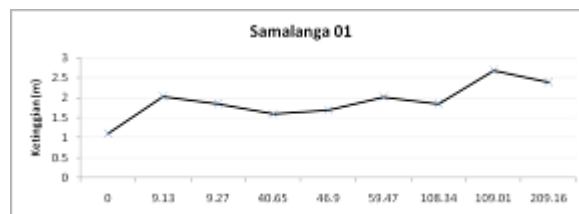


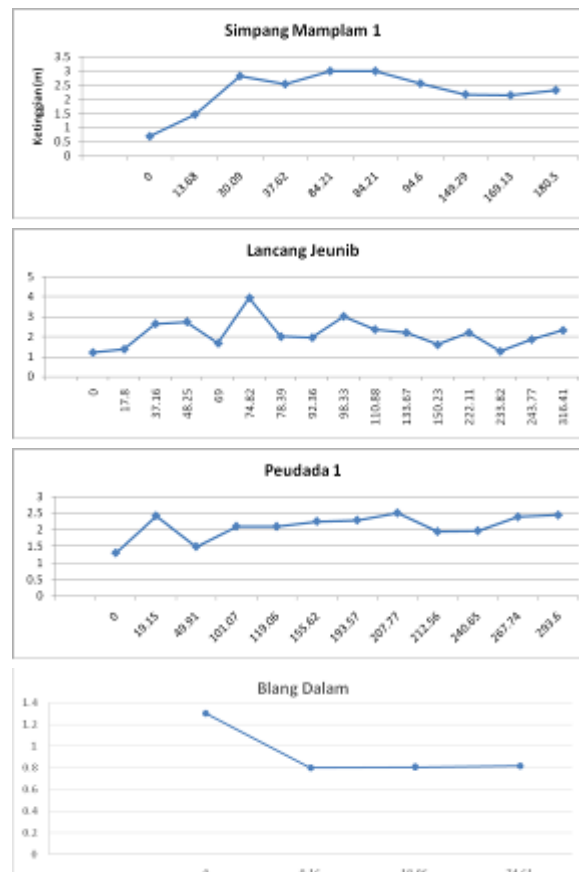
Gambar 6. Pusat gempa bumi yang menyebabkan tsunami (NOAA, 2017).

Tercatat setidaknya telah terjadi tsunami sebanyak 21 kejadian akibat gempa bumi dengan tinggi gelombang bervariasi mulai di bawah 1 m hingga puluhan meter. Dari tabel 1 terlihat bahwa gempa yang menghasilkan gelombang tsunami yang cukup tinggi memiliki besar magnitudo $> M_w 7,5$.

3.2 Karakteristik dan Profil Pantai

Secara umum, pantai di wilayah Bireuen memiliki jenis karakteristik yang hampir mirip di semua pesisir. Tipe pantai berbentuk lurus dan bermorfologi datar-landai, didominasi oleh litologi pasir halus-kasar. Kemiringan pantai kurang dari 10o dengan lebar pantai antara 100 - 200 meter (gambar 7). Pantai tipe ini memiliki kerawanan tinggi jika dilanda tsunami karena terletak di laut dangkal yang landai. Gelombang tsunami yang melanda daerah ini, walaupun tidak terlalu tinggi, dapat masuk jauh ke darat karena morfologi pantai yang datar dan luas.





Gambar 7. Profil penampang pantai di beberapa wilayah pesisir Bireuen.

Penampang lateral pantai menunjukkan jenis pantai di wilayah Bireuen yang sangat landai dan bergelombang. Morfologi bergelombang terutama disebabkan oleh gundukan-gundukan pasir akibat dari penggunaan wilayah pesisir sebagai area tambak penduduk sekitar. Beberapa wilayah menunjukkan adanya tinggian pada area dekat pantai yang teridentifikasi sebagai dinding penahan gelombang.

Vegetasi penutup lahan pesisir di kabupaten Bireuen memiliki tingkat densitas yang bervariasi di sepanjang wilayah pesisir pantai (gambar 8). Keberadaan vegetasi pantai cukup berpengaruh dalam mereduksi gelombang tsunami, namun tergantung pada besarnya gelombang tsunami serta faktor atribut vegetasi seperti densitas, lebar, dan usia vegetasi tersebut (Keith Forbes dan Jeremy Broadhead, 2007). Di lihat dari densitas vegetasinya, pantai di kabupaten Bireuen dibagi menjadi tiga jenis yaitu pantai dengan densitas vegetasi tinggi, pantai campuran antara vegetasi ringan dengan pemukiman, serta pantai terbuka.



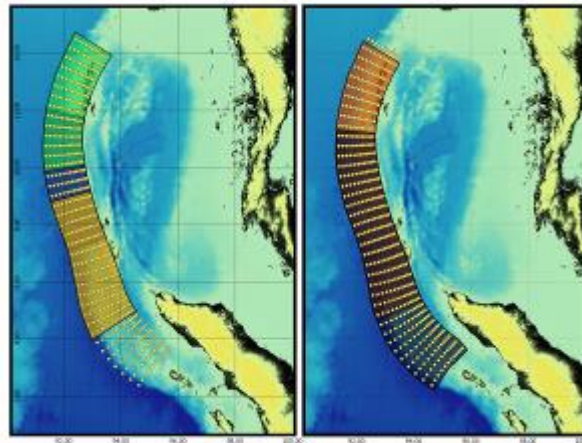
Gambar 8. Karakteristik pantai di Bireuen yang didominasi jenis pantai bertipe landai.
Mengacu pada Smart dkk (2015), parameter *roughness aperture* di wilayah Bireuen dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 2. Parameter roughness aperture

Kondisi <i>roughness</i>	Nilai <i>Aperture</i> a (m)
Pantai bergelombang terbuka	100
Bangunan, kebun kelapa	80
Vegetasi lebat, hutan	10

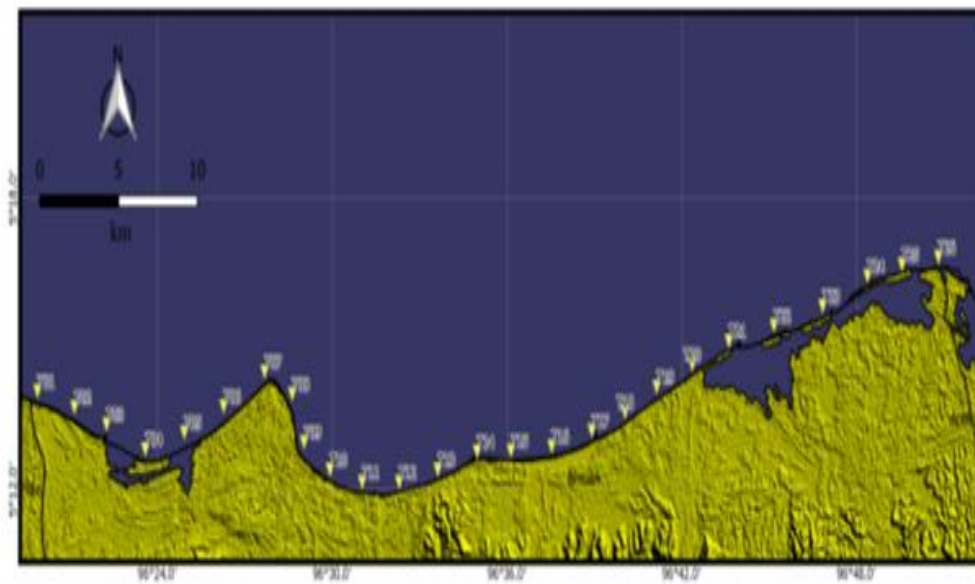
3.3 Analisis Ketinggian Tsunami

Dalam menentukan parameter sumber yang akan digunakan dalam pemodelan tsunami, maka sumber subduksi Sunda dibagi menjadi beberapa segmen sesar dengan ukuran bervariasi antara 30 - 40 km x 10 - 20 km. Untuk gempa bumi dengan magnitudo M_w 8,9 menghasilkan zona deformasi seluas 99265.88 km² dari 168 segmen sesar dengan total slip 9,99 m, sedangkan gempa dengan magnitudo M_w 9,2 menghasilkan zona deformasi seluas 191601.98 km² dari 336 segmen sesar dengan total slip sebesar 14,08 m (gambar 9).



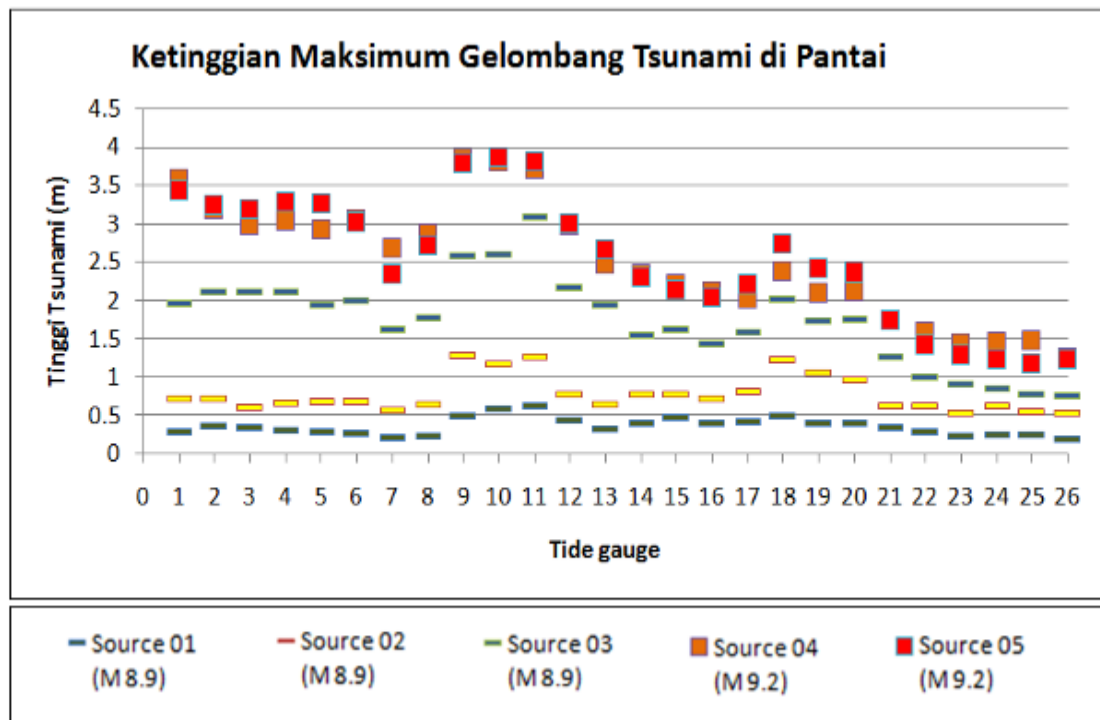
Gambar 9. Zona sumber gempa bumi pembangkit tsunami pada zona subduksi Aceh-Andaman. kiri: tiga zona sumber gempa dengan M 8,9, kanan: dua zona sumber gempa dengan M 9,2, dot merupakan pusat setiap segmen sesar yang digunakan.

Gelombang tsunami yang dihasilkan dari pemodelan numerik dicatat dengan menggunakan titik pengamatan berupa tide-gauges artifisial yang di tempatkan sepanjang pantai Bireuen (gambar 10), sehingga dapat diketahui ketinggian tsunami maksimum yang datang di pantai Bireuen.



Gambar 10. Titik-titik amat gelombang tsunami di sepanjang pantai Bireuen.

Dari hasil pemodelan, pantai barat Bireuen memiliki potensi terkena tsunami dengan ketinggian yang lebih besar dibandingkan dengan pantai bagian timur (gambar 11). Ketinggian tsunami maksimum melanda pantai Mamplam, Jeunib, dan Kupula dengan ketinggian hampir mencapai 4 m untuk skenario gempa bumi dengan magnitudo Mw 9,2. Selain magnitudo gempa bumi, ketinggian yang datang di pantai juga dipengaruhi oleh lokasi pusat gempa bumi yang digunakan, dimana gelombang tsunami akan lebih besar jika gempa bumi berada dekat dengan lokasi kajian. Hal ini terlihat jelas dari hasil gelombang tsunami dari skenario 3 lebih tinggi dari skenario 1 dan 2 yang berada lebih ke utara. Sedangkan waktu tiba gelombang tsunami pertama kali ke pesisir pantai kabupaten Bireuen adalah sekitar 1 - 2 jam sejak kejadian gempa bumi terjadi (tabel 3). Waktu tiba gelombang tsunami sangat tergantung kepada jarak sumber gempa bumi terhadap titik pengamatan di pantai.



Gambar 11. Ketinggian tsunami maksimum di setiap titik amat berdasarkan masing-masing skenario kejadian gempa bumi.

Tabel 3. Waktu tiba gelombang tsunami di pantai Bireuen

Nama	Bujur (°)	Lintang (°)	Waktu Tiba (menit)
T01	96.3312	5.2335	56-102
T02	96.3524	5.2280	58-102
T03	96.3708	5.2221	56-102
T04	96.3929	5.2136	58-102
T05	96.4152	5.2193	58-104
T06	96.4377	5.2283	58-104
T07	96.4612	5.2402	56-104
T08	96.4770	5.2325	56-106
T09	96.4838	5.2161	62-106
T10	96.4986	5.2066	62-106
T11	96.5170	5.2024	62-106
T12	96.5382	5.2024	62-106
T13	96.5603	5.2066	60-104
T14	96.5828	5.2128	60-104
T15	96.6022	5.2132	60-104
T16	96.6255	5.2146	58-102
T17	96.6484	5.2200	58-102
T18	96.6675	5.2263	60-102
T19	96.6856	5.2350	58-102
T20	96.7059	5.2426	60-102
T21	96.7269	5.2506	58-102
T22	96.7527	5.2560	58-102
T23	96.7805	5.2627	56-108
T24	96.8062	5.2729	58-110
T25	96.8259	5.2768	58-110
T26	96.8468	5.2794	58-110

3.4 Analisis Potensi Bencana Tsunami

Analisis potensi bencana tsunami dilakukan berdasarkan ketinggian tsunami maksimum yang melanda pantai di wilayah kajian dengan memperhitungkan faktor kemiringan pantai dan tutupan lahan pesisir, sehingga diperoleh jarak maksimum landaan tsunami di sepanjang pantai serta diketahui wilayah yang akan terdampak. Jarak landaan tsunami maksimum dapat dihitung berdasarkan persamaan dari Smart, dkk (2015) sebagai berikut:

$$L = \frac{3a}{2} \ln\left(\frac{Y_s}{aS_0} + 1\right) \quad (1)$$

dengan, L adalah jarak landaan tsunami yang melanda pantai dengan berdasarkan pada tinggi gelombang di pantai (Y_s), kemiringan pantai (S_0), dan rasio jarak antara celah dengan faktor kekasaran lokalnya (roughness aperture, a).

Berdasarkan ketinggian tsunami hasil pemodelan, serta data kemiringan dan roughness pantai, maka jarak inundansi tsunami maksimum di sepanjang pantai kabupaten Bireuen adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Jarak landaan tsunami maksimum di sepanjang pantai Bireuen

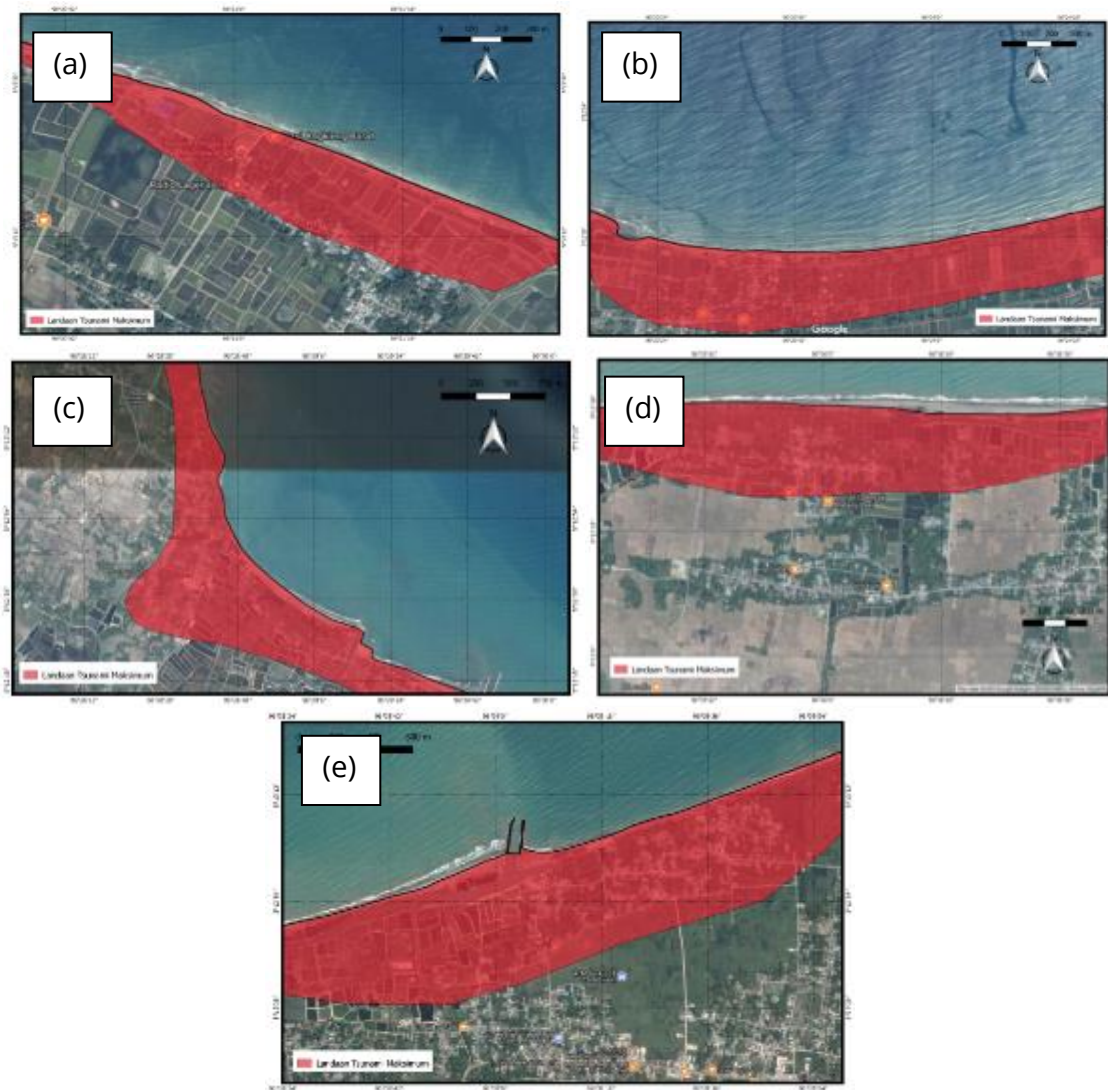
Nama	Tinggi Tsunami (Y_s)	Kemiringan (S_0) (radian)	Roughness (n)	Roughness Aperture (a) (meter)	Jarak Inundansi (L) (meter)
T01	3.574242	0.005	0.0458	10	64.250663
T02	3.230335	0.004	0.055	80	288.77714
T03	3.183467	0.021	0.055	80	127.55493
T04	3.279207	0.004	0.03	100	332.8482
T05	3.261957	0.013	0.0458	10	48.924419
T06	3.045301	0.013	0.055	80	164.18096
T07	2.665401	0.007	0.03	100	235.53333
T08	2.856574	0.07	0.03	100	51.334277
T09	3.839252	0.0001	0.03	100	892.95737
T10	3.855874	0.001	0.0458	10	89.360371
T11	3.808791	0.011	0.055	80	200.76099
T12	2.997376	0.012	0.055	80	169.96837
T13	2.647697	0.018	0.03	100	135.68996
T14	2.342552	0.002	0.0458	10	71.576482
T15	2.204395	0.002	0.055	80	323.17244
T16	2.104206	0.0001	0.0458	10	114.78253
T17	2.198529	0.0001	0.055	80	674.36815
T18	2.728943	0.031	0.055	80	89.054198

T19	2.401493	0.023	0.0458	10	36.558409
T20	2.362735	0.021	0.0458	10	37.584259
T21	1.740272	0.018	0.0458	10	35.508978
T22	1.584463	0.018	0.0458	10	34.239673
T23	1.431861	0.005	0.055	80	182.5948
T24	1.442177	0.018	0.03	100	88.268766
T25	1.462996	0.003	0.03	100	265.64812
T26	1.248854	0.01	0.03	100	121.5631

Keberadaan vegetasi sangat mempengaruhi jarak maksimum landaan tsunami ke arah darat. Pada daerah pantai jenis pertama yang memiliki vegetasi yang cukup lebat memiliki landaan tsunami maksimum sekitar 34 - 115 m ke darat. Pada pantai jenis kedua dengan tutupan lahan campuran antara vegetasi dan pemukiman, terdampak tsunami dengan maksimum landaan mencapai 90 - 675 m ke arah darat. Pada jenis pantai ketiga yang merupakan jenis pantai terbuka, memiliki potensi terdampak tsunami dengan maksimum landaan sekitar 50 - 900 m ke arah darat.

Beberapa pantai yang berpotensi terdampak tsunami dengan jarak landaan cukup jauh (gambar 12) diantaranya terdapat di wilayah:

- Samalanga, dengan tinggi tsunami di pantai mencapai 3,2 m dan jenis pantai campuran, landaan tsunami maksimum mencapai sekitar 289 m ke arah darat. Dengan jarak landaan tsunami sepanjang itu, dapat berdampak terhadap tambak, pertanian, perkebunan, serta rumah penduduk yang berada paling dekat dengan pesisir pantai.
- Pantai Barat Simpang Mamplam, dengan tinggi tsunami di pantai mencapai 3,3 m dan jenis pantai terbuka, landaan tsunami maksimum sekitar 333 m ke arah darat. Dengan jarak landaan tersebut, landaan tsunami berpotensi mengganggu aktivitas dan mata pencaharian penduduk di sepanjang pantai.
- Pantai Timur Simpang Mamplam, dengan tinggi tsunami di pantai mencapai 3,8 m dan jenis pantai terbuka, landaan tsunami maksimum sekitar 893 m ke arah darat. Dengan jarak landaan tersebut, mengancam pemukiman penduduk yang dekat dengan pesisir pantai serta tata guna lahan di wilayah tersebut.
- Matang Pasi, dengan tinggi tsunami di pantai mencapai 2,2 m dan jenis pantai campuran, landaan tsunami maksimum sekitar 323 m ke arah darat. Keberadaan pemukiman yang dekat dengan pantai terancam landaan tsunami yang melanda wilayah ini.
- Blang Dalam, dengan tinggi tsunami di pantai mencapai 2,2 m dan jenis pantai campuran, landaan tsunami maksimum sekitar 674 m ke arah darat. Pemukiman yang berada di dekat pesisir akan terdampak landaan tsunami.



Gambar 12. Landaan tsunami maksimum di pantai. (a) Samalanga, (b) Pantai Barat Simpang Mamplam, (c) Pantai Timur Simpang Mamplam, (d) Matang Pasi, (e) Blang Dalam.

Hasil tumpang susun antara landaan tsunami maksimum dengan foto satelit, terlihat bahwa gelombang tsunami yang melanda kawasan pesisir pantai kabupaten Bireuen memiliki potensi mengancam pemukiman penduduk yang berada di dekat pantai dan tidak terlindung oleh vegetasi pantai yang cukup.

4. KESIMPULAN

Wilayah Bireuen memiliki potensi terdampak tsunami terutama jika terjadi gempa bumi lebih besar dari Mw 8,9. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa ketinggian tsunami yang dapat mencapai pesisir Bireuen memiliki ketinggian antara 1 - 4 m di

pantai, dengan waktu tiba gelombang pertama antara 56 - 110 menit sejak terjadi gempa bumi.

Jarak landaan tsunami terutama sangat tergantung pada tiga hal yaitu tinggi gelombang tsunami di pantai, tutupan lahan dan kemiringan pantai. Mayoritas pesisir pantai Bireuan merupakan wilayah pantai landai dengan kemiringan rata-rata sekitar 0 - 4o, dengan jenis pantai terbagi menjadi tiga jenis yaitu pantai terbuka, pantai campuran, dan pantai dengan vegetasi lebat.

Dengan menggabungkan data hasil modeling dengan data kemiringan pantai dan tutupan lahan, dapat diketahui jarak landaan maksimum di pantai Bireun sekitar 30 - 900 m ke arah darat. Hasil tumpang susun dengan peta citra satelit, maka di beberapa lokasi di pantai Bireuen, landaan tsunami akan berdampak terhadap pemukiman penduduk akibat jarak landaan yang cukup jauh seperti terjadi di Samalanga, Simpang Mamplam, Matang Pasi, dan Blang Dalam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- DeMets, C., R.G. Gordon, D.F. Argus, dan S. Stein, 1994, *Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions*, Geophys. Res. Lett., 21, 2191-2194,
- doi:10.1029/94GL02118.
- Keith Forbes dan Jeremy Broadhead, 2007, *The role of coastal forests in the mitigation of tsunami impacts*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, [Main Report].
- Smart, G. M., K. H. M. Crowley, dan E. M. Lane, 2015, *Estimating Tsunami Run-up*, Natural Hazard, DOI 10.1007/s11069-015-2052-8.
- Global CMT, 2017, *Katalog gempa bumi 1976 - 2017*, <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html> [Diakses tanggal 29 November 2017].
- itic.ioc-unesco, 2017, *How do earthquakes generate tsunamis?*, http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1158&Itemid=2026, [Diakses tanggal 29 November 2017].
- NGDC-NOAA, 2017, *Tsunami Events Search*, <https://www.ngdc.noaa.gov> [Diakses tanggal 29 November 2017].
- USGS, 2017, *Katalog gempa bumi USGS 1900 - 2017*, <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/> [Diakses tanggal 29 November 2017].

ANALISIS EFISIENSI PENERAPAN KEBIJAKAN PENANGGULANGAN BENCANA BANJIR DAS SAMPEAN

Hadi Wijono

Dosen Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Abdurachman Saleh Situbondo
Email: h.wijono@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan 1) mengetahui efisiensi penerapan kebijakan penanggulangan banjir DAS Sampean; 2) mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, tantangan dan hambatan penerapan kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS Sampean; 3) merumuskan strategi meningkatkan efisiensi penerapan kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS Sampean di Kabupaten Situbondo. Metode penelitian yang digunakan adalah metode study kebijakan dan metode deskriptif kualitatif. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui Focus Group Discussion (FGD) untuk mendapatkan identifikasi temuan dan penilaian efisiensi penerapan kebijakan penanggulangan banjir DAS Sampean Kabupaten Situbondo. Sedangkan, data sekunder diperoleh dari kajian literatur dan data yang dipublikasikan oleh lembaga resmi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat hasil bahwa 1) Penerapan kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS Sampean cenderung dilakukan secara terpisah baik dari pemangku kebijakan maupun sasaran kebijakan yang akan di capai; 2) mengetahui potensi dan merumuskan strategi kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS sampean ;3) Strategi yang dapat diterapkan dalam meningkatkan efisiensi penerapan kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS Sampean adalah strategi pengelolaan DAS Sampean secara terpadu, baik struktural maupun non-struktural dengan mengikutsertakan seluruh elemen masyarakat.

Kata kunci: Kebijakan, Bencana banjir, dan DAS Sampean

ABSTRACT

This research is aimed at (1) detecting the efficiency in the implementation of Flood Mitigation Policy of Sampean River Stream in Situbondo Regency; (2) identifying its strengths, weaknesses, challenges and barriers, and 3) formulating the strategies to improve efficiency in the process of implementation. Policy study and disriptive qualitative methods of research are applied here by using primary and secondary data. Primary data is taken from the result of Focus Group Discussion (FGD) to identify findings and give jugdement of efficieny in the implementation of Flood Mitigation Policy of Sampean River. The secondary data, meanwhile comes from literary study and those published by formal agency. The results of research shows that 1) The implementation of Flood mitigation policy of Sampean River is separately conducted between both policy maker and objects that become the target of the policy; 2) knowing the potency and formulating implementative strategy of flood mitigation policy of Sampean river

;3) The integrated strategy of management of Sampean River is very needed to improve the efficiency in the process of implementation of flood Mitigation with the involvement of all elements of people.

Keyword: Policy, Flood disaster, River stream

1. PENDAHULUAN

Kondisi DAS di Indonesia pada umumnya mengalami kerusakan sedang, berat sampai sangat berat. Berdasarkan hasil identifikasi De-phut (1999), tercatat 458 DAS kritis di Indonesia terdiri dari 60 DAS termasuk kategori rusak berat sampai sangat berat (16 DAS berada di P. Ja-wa), 222 DAS termasuk kelas sedang sampai berat dan 176 DAS potensial rusak. Jumlah DAS yang telah mengalami kerusakan tersebut saat ini kondisinya tidak semakin membaik malah cenderung semakin bertambah, hal ini dibuktikan dengan meningkatnya kejadian bencana alam tanah longsor, banjir dan kekeringan.

Laporan dari pihak terkait mengenai upaya rehabilitasi DAS telah banyak dilakukan, tapi hasilnya belum signifikan, sementara bencana alam tanah longsor, banjir, dan kekeringan terjadi semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut Arsyad (1989) Bahkan terjadi di beberapa wilayah DAS yang biasanya tidak terjadi bencana banjir dan tanah longsor tetapi beberapa tahun terakhir ini malah terjadi, hal ini merupakan indikasi bahwa kondisi DAS di beberapa daerah telah terjadi peningkatan kerusakan.

Permasalahan lain yang sangat dirasakan dalam pengelolaan DAS disamping masalah ego sektoral yang sangat mencolok, juga terdapat masalah dimana ada di beberapa kalangan instansi Pemerintah/Lembaga, Pemda/Bappeda, Pemerhati, LSM bahkan Pakar masih belum sepenuhnya memahami tentang pengertian DAS dan implikasinya terhadap tata air dan terhadap terjadinya bencana tanah longsor, banjir dan kekeringan sehingga sering terjadi kesalahan dalam menetapkan kebijakan dan program sektornya yang tidak berbasis DAS.

Observasi awal menunjukkan adanya per-aturan perundang - undangan yang baik namun implementasinya tidak sesuai dengan yang tertulis, kurangnya koordinasi antara daerah hulu dan hilir dalam menangani DAS Sampean, permasalahan sampah yang belum dapat ditangani, instansi yang terkait bekerja sendiri-sendiri, alokasi dana yang tidak transparan, masih kurangnya penegakan hukum dan kurangnya keterlibatan masyarakat serta masih kurangnya kesadaran akan pentingnya DAS Sampean.

Masalah tersebut, menimbulkan pertanyaan mengapa DAS Sampean rusak dan sering mengakibatkan bencana walau ada peraturan mengenai pengelolaan DAS, dan bagaimana tanggapan instansi pemerintah yang terkait tentang pengelolaan DAS Sampean. Berdasarkan pertanyaan tersebut, perlu dilakukan penelitian Pengelolaan DAS Sampean, khususnya perlu dianalisis efisiensi penerapan kebijakan penanganan bencana banjir DAS Sampean.

Tata guna lahan di Kabupaten Situbondo didominasi oleh jenis hutan. Hal ini diikuti oleh jenis sawah, tanah kering dan tanah yang rusak. Kondisi ini menunjukkan bahwa Kabupaten Situ-bondo mempunyai daerah yang berciri fisik hu-tan mendominasi keseluruhan wilayahnya yang berarti kondisi baik buruknya hutan akan berdampak terhadap kondisi perekonomian Ka-bupaten Situbondo. Dengan adanya luasan hu-tan sebesar 44% dari wilayah Kabupaten Situ-bondo maka potensial pemanfaatan bahkan ek-splorasi hutan dimungkinkan juga sangat tinggi. Hal ini dapat memberikan gambaran apabila ter-jadi perubahan tata guna lahan dari hutan akan berdampak negatif dari sisi kebencanaan (Yaha-ya et al, 2010). Hutan yang dieksplorasi akan menimbulkan sebuah permasalahan kompleks terhadap bencana terutama bencana banjir dan tanah longsor. Dengan hutan yang gundul maka hutan yang berfungsi sebagai sarana penyimpan air akan menimbulkan sebuah bencana banjir yang dasyat yang berdampak negatif di Situ-bondo.

Tabel 1. Tata Guna Lahan Kabupaten Situ-bondo

No.	Uraian	Proporsi
1.	Hutan	44%
2.	Perkebunan	1%
3.	Pertanian Tanah Kering	17%
4.	Sawah	19%
5.	Pemukiman	2%
6.	Tambak/ Kolam	1%
7.	Tanah Tandus	4%
8.	Tanah Rusak	7%
9.	Padang Rumput	3%
10.	Semak Belukar	2%

Sumber: Situbondo dalam angka 2010

Namun dalam realitanya jumlah hutan tersebut tidak lagi berfungsi penuh sebagai hutan yang dapat menjadi sarana konservasi air. Hutan yang di dimanfaatkan oleh masyarakat menjadi sarana dan prasaran lain akan menyebabkan hutan tidak lagi menjalankan fungsinya. Dalam sisi historis kebencanaan, banjir di Kabupaten Situbondo disebabkan oleh debit air yang tinggi dari wilayah lain yang menyebabkan banjir hampir tiap tahun di sebagaian besar wilayah Kabupaten Situbondo. Hal ini menjadikan sebuah pemikiran penting dalam upaya pelestarian hutan dari kegiatan manusia yang dapat menyebabkan bencana. Kondisi ini salah satu bertujuan untuk memanfaatkan potensi alam dalam meminimalkan risiko bencana di Kabupaten Situbondo.

Berdasarkan data kerentanan bencana di Kabupaten Situbondo diketahui bahwa bencana alam yang berpotensi tinggi dan rutin terjadi ada-lah banjir yang terjadi di sebagian besar wilayah Kabupaten Situbondo. Hal ini disebabkan karena wilayah Situbondo menjadi lokasi strategis bencana banjir akibat luapan DAS Sampean yang sering menyebabkan kerugian fisik dan non fisik di Kabupaten Situbondo. Dalam aspek his-toris bencana banjir bandang yang dasyat terjadi pada tahun 2002 dan 2008 yang menyebabkan kondisi infrastruktur di Kabupaten Situbondo menjadi lumpuh dan korban jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa pentingnya sebuah pendekatan mitigasi bencana banjir maupun penanggulangan banjir harus dilakukan baik dari strategi kebijakan infrastruktur fisik maupun kebijakan sosial ekonomi yang terintergrasi dengan kondisi masyarakat sekitar daerah rawan bencana banjir di Kabupaten Situbondo. Potensi bencana banjir ini terutama berada pada daerah aliran sungai (DAS) Sampean, dan sampai pada Bendungan Sampean Lama.

Dalam tinjauan historis diketahui bahwa tahun 2002 dan tahun 2008 telah terjadi banjir bandang di Kabupaten Situbondo. Banjir di daerah DAS Sampean telah meluapkan sungai Sampean (sungai lintas kabupaten Situbondo dan Bondowoso). Dampak kejadian bencana tersebut secara keseluruhan mengakibatkan kerugian harta benda dan korban jiwa yang cukup signifikan. Kerugian baik harta maupun jiwa berdampak secara langsung terhadap psikologis masyarakat yang berada di bantaran sungai atau daerah rawan bencana banjir tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode study kebijakan dan metode deskriptif. Metode study kebijakan ini dipilih untuk mengkaji dokumen-dokumen kebijakan yang terkait dengan DAS Sampean. Sedangkan metode deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan bagaimana pendapat dari instansi-instansi pemerintah Kabupaten Situbondo mengenai implementasi kebijakan penanggulangan banjir DAS Sampean.

3. PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

3.1 Penerapan Kebijakan Penanggulangan Bencana Banjir Daerah Aliran Sungai Sampean

3.1.1 Karakteristik DAS Sampean

DAS Sampean adalah suatu DAS yang terletak pada dua daerah, yaitu Jember, Bondowoso, dan Situbondo. Hulu sungai Sampean berada sekitar 800 meter di atas permukaan air laut (mdpl), sedangkan muaranya di 3 mdpl. Dengan panjang sungai 72 kilometer, perbedaan tinggi itu menjadikan gradien sungai cukup miring. Dalam kondisi normal pun aliran sungai tergolong deras.

Berdasarkan data Perum Perhutani Kesatuan Pemangkuan Hutan Bondowoso (hasil FGD, 2016) bahwa luas hutan di Kabupaten Bondowoso 59.867,95 hektar

(ha). Areal itu terdiri atas 30.863,70 ha hutan lindung dan 29.004,25 ha hutan produksi. Dari jumlah itu, 53.023 ha atau 88 persen berada di areal DAS Sampean dan menutup 33,99 persen lahan DAS. Komposisi areal lain di DAS Sampean juga tidak ideal. Perkebunan yang semestinya 28,71 persen, hanya ada 7,59 persen. Sawah 19,76 persen, padahal idealnya tak lebih dari 3,12 per-sen. Tegalan idealnya maksimal 20,27 persen, yang ada 27,70 persen. Permukiman maksimal 3,22 persen, ternyata ada 4,62 persen.

Para peserta FGD (2016) sepakat bahwa komposisi DAS Sampean yang tidak ideal mengakibatkan terjadi sedimentasi di Sungai Sampean. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Asdak (2002), bahwa kedalaman Dam Sampean Baru di Kecamatan Tapen, Kabupaten Bondowoso, saat dinormalisasi tahun 2002 ada-lah 20 meter. Saat ini kedalamannya kurang dari 10 meter. Akibatnya, volume tampung Dam Sampean Baru yang didesain 1,5 juta meter ku-bik, tinggal 60 persen. Namun, sampai sekarang pemerintah belum membangun sistem pengendalian banjir di Sungai Sampean. Akibat dari komposisi DAS di bawah standar itu, daerah tangkapan air menjadi tak memadai. Debit air maksimal banjir di Kota Situbondo pada 8 Februari 2008 sebesar 2.480 meter kubik per detik. Pada banjir 2002 debit air maksimal hanya 1.960 meter kubik per detik. Artinya, terjadi peningkatan hingga 126 persen.

Daya dukung alam daerah aliran sungai (DAS) Sampean rendah. Jika turun hujan deras cukup lama di hulu, tanah tidak mampu menyerap. Air hujan langsung masuk ke sungai dan mengalir sangat deras ke muara. Peristiwa itu dikenal sebagai banjir bandang. Pada tanggal 4 Februari 2002, 18 Januari 2008 dan 8 Februari 2008, banjir bandang telah terjadi di Sungai Sampean Kabupaten Situbondo.

Berdasarkan gambaran diatas, FGD (2016) bersepakat bahwa suatu perencanaan pengelolaan dan teknik konservasi yang terpadu sangat diperlukan sehingga penggunaan kebutuhan se-karang terpenuhi dan menyimpan untuk penggunaan di masa yang akan datang. Hal ini dapat terjadi jika segera dilakukan pengelolaan yang tepat yaitu pengelolaan yang mempertimbangkan aspek konservasi dan hidrologi (Harto, 1993). Usaha konservasi DAS Sampean, telah memberikan dorongan untuk mengembangkan arahan fungsi lahan yang aplikatif sesuai dengan kondisi lapangan. Sehingga sangatlah diperlukan penggunaan program perangkat lunak GIS untuk identifikasi lahan kritis dan arahan fungsi lahan di DAS Sampean, yang hasil analisisnya akan sangat membantu dan dapat dipertanggungjawabkan, baik secara teori maupun praktis.

3.1.2 Pelaksanaan Kebijakan Penanggulangan Banjir Daerah Aliran Sungai Sampean di Kabupaten Situbondo

DAS Sampean ditetapkan oleh pemerintah sebagai salah satu DAS prioritas dari 22 DAS di Indonesia ditetapkan pertama kali pada tahun 1984 berdasarkan Surat Keputusan Bersama Menteri Pekerjaan Umum, Menteri Kehutanan dan Menteri

Dalam Negeri Nomor 19/1984, KH. 059/KPTS-II/1984 dan PU.124/KPTS/1984 Tahun 1984 tanggal 4 April 1984 tentang PE-NANGANAN KONSERVASI TANAH DALAM RANGKA PENGAMANAN DAERAH ALIRAN SUNGAI PRIORITAS. Dasar pertimbangan SKB tersebut adalah bahwa upaya penyelamatan hu-tan tanah dan sumber-sumber air adalah tanggung jawab bersama baik masyarakat pada umumnya maupun instansi Pemerintah pada khususnya agar hutan, tanah dan sumber-sumber air dapat diselamatkan secara terarah, terpadu, terorganisir dan saling mendukung. Menurut (Utomo, 1994) Kegiatan konservasi tanah, baik yang berupa kegiatan pengendalian erosi banjir, pengaturan pemanfaatan air, peningkatan daya guna, lahan produksi dan pendapatan petani, peningkatan peran serta masyarakat harus terpadu dan mendukung serta mengamankan pembangunan prasarana dan bangunan- bangunan pengairan. Hal ini dapat diartikan bahwa DAS Sampean tergolong sebagai salah satu DAS yang prioritas pengelolaannya paling tinggi karena menunjukkan kondisi dan per-masalahan biofisik dan sosek DAS yang paling kritis atau tidak sehat.

Dalam ranah kebijakan penanggulangan bencana banjir di Kabupaten Situbondo, menurut peserta FGD (2016) cenderung dilakukan secara terpisah baik dari pemangku kebijakan maupun sasaran kebijakan yang akan di capai. Kebijakan lebih sering diarah pada kebijakan pembangunan infrastruktur fisik dalam penanganan bencana banjir dan bantuan pada saat terjadi bencana banjir. Namun, kendala kebijakan untuk persiapan mental masyarakat dan kesiapan masyarakat masih sangat kurang dilakukan dan diimplementasikan secara sinergi dengan ke-bijakan lain terutama kebijakan infrastruktur fisik. Kebijakan penanggulangan bencana banjir masih dilakukan secara parsial tanpa adanya koordina-si baik dari pemerintah maupun lembaga sosial lainnya. Hal ini tentunya akan memberikan per-masalahan pada implementasi dan manfaat ke-bijakan tersebut. Apabila kebijakan penanggu-angan bencana banjir dilakukan secara terpisah maka banyak program yang akan tumpang tindih bahkan tidak dapat direalisasikan sehingga dapat merugikan masyarakat yang menjadi korban bencana banjir di Kabupaten Situbondo.

Menurut peserta FGD (2016), sebagian besar masyarakat tidak mengetahui kebijakan yang disusun oleh pemerintah daerah dalam melakukan penanganan bencana banjir di Kabupaten Situbondo. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat mengharapkan adanya sosialisasi kebijakan yang terkait dengan bencana banjir di Kabupaten Situbondo secara sinergi antara ke-bijakan infrastruktur fisik maupun kebijakan so-sial ekonomi. Di sisi lain, masyarakat cenderung tidak mendapatkan manfaat dengan kebijakan yang telah diterapkan oleh pemerintah daerah di Kabupaten Situbondo. Akibat kurangnya sosial-isasi kebijakan Pemerintah Kabupaten Situ-bondo, maka hasilnya tidak sesuai dengan yang diharapkan masyarakat dalam memberikan manfaat sosial dan ekonomi demi kehidupan bermasyarakat, baik pada masa pra bencana maupun pasca bencana.

Para peserta FGD (2016) sepakat bahwa kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS Sampean seharusnya dilakukan dengan mem-pertimbangkan segala aspek yang saling berkai-tan erat dengan kehidupan dan kebutuhan masyarakat secara umum. Masyarakat cender-ung untuk mengevakuasi diri mereka masing-masing secara berkelompk tanpa adanya dukungan dari pemerintah atas dampak bencana banjir tersebut (Santoso, dan Taufik, 2009).

Menurut para peserta FGD (2016), diper-lukan adanya evaluasi kebijakan yang telah dit-erapkan oleh pemerintah daerah yang berkaitan dengan panaggulangan bencana banjir di daerah aliran sungai (DAS) Sampean di Kabupaten Sit-ubondo. Menurut Frantzeskaki (2005) Hal ini ber-tujuan untuk memperoleh kebijakan yang efisien sekaligus terjadi sinergi antar kebijakan dalam penanggulangan bencana banjir di Kabupaten Situbondo.

Pemerintah telah berupaya melakukan perbaikan kondisi DAS Sampean melalui berbagai program dan kegiatan baik menyangkut kegiatan fisik di lapangan (rehabilitasi hutan dan lahan, bangunan struktural) maupun non fisik seperti penguatan kapasitas kelembagaan diberbagai tingkat dan pemberdayaan masyarakat, akan tetapi hasilnya masih belum memadai. Hal itu disebabkan lemahnya koordi-nasi dari para pihak yang terkait dengan pengel-olaan DAS Sampean.

Dalam ranah teoritis, penanggulangan bencana banjir meliputi pencegahan, kesiapsiagaan, mitigasi, tanggap darurat, rehabilitasi dan rekonstruksi. Penanggulangan banjir tersebut tidak bisa dilakukan oleh hanya satu sektor atau satu departemen teknis saja, melainkan harus bersifat multisektor dan multi pihak serta melibatkan beberapa wilayah administrasi pemerintahan. Dengan demikian diperlukan koordinasi, integrasi, sinergi dan sinkronisasi (KISS) para pihak tersebut dalam tingkat perumusan kebijakan, perencanaan program, implementasi kegiatan dan penganggaran/ pembiayaannya, termasuk mengoptimalkan peran Forum DAS Terkait dengan pelaksanaan KISS, para peserta FGD (2016) sepakat bahwa pelaksanaan KISS pada DAS Sampean relatif kurang baik, akibatnya pelaksanaan KISS tidak efisien. Indikasinya koordinasi sangat lemah, masing-masing sektor bekerja sesuai dengan rencana dan program masing-masing. Akibatnya sering terjadi pro-gram-program yang tumpang tindih dan kekosongan program padahal program tersebut dibutuhkan. Lemahnya koordinasi mengakibat-kan program-program terkait dengan DAS Sam-pean tidak terintegrasi denga baik, tidak bisa menghasilkan sinergisme dan tidak terjadi sink-ronisme.

Padahal, dalam pendekatan pengelolaan DAS secara terpadu diperlukan perencanaan secara terpadu, menyeluruh, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dengan mempertim-bangkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan. Untuk mewujudkan hal tersebut maka diperlukan keterpaduan dari seluruh multipihak yang berkepentingan dalam pengelolaan DAS.

Oleh karena itu agar penanggulangan banjir lebih integratif dan efektif maka diperlukan tidak hanya koordinasi di tingkat pelaksanaan tetapi juga di tingkat perencanaan kebijakan, termasuk partisipasi masyarakat dan *stakeholder* lainnya. Disamping itu, dalam rangka mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan serta menghindari terjadinya dampak bencana yang lebih luas, maka upaya pengelolaan DAS Sampean perlu diselenggarakan secara terpadu, lintas sektor dan lintas wilayah dengan memper-hatikan daya dukung lingkungan wilayah tersebut (UNFCCC, 2007.)

Atas pertimbangan tersebut menurut kesepakatan peserta FGD (2016), maka sebagai institusi yang diberi tugas untuk mengkoordinasi-kan perencanaan pembangunan maka selayak-nya Bappeda kabupaten Situbondo melakukan kajian kebijakan penanggulangan banjir yang bersifat komprehensif yang tidak bias sektor dan wilayah dengan penekanan pada partisipasi masyarakat dalam penanggulangan banjir.

Perencanaan terkait pengelolaan banjir di wilayah DAS Sampean masih sangat terbatas jika tidak ingin dikatakan tidak ada. Kalaupun ada, sifatnya parsial dan dibuat berdasarkan wilayah administratif. Hal ini tentunya akan me-nyulitkan sinergitas perencanaan terkait pengel-olaan banjir, sebagaimana diketahui bahwa DAS Sampean melintasi tiga wilayah administrasi ka-bupaten, yaitu Kabupaten Jember, Kabupaten Bondowoso, dan Kabupaten Situbondo, dimana ketiga wilayah administratif tersebut tentunya mempunyai kepentingan masing-masing dalam mengelola sumberdaya air di wilayahnya.

Selain perencanaan yang bersifat parsial, data dan informasi yang selama ini dikumpulkan dan disajikan oleh instansi terkait mengenai bencana banjir di wilayah DAS Situbondo masih belum memadai untuk dijadikan dasar bagi perencanaan pengelolaan bencana banjir. Aki-batnya perencanaan yang dilakukan oleh daerah selama ini hanya terbatas pada penanganan dampak setelah banjir.

Pentingnya posisi DAS sebagai unit perencanaan yang utuh merupakan konsekuensi logis untuk menjaga kesinambungan pemanfaa-tan sumberdaya hutan, tanah dan air. Kurang tepatnya perencanaan dapat menimbulkan adanya degradasi DAS yang mengakibatkan bencana banjir dan tanah longsor.

3.1.3 Kebijakan Otonomi Daerah untuk Pem-bangunan Wilayah dan Pengelolaan DAS Berkelanjutan

Kebijakan otonomi daerah sebagaimana yang diamanatkan dalam UU No.25 Tahun 2004 memberikan kewenangan luas bagi pemerintah daerah untuk merencanakan dan melaksanakan kegiatan pembangunan di wilayahnya masing-masing. Terkait dengan hal tersebut, pemerintah daerah perlu lebih mengenal kondisi sumberdaya baik biofisik, sosial ekonomi maupun sumberdaya buatan di wilayahnya. Melalui pengenalan kondisi dan potensi wilayah diharap-kan terwujud komitmen bersama dari semua pihak terhadap penanganan sumberdaya tersebut di masa yang akan datang. Oleh karena itu, data dan informasi kondisi

sumberdaya di daerah perlu dilengkapi agar daerah dapat menyusun rencana dengan baik.

Daerah otonom dengan kewenangan yang diberikan sesungguhnya memiliki tanggung-jawab yang lebih besar dalam menjamin keber-hasilan kinerja pembangunan di daerah. Kinerja pembangunan pada umumnya dipengaruhi oleh empat faktor penentu, yaitu sumberdaya alam (*natural capital*), sumberdaya manusia (*human capital*), sumberdaya buatan manusia (*man made capital*), dan kelembagaan formal maupun informal masyarakat (*social capital*).

Layaknya dengan empat faktor penentu keberhasilan pengelolaan DAS, maka pema-haman pembangunan wilayah dengan prinsip OTDA juga tidak boleh parsial, tetapi harus menyeluruh dan komprehensif di dalam kerangka pembangunan berkelanjutan (*sustainable devel-opment*) yang menjamin pemanfaatan sumberdaya alam secara bertanggung jawab dengan memperhatikan kelestarian fungsi ekologis, ekonomis, dan sosial budaya. Kesadaran dan pemahaman akan prinsip pembangunan berke-lanjutan tampaknya belum dimiliki oleh sebagian besar pemimpin/birokrat di daerah, termasuk Kabupaten Situbondo. Dalam pelaksanaan OTDA masih banyak yang memprioritaskan pemanfaatan sumberdaya alam sebagai modal utama untuk membiayai pembangunan daerahnya. Upaya eksploitasi SDA secara besar-besaran di beberapa daerah untuk mengejar tar-get pendapatan asli daerah (PAD) disinyalir telah meningkatkan laju kerusakan SDA. Banyak pelaku pembangunan di daerah mengejar PAD sebesar-besarnya sebagai indikator keberhasilan pelaksanaan OTDA yang akhirnya berdampak pada penurunan kualitas lingkungan. Dampak kerusakan lingkungan tidak hanya terjadi pada daerah setempat (*on-site effects*) seperti longsor dan erosi tanah tetapi juga di luar daerah setempat (*off-site effects*) seperti banjir dan sedimentasi. Menurut (Jeyaseelan, 2009) Fenomena degradasi lingkungan seperti banjir, erosi, long-sor, sedimentasi dimusim hujan serta kekeringan dimusim kemarau itu sudah terjadi dengan frek-uensi yang semakin sering dan intensitas yang semakin parah.

Tampak jelas bahwa salah satu tantangan sosial ekonomi terbesar untuk keberhasilan pembangunan wilayah sangat berkesesuaian dengan keberhasilan pengelolaan DAS, yakni bagaimana mendistribusikan biaya dan manfaat pembangunan/pengelolaan secara merata, se-bagai akibat dari variasi spasial dan keragaman kepentingan penggunaan sumber daya alam yang ada di dalam wilayah OTDA. Konflik antara menggunakan sumberdaya di hulu dalam sebuah wilayah OTDA atau melindunginya guna mendukung kegiatan di hilir adalah contoh yang baik. Kegiatan mana yang manfaatnya dirasakan besar dan cepat, itulah yang dipilih, dan dirancang mekanisme biaya difusinya agar dapat dikelola, tapi umumnya sulit karena manfaatnya dirasakan lambat.

Berdasarkan tinjauan mengenai karakter-istik SDA yang ada di suatu wilayah maka seorang peserta FGD (2016) menyitir pendapat Kartodihardjo dkk (2004) mengidentifikasi ada beberapa penyebab kerusakan, antara lain: (1) Berbagai

kegiatan pembangunan yang lebih menitik beratkan pada produksi komoditas (tan-gible product); (2) Kelemahan institusi dalam hal organisasi maupun menetapkan aturan dalam rangka mencegah kerusakan sumberdaya stock yang menghasilkan intangible product, dan; (3) Kelemahan institusi dalam menyelesaikan konflik dan penataan penguasaan hak dan pemanfaatan sumberdaya. Sementara itu peserta lain (FGD,2016), mengidentifikasi beberapa hal yang berpotensi menimbulkan masalah atau konflik dalam perkembangan pelaksanaan OTDA yang sedikit banyak dapat dianalogikan dengan masa-lah yang terjadi dalam pengelolaan DAS antara lain : (a) adanya daerah miskin (umumnya di hu-lu) dan kaya (umumnya di hilir) sebagai konsekuensi tidak meratanya distribusi sumberdaya alam (SDA) dan kesenjangan tingkat kemampu-an sumberdaya manusia, (b) adanya perbedaan kepentingan antar daerah dalam pemanfaatan SDA yang dapat memicu timbulnya konflik antar daerah otonom yang berdekatan, dan (c) keber-hasilan pelaksanaan otonomi tidak diukur dengan prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*), sehingga OTDA mengeksploitasi SDA secara besar-besaran untuk meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD).

Sebagaimana diketahui bahwa batas DAS dan batas administrasi pemerintahan tidak selalu kompatibel. Bentang alam yang tidak dibatasi oleh wilayah administrasi, menjadi suatu wilayah interaksi dan saling mempengaruhi antar komod-itas, barang dan jasa dari sumberdaya alam. Kegiatan sektoral seperti kehutanan, per-tambangan, pertanian dan lain-lain akan selalu memanfaatkan komoditas dari sumberdaya alam. Sementara itu pelestarian komoditas ter-sebut sangat tergantung dari daya dukung sum-berdaya alam (Suripin, 2002). Banyak sumber daya alam di DAS menjadi milik bersama ke-lompok masyarakat tertentu, seperti padang rumput, hutan, kolam, dan air tanah. Sumber daya lain cenderung dikelola secara individu, terutama lahan pertanian, juga beberapa petak padang rumput, dan hutan. Diperlukan tindakan kolektif semua pengguna sumberdaya untuk mengelola proses hidrologis agar memperoleh produktivitas maksimum seluruh sistem DAS (Sosrodarsono 1987). Untuk itu, akhirnya peserta FGD (2016) menyarankan perlunya kesepakatan tentang peraturan akses sumber daya, alokasi, dan kontrol.

Perkembangan pembangunan wilayah yang masih tertuju pada pertumbuhan ekonomi semata dan peningkatan kesempatan kerja akan selalu mengeksploitasi sumberdaya alam se-bagai faktor produksi yang diperlukan. Orientasi ekonomi pada sumberdaya alam sebagai ko-moditas akan cenderung mengabaikan fungsi sumberdaya alam yang memberikan jasa untuk mendukung kehidupan (Shultz et al, 2001). Oleh karena itu, diperlukan institusi wilayah yang dapat mengendalikan pemanfaatan komoditas sumberdaya alam (barang) dan dalam waktu yang sama juga dapat mempertahankan fungsi sumberdaya alam yang memproduksi jasa. Mengingat pula akan tingginya biaya eksklusi dan biaya transaksi pada sumberdaya milik ber-sama (*Common pool resources*), serta keduanya merupakan

masalah manajemen umum dalam sumber daya milik publik, yang harus diperhatikan seimbang mengingat beragamnya ke-lompok pengguna DAS. Institusi ini juga harus dapat mengatasi lemahnya koordinasi antar dae-rah/wilayah baik di tingkat propinsi maupun ka-bupaten dan atau antara sektor agar dapat mengendalikan kerusakan sumberdaya alam dan pencemaran lingkungan hidup, melalui pendeka-tan baru dalam perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan serta evaluasi program-program pembangunan wilayah.

Hampir seluruh sumberdaya yang terdapat dalam DAS Sampean cenderung mengalami kerusakan sehingga telah menjadi perhatian banyak pihak. Namun demikian pengelolaan DAS secara terpadu sampai saat ini masih menghadapi berbagai masalah yang kompleks. Menurut Pasaribu (1999) Kebijakan pengelolaan DAS selama ini cenderung sektoral sehingga harus dilakukan secara terpadu dari hulu dan hilir, tidak parsial atas dasar kepentingan sektor atau daerah pemerintahan. Untuk itu pengelolaan DAS perlu menganut prinsip keterpaduan **“satu sistem perencanaan dalam satu Daerah Aliran Sungai” (one river one plan one management)**. Kesesuaian DAS sebagai basis pembangunan wilayah telah diuraikan terkait dengan pemahaman DAS sebagai stock/jasa dan komoditas. Begitu pula pemahaman bahwa perlu diciptakan mekanisme untuk mendorong pem-anfaatan sumberdaya alam sesuai kepentingan umum.

Untuk pembangunan wilayah dengan ber-basis pengelolaan DAS, diperlukan penataan ruang yang optimal dengan prinsip lestari, dalam hal ini yang dimaksud pembentukan wilayah ekoregion. Untuk itu perlu adanya perencanaan yang holistik antara potensi, kondisi, dan kebu-tuhan akan sumberdaya ruang (Kumar, 1983). Penyusunan tata ruang dalam konteks ini bukan sekadar mengalokasikan tempat untuk suatu kegiatan tertentu, melainkan menempatkan tiap kegiatan penggunaan lahan pada bagian lahan yang berkemampuan serasi dan lestari untuk kegiatan masing-masing. Oleh sebab itu, hasil penyusunan tata ruang bukan tujuan, melainkan sarana. Menurut Chow (1964) Tujuan penataan ekoregion ialah memperoleh manfaat total la-han/ruang dengan sebaik-baiknya dari kemam-puan total lahan secara sinambung atau lestari.

Pengelolaan DAS dengan pendekatan ke-bijakan publik (*commons*), awalnya diliputi oleh keraguan sikap bahwa semua yang dimiliki ber-sama dapat dikelola dengan baik. Pembentukan Forum DAS yang mewakili berbagai kelompok kepentingan di DAS dirasakan memenuhi hara-pan yang lebih besar daripada yang diduga meskipun belum mencukupi untuk mampu men-gendalikan kerusakan sumberdaya yang sedang dikelola. Berdasarkan hasil observasi lapangan beberapa peserta FGD (2016) akhirnya disepa-kati untuk meningkatkan aspek-aspek saling percaya (*trust*), reputasi (*reputation*), dan hub-ungan timbal balik (*reciprocity*) dalam mengelola DAS Sampean dengan Forum DAS sebagai me-diator. Suatu kelompok masyarakat di tingkat lokal (desa/kecamatan) yang mempunyai tingkat saling percaya tinggi, norma-norma yang kuat untuk mendukung terjadinya hubungan timbal balik yang selaras, serta anggota kelompok dengan mempunyai

reputasi yang baik, akan mudah menyelesaikan masalah dilema sosial dan mudah menjalankan aksi bersama dalam pengelolaan DAS secara terpadu.

Pengelolaan sumberdaya mungkin saja diatur sendiri oleh para anggotanya (*self-governance*) secara bersama, asalkan kebutuhan informasi tentang karakteristik sumberdaya alam tersedia dan kekuasaan untuk menjalankan aturan yang dibuat sendiri tersebut tetap terus berjalan, berdasarkan pemberian kewenangan pengelola sumberdaya di tingkat lokal (kecamatan/kota/kabupaten) dengan pemerintah daerah yang lebih tinggi (propinsi/pusat).

Pendekatan menyeluruh pembangunan wilayah berbasis pengelolaan DAS secara terpadu menuntut suatu manajemen terbuka yang menjamin keberlangsungan proses koordinasi antara lembaga terkait. Pendekatan terpadu juga memandang pentingnya peranan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan DAS, mulai dari perencanaan, perumusan kebijakan, pelaksanaan dan pemungutan manfaat. Awalnya perencanaan pembangunan wilayah di Indonesia yang berbasis DAS, termasuk DAS Sampean, lebih banyak dengan pendekatan pada faktor fisik dan bersifat sektoral. Akan tetapi DAS yang memiliki ciri populasi padat dan kepemilikan kecil, komando dan kontrol dan pembatasan penggunaan lahan sulit untuk dapat di-aksanakan. Tidak mengherankan apabila isu-isu penurunan kualitas lingkungan dalam pengelolaan DAS terutama isu banjir dan kekeringan seringkali ditanggapi sebagai isu-isu yang disebabkan oleh masalah-masalah yang bersifat teknis semata. Usulan-usulan pemecahan masalah pengelolaan DAS akhirnya lebih banyak di-pusatkan pada kegiatan-kegiatan yang bersifat teknis, seperti sodetan sungai, normalisasi sungai pembuatan resapan aliran permukaan, penanaman di daerah hulu sungai. Dalam perkembangannya, akhirnya sejak sepuluh tahun terakhir telah dicoba melakukan pendekatan holistik, yaitu dengan Rencana Pengelolaan DAS Terpadu.

Terkait dengan implementasi keterpaduan tersebut, berdasarkan laporan peserta FGD (2016) bahwa Kementerian Kehutanan telah menyimpulkan bahwa kinerja DAS tidak hanya dipengaruhi oleh satu atau dua sektor tertentu (dalam penelitian tersebut dikaji peran sektor kehutanan, sumberdaya air/pekerjaan umum dan sektor pertanian). Ketiga sektor pembangunan yang dianalisis memberikan pengaruh secara bersamaan dengan intensitas yang cukup signifikan. Alokasi dana pembangunan untuk kegiatan-kegiatan di sektor kehutanan cenderung mempunyai pengaruh yang baik terhadap kinerja DAS. Demikian pula halnya investasi di sektor sumber daya air. Di sisi lain, investasi di sektor pertanian cenderung memperburuk kondisi DAS. Sebab, kegiatan-kegiatan pertanian menambah pembukaan lahan. Berdasarkan hasil-hasil analisis tersebut, kajian ini merekomendasikan pengelolaan DAS terpadu, artinya bukan hanya mengembangkan satu sektor sementara mengabaikan pengembangan sektor lainnya. Pengelolaan DAS seharusnya melibatkan seluruh sektor dan kegiatan di dalam sistem DAS. Bila tidak, maka kinerja DAS akan memperburuk yang pada akhirnya akan menurunkan tingkat produksi DAS.

Dengan demikian menurut Kementerian Kehutanan urutan prioritas pengelolaan DAS perlu dikaji ulang, dengan pertimbangan sebagai berikut: (1) urutan DAS prioritas perlu disesuaikan dengan pertimbangan teknik yang lebih maju dan pertimbangan kebijakan yang berkembang pada saat ini; (2) pengelolaan DAS juga memerlukan asas legalitas yang kuat dan mengikat bagi instansi terkait dalam berkoordinasi dan merencanakan kebijakan pengelolaan DAS, mengingat operasionalisasi konsep DAS terpadu sebagai satuan unit perencanaan dalam pembangunan selama ini masih terbatas pada upaya rehabilitasi dan konservasi tanah dan air, sedangkan organisasi (Forum DAS) masih bersifat ad.hoc, dan belum melembaga dan terpolakan secara utuh; dan (3) perubahan arah pemerintahan dari sentralisasi ke desentralisasi.

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan, dengan daerah bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Oleh karena itu perubahan penggunaan lahan di daerah hulu akan memberikan dampak di daerah hilir dalam bentuk fluktuasi debit air, kualitas air dan transport sedimen serta bahan-bahan terlarut di dalamnya. Menurut (Sebastian, I. 2008) Dengan demikian pengelolaan DAS merupakan aktifitas yang berdimensi biofisik (seperti, pengendalian erosi, pencegahan dan penanggulangan lahan-lahan kritis, dan pengelolaan pertanian konservatif); berdimensi kelembagaan (seperti, insentif dan peraturan-peraturan yang berkaitan dengan bidang ekonomi); dan berdimensi sosial yang lebih diarahkan pada kondisi sosial budaya setempat, sehingga dalam perencanaan model pengembangan DAS terpadu harus mempertimbangkan aktifitas/teknologi pengelolaan DAS sebagai satuan unit perencanaan pembangunan yang berkelanjutan. Pentingnya posisi DAS sebagai unit perencanaan wilayah yang utuh merupakan konsekuensi logis untuk menjaga kesinambungan pemanfaatan sumberdaya hutan, tanah dan air. Kurang tepatnya perencanaan dapat menimbulkan adanya degradasi DAS yang mengakibatkan buruk seperti yang dikemukakan di atas. Dalam upaya menciptakan pendekatan pembangunan wilayah berbasis pengelolaan DAS secara terpadu dan berkelanjutan, maka diperlukan perencanaan secara terpadu, menyeluruh, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dengan mempertimbangkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan. Dengan demikian bila ada bencana, apakah itu banjir maupun kekeringan, penanggulangannya dapat dilakukan secara menyeluruh yang meliputi DAS mulai dari daerah hulu sampai hilir.

Perencanaan DAS tidak dapat dilakukan melalui pendekatan sektoral saja, melainkan perlu adanya keterkaitan antar sektor yang mewakili masing-masing sub DAS, dari sub-DAS hulu hingga ke hilir yang menjadi fokus perhatian dengan berpegang pada prinsip *'one river one management'*. Keterkaitan antar sektor meliputi perencanaan, perencanaan sektor/program/proyek hingga pada tingkat koordinasi semua instansi atau lembaga terkait dalam pengelolaan DAS. Sungai sebagai bagian dari wilayah DAS merupakan sumberdaya yang mengalir (flowing

resources), dimana pemanfaatannya di daerah hulu akan mengurangi manfaat di hilirnya. Sebaliknya perbaikan di daerah hulu manfaatnya akan diterima di hilirnya. Berdasarkan tersebut diperlukan suatu perencanaan terpadu dalam pengelolaan DAS dengan melibatkan semua sektor terkait, seluruh stakeholder dan daerah yang ada dalam lingkup wilayah DAS dari hulu hingga ke hilir.

Operasionalisasi konsep DAS terpadu sebagai satuan unit perencanaan dalam pembangunan selama ini masih terbatas pada upaya rehabilitasi dan konservasi tanah dan air, sedangkan organisasi masih bersifat ad.hoc, dan kelembagaan yang utuh tentang pengelolaan DAS belum terpolakan. Agar pengelolaan DAS dapat dilakukan secara optimal, maka perlu melibatkan seluruh pemangku kepentingan dan direncanakan secara terpadu, menyeluruh, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dengan DAS sebagai suatu unit pengelolaan. Untuk mewujudkan institusi yang bertugas mengelola sumberdaya yang lintas wilayah kabupaten/kota tidak hanya dapat dicapai dengan pendekatan legal formal dan fisik saja. Untuk itu diperlukan juga pendekatan sosial ekonomi serta budaya yang terwujud melalui proses interaksi dan pembelajaran yang cukup lama. Proses ini dapat berjalan dengan baik jika pihak-pihak yang terlibat sebagai pemangku kepentingan yang mempunyai hak dan kewajiban dalam memperoleh manfaat serta menanggung akibat atas kerusakan sumberdaya alam di wilayahnya serta pengaruhnya bagi wilayah lain. Ini menunjukkan bahwa pembangunan wilayah berbasis pengelolaan DAS sebagai sumberdaya lintas wilayah memerlukan otonomi dalam pengelolaan di wilayahnya masing-masing.

Analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor eksternal (peluang dan tantangan) penerapan kebijakan penanggulangan bencana daerah aliran sungai (DAS) Sampean di Kabupaten Situbondo. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strengths*) dan peluang (*opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weaknesses*) dan ancaman (*threats*) (Saaty, 1980).

Analisis SWOT adalah mengidentifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strengths*) dan peluang (*opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weaknesses*) dan ancaman (*threats*). Proses pengambilan keputusan strategis selalu berkaitan dengan pengambilan misi, tujuan, strategi, dan kebijakan perusahaan. Dengan demikian perencanaan strategis (strategic planner) harus menganalisis faktor-faktor strategis (kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman) dalam kondisi yang ada.

Berikut identifikasi SWOT mengenai penerapan kebijakan penanggulangan bencana banjir daerah aliran sungai (DAS) Sampean di Kabupaten Situbondo. Berdasarkan kesepakatan para peserta FGD (2016), unsur-unsur SWOT DAS Sampean dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- 1) Kekuatan

- a. Ditetapkan Kerangka Kerja Pengel-olaan DAS di Indonesia yang mendukung prinsip satu DAS, satu rencana, & satu sistem pengelolaan terpadu.
- b. Banyak peraturan-peraturan yang telah dikeluarkan sebagai landasan hukum pengelolaan DAS secara terpadu.
- c. Pengelolaan DAS telah dimasukkan sebagai salah satu program nasional, dalam rencana Pembangunan Jangka Panjang dan Menengah (RPJP dan RPJM), sehingga program pengelolaan DAS menjadi arus utama dalam kegiatan dan alokasi penganggaran di tingkat nasional, propinsi dan kabupat-en/kota.
- d. Pengelolaan DAS terkandung dalam Undang-undang Dasar 1945 dan beberapa Undang-Undang serta Peraturan Pemerintah.

2) Kelemahan

- a. Kesadaran dan kemampuan serta partisipasi pihak-pihak berkepent-ingan dalam melestarikan ekosistem DAS masih rendah.
- b. Banyak instansi yang terlibat dalam pengelolaan DAS, seperti Departemen Kehutanan, Departemen Pekerjaan Umum, Departemen Pertanian, Departemen Dalam Negeri, Bakosurtanal dan Kementerian Lingkungan Hidup, perusahaan swasta dan masyarakat.
- c. Era otonomi pemerintahan daerah, tid-ak semua pemerintah daerah memahami konsep pengelolaan DAS yang berbasis ekosistem dan lintas batas administrasi.
- d. Sikap mementingkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) akan menyebabkan konsep pengelolaan DAS terpadu yang mementingkan pelestarian ekosistem akan terabaikan karena penggunaan sumberdaya alam DAS yang tidak pro-porsional dan rasional.
- e. Pengelolaan DAS yang melibatkan banyak pihak dan lintas wilayah administrasi dapat menyebabkan konflik kepentingan antar berbagai pihak yang terlibat dalam memanfaatkan sumberdaya alam dan jasa lingkungan DAS.
- f. Landasan hukum pengelolaan DAS terpadu berupa Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah belum ada secara khusus.

3) Peluang

- a. Keberhasilan pengelolaan DAS Sam-pean akan berdampak pada kemandapan ketahanan pangan.
- b. Keberhasilan pengeloaan DAS terpadu Sampean maka kebutuhan air untuk berbagai kepentingan semakin besar.
- c. Ketersediaan energi alternatif akan baik manakala pengelolaan DAS terpadu Sampean berhasil dengan baik.

4) Tantangan

- a. Kurangnya keterpaduan dalam perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan pengelolaan DAS terma-suk dalam hal pembiayaannya.
- b. Degradasi hutan dan lahan semakin meluas sebagai akibat penambahan jumlah penduduk.
- c. Pengurangan areal hutan untuk per-tanian dan konversi lahan pertanian un-tuk bangunan akan menurunkan resa-pan air hujan dan meningkatkan aliran air permukaan sehingga frekuensi bencana banjir dan tanah longsor se-makin tinggi.
- d. Semakin luasnya lahan kritis dan meningkatnya sedimentasi pada waduk-waduk yang akan berdampak pada berkurangnya daya tampung dan pasokan air untuk irigasi serta Pem-bangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).
- e. Era otonomi pemerintahan daerah, tid-ak semua pemerintah daerah me-mahami konsep pengelolaan DAS yang berbasis ekosistem dan lintas batas administrasi.
- f. Peningkatan kegiatan pembangunan ekonomi global selama ini telah me-nyebabkan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer sehingga terjadi pemanasan global yang mem-bawa dampak negatif terhadap ekosistem dan kehidupan manusia.
- g. Kegiatan ekonomi yang pesat juga me-nyebabkan terjadinya degradasi lahan dan penurunan keanekaragaman hayati di banyak tempat di Indonesia.

3.1.4 Strategi Penerapan Kebijakan Pe-nanggulangan Bencana Banjir DAS Terpadu Sampean

Peserta FGD (2016) sepakat bahwa dalam menetapkan strategi dan kebijakan peningkatan efisiensi penerapan penanggulangan bencana DAS terpadu Sampean ke depan digunakan analisis SWOT. Analisa SWOT dapat diterapkan dengan cara menganalisis dan memilah berbagai hal yang mempengaruhi keempat faktornya, kemudian menerapkannya dalam gambar matrik SWOT, dimana aplikasinya adalah bagaimana kekuatan (*strengths*) mampu mengambil keuntungan (*advantage*) dari peluang (*opportunities*) yang ada, bagaimana cara mengatasi kelemahan (*weaknesses*) yang mencegah keuntungan (*advantage*) dari peluang (*opportunities*) yang ada, selanjutnya bagaimana kekuatan (*strengths*) mampu menghadapi an-caman (*threats*) yang ada, dan terakhir adalah bagaimana cara mengatasi kelemahan (*weak-nesses*) yang mampu membuat ancaman (*threats*) menjadi nyata atau menciptakan sebuah ancaman baru.

Identifikasi peluang dan ancaman (tantangan) yang dihadapi DAS Sampean serta ana-lisis terhadap faktor-faktor kunci menjadi bahan acuan dalam menetapkan strategi dan kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS terpadu Sampean.

Berdasarkan analisis SWOT terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan DAS terpadu Sampean, maka tampak bahwa peluang pengelolaan DAS terpadu Sampean relatif lebih rendah dibanding dengan tantangan yang dihadapinya. Di sisi lain, kekuatan internal yang dimiliki oleh pengelolaan DAS terpadu Sampean relatif lebih rendah dibanding dengan kekuatan yang dimiliki pengelolaan DAS terpadu Sampean. Karena itu, pengelolaan DAS terpadu Sampean berada pada posisi W-T (weak-threat). Artinya bahwa pengelolaan DAS terpadu Sam-pean harus lebih memprioritaskan pada upaya penguatan kelemahan-kelemahan yang dimiliki jika ingin meraih peluang yang ada, di sisi lain pengelolaan DAS terpadu Sampean juga harus memperhatikan tantangan-tantangan yang dihadapi dalam mengelola DAS Sampean secara terpadu sesuai dengan aturan yang ada. Dengan kata lain, strategi yang harus dipilih dalam mengelola DAS Sampean secara terpadu adalah strategi weak-threat. Implementasinya, penguatan terhadap kelemahan-kelemahan yang dimiliki menjadi prioritas utama, disamping mempertimbangkan tantangan-tantangan yang muncul jika ingin mengatasi permasalahan utama pengelolaan DAS Sampean secara terpadu dalam rangka mengatasi banjir DAS Sampean, khususnya di Kabupaten Situbondo.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan mengenai analisis efisiensi penerapan kebijakan penaggu-langan bencana banjir daerah aliran sungai (DAS) Sampean maka dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS Sampean di Kabu-paten Situbondo cenderung dilakukan secara terpisah baik dari pemangku ke-bijakan maupun sasaran kebijakan yang akan di capai. Kebijakan lebih sering dia-rah pada kebijakan pembangunan infra-struktur fisik dalam penangangan bencana banjir dan bantuan pada saat terjadi bencana banjir. Akibatnya tingkat efisiensi rendah. Diperlukan adanya analisis efisiensi penerapan kebijakan yang telah diterapkan oleh pemerintah daerah yang berkaitan dengan panaggulangan bencana banjir di daerah aliran sungai (DAS) Sampean di Kabupaten Situbondo. Hal ini bertujuan untuk menyusun kebijakan yang efisien dan bersinergi antar kebijakan dalam penanggulangan bencana banjir DAS Sampean di Kabupaten Situbondo.
2. Strategi yang dapat diterapkan dalam meningkatkan efisiensi penerapan ke-bijakan penanggulangan bencana banjir daerah aliran sungai (DAS) Sampean di Kabupaten Situbondo adalah strategi pengelolaan DAS Sampean secara terpadu, baik struktural maupun non-struktural dengan mengikutsertakan se-luruh elemen masyarakat.

4.2 REKOMENDASI

Berdasarkan rumusan kesimpulan dapat ditarik beberapa rekomendasi kebijakan dalam penanggulangan bencana banjir DAS Sampean di Kabupaten Situbondo, yaitu;

1. Diperlukan sebuah kerangka hukum atau pondasi hukum yang khusus mengatur permasalahan kebencanaan DAS Sampean di Kabupaten Situbondo yang tidak bi-as sektoral untuk menghindarkan tumpang tindihnya kebijakan penanggulangan bencana, bias administrative.
2. Diperlukan sebuah kebijakan penanggulangan bencana banjir DAS Sampean di Kabupaten Situbondo yang disusun atas sinergi kebijakan pembangunan infra-struktur fisik dengan kebijakan sosial ekonomi untuk kesejahteraan masyarakat di Kabupaten Situbondo.
3. Diperlukan koordinasi, integrasi, sinergi dan sinkronisasi (KISS) para pihak dalam tingkat perumusan kebijakan, perencanaan program, implementasi kegiatan dan penganggaran/pembiayaannya, termasuk mengoptimalkan peran Forum DAS dalam meningkatkan efisiensi penerapan kebijakan penanggulangan banjir DAS Sampean.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Kebijakan Penanggulangan Banjir di Indonesia, Deputi Bidang Sarana dan Prasarana, Direktorat Pengairan dan Irigasi.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.
- Arsyad. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB. Bogor.
- Asdak, C. (2002). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (edisi kedua). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Chow, V.T, (1964), *Handbook of Applied Hydrology*. Prentice Hall Inc. USA. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Frantzeskaki, N. 2005. 'Evaluation Of The Policy Design Process Of Flood Defence Policies In The Netherlands, Casting An Eye On The Rhine River', Delft University of Technology Master Thesis: not published.
- Harto, Sri. 1993. *Analisa Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Jeyaseelan, A.T. 2009. 'Droughts & Floods Assessment And Monitoring Using Remote Sensing And Gis', *Crop Inventory and Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology*, pp. 291-313
- Kumar, A., Devi, R. 1983. 'Optimal flood control policy based on imperfect forecasts', *Hydrology of Humid Tropical Regions with Particular Reference to the Hydrological*

Effects of Agriculture and Forestry Practice (Proceedings of the Hamburg Symposium, August 1983). IAHS Publ. no. 140

- Pasaribu, H.S. 1999. "DAS sebagai Satuan Perencanaan Terpadu dalam Kaitannya dengan Pengembangan Wilayah dan Pengembangan Sektor Berbasis Konservasi Tanah dan Air," Seminar Sehari PERSAKI DAS sebagai Satuan Perencanaan Terpadu dalam Pengelolaan Sumber Daya Air, 21 Desember 1999. Jakarta.
- Saaty, T. L., 1980. *The Analytical Hierarchy Process*. McGraw Hill Inc. New York.
- Santoso, H., dan Taufik, M. 2009. *Studi Alternatif Jalur Evakuasi Bencana Banjir Dengan Menggunakan Teknologi SIG di Kabupaten Situbondo*. Program Studi Teknik Geomatika ITS. Surabaya.
- Sebastian, I. 2008. 'Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir *Flood Prevention And Control Approach*', *Dinamika Teknik Sipil*, 8(2):162-169.
- Shultz et al. 2001. 'The Feasibility of Wetland Restoration to Reduce Flooding in the Red River Valley: A Case Study of the Maple River Watershed', *Agribusiness & Applied Economics Report*, 432a :1-22
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. (1987). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Citra Aditya Bakti. Bandung.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air*. Andi. Yogyakarta.
- UNFCCC. 2007. *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities And Adaptation In Developing Countries*. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Utomo, Hadi, Wani. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. IKIP. Malang
- Yahaya et al. 2010. 'Multicriteria Analysis for Flood Vulnerable Areas in Hadejia-Jama'are River Basin, Nigeria', *European Journal of Scientific Research*, 42(1):71-83

THE EFFECT OF THE NOISE LEVEL WITH THE LAYOUT PLAN OF THE BUILDING ON THE BEACH CAROCOK PAINAN

Candrianto, Shelia Zeni Winara

Management Logistic Of Agro Industry Politeknik ATI Padang

ABSTRACT

Pollution does not only occur in the air, soil, and water, but also including noise pollution in the form of noise. Noise is defined as unwanted sound or a loud noise that was not pleasant. Noise can give harmful effects to health that can cause deafness, neurological disorders, Mental disorders, heart problems, high blood pressure, dizziness and even insomnia. Teradap study the influence of the noise level with the building layout plan in Turkish Carocok Painan conducted Around Carocok Beach area. The purpose of this study is to determine the effect of the noise level with the Building Management Plan in Turkish Carocok Painan. Measurements were performed using an Soud Level Meter and interviews with people around Turkish Carocok Painan. From the results peneliitian found that the noise level in Area Parking Beach Carocok, Housing Residents within ± 300 m, at the Housing Residents within ± 650 m and at the Housing Residents within ± 900 m during holidays or during a regular day exceeds the quality standards set by the State Minister of Environment No. KEP-48 / MENLH / 11/1996 on Standards Noise Level endures areas Recreation is 70 db (A).

Keywords: noise, KEP-48 / MENLH / 11/1996 and Sound Level Meter

1. PENDAHULUAN

Kebisingan atau *noise pollution* sering disebut sebagai suara atau bunyi yang tidak dikehendaki atau dapat diartikan pula sebagai suara yang salah pada tempat dan waktu yang salah. Kebisingan merupakan salah satu faktor penting penyebab terjadinya stress dalam kehidupan dunia modern. Sumber kebisingan dapat berasal dari kendaraan bermotor, kawasan industri atau pabrik, pesawat terbang, kereta api, tempat-tempat umum, dan tempat niaga (Chandra, 2006).

Seperti halnya kebisingan juga berpengaruh terhadap rencana tata bangunan dan lingkungan, dimana banyak munculnya bangunan – bangunan yang menunjang untuk pembangunan kota. Salah satunya termasuk tempat wisata dimana pertumbuhan pembangunan yang sangat cepat, seperti Pantai carocok di kota Painan Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat

Pantai Carocok Kota Painan mulai terkenal dan banyak diketahui oleh para wisatawan baik itu dalam negeri maupun luar negeri. Sehingga pantai tersebut dikelola oleh pemerintah. Dengan dikelolanya Pantai Carocok oleh pemerintah setempat maka muncullah bangunan seperti cafe-cafe serta jumlah volume kendaraan yang meningkat, hal ini dapat dilihat dari jumlah pengunjung pantai

yang datang ke Pantai Carocok Painan melakukan wisata. Sehingga dapat menimbulkan kebisingan yang dihasilkan dari pembangunan dan jumlah kendaraan yang dapat membuat keresahan masyarakat di sekitar pantai Carorok Painan. Selain itu belum adanya pemantauan rutin terhadap kebisingan yang terjadi di sekitar wilayah Pantai Carocok Painan.

Oleh sebab itu penulis ingin mengkaji tingkat kebisingan tentang parameter yang terdapat dalam bentuk proposal penelitian yang berjudul **“Pengaruh Tingkat Kebisingan Dengan Rencana Tata Bangunan Dan Lingkungan Di Pantai Carocok Kota Painan”**.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Kebisingan

Pencemaran fisis yang sering ditemukan adalah kebisingan. Kebisingan pada lingkungan dapat bersumber dari suara kendaraan bermotor, suara mesin-mesin industri dan sebagainya. Keputusan Menteri Negara lingkungan hidup No.32Kep-48/MENLH/11/1996, tentang baku tingkat Kebisingan menyebutkan: “kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan” Berikut ini definisi kebisingan menurut para ahli: Menurut Doelle (1993): “suara atau bunyi secara fisis merupakan penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastis seperti misalnya udara. Secara fisiologis merupakan sensasi yang timbul sebagai akibat propagasi energi getaran dari suatu sumber getar yang sampai ke gendang telinga.”

Menurut Patrick (1977): “kebisingan dapat pula diartikan sebagai bentuk suara yang tidak sesuai dengan tempat dan waktunya.” Menurut Prabu, Putra (2009) bising adalah suara yang mengganggu

Menurut Ikron I Made Djaja, Ririn A.W, (2005) bising adalah bunyi yang tidak dikehendaki yang dapat mengganggu dan atau membahayakan kesehatan.

Dari pengertian diatas terlihat bahwa kebisingan terjadi bila ada bunyi dilingkungan. Terdapat 2 hal yang mempengaruhi kualitas bunyi yaitu frekuensi dan intensitas. Dalam hal ini, frekuensi merupakan jumlah getaran yang sampai ditelinga setiap detiknya. Sedangkan intensitas merupakan besarnya arus energi yang diterima oleh telinga manusia.

2.2 Sifat dan Sumber Bunyi

2.2.1 Sifat Kebisingan

Sifat dari kebisingan antara lain kadarnya berbeda, jumlah tingkat bising bertambah, maka gangguan akan bertambah pula, bising perlu dikendalikan karena sifatnya mengganggu.

2.2.2 Sumber Bunyi

Bunyi yang menimbulkan kebisingan disebabkan oleh sumber suara yang bergetar. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul udara sekitarnya sehingga molekul-molekul udara ikut bergetar. Getaran sumber ini menyebabkan terjadinya gelombang rambatan energi mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal. Rambatan gelombang di udara ini dikenal sebagai suara atau bunyi sedangkan dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan.

Jika dilihat di sekitar kita sumber bising sangatlah banyak. Sumber bising ialah sumber bunyi yang kehadirannya dianggap mengganggu pendengaran baik dari sumber bergerak maupun tidak bergerak. Umumnya sumber kebisingan dapat berasal dari kegiatan industri, perdagangan, pembangunan, alat pembangkit tenaga, alat pengangkut dan kegiatan rumah tangga.

2.2.3 Jenis-jenis Kebisingan

Perbedaan frekuensi dan intensitas menyebabkan adanya jenis-jenis kebisingan yang memiliki karakteristik yang berbeda. Jenis-jenis kebisingan dapat dibedakan menjadi 4 bagian yaitu:

1. Kebisingan kontinyu dengan spectrum frekuensi sempit, misalnya suara mesin gergaji sirkuler
2. Kebisingan terputus-putus (*intermittent*) misalnya lalu lintas, suara pesawat terbang di bandara.
3. Kebisingan impulsive (*impact or impulsive noise*) misalnya tembakan meriam, ledakan.
4. Kebisingan implusif berulang misalnya suara mesin tempa.

2.2.4 Pengukuran Kebisingan

Ada tiga cara atau metode yang digunakan dalam pengukuran akibat kebisingan di lingkungan kerja.

1. Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran ini dilakukan bila kebisingan diduga melebihi batas hanya pada satu atau beberapa lokasi saja. Pengukuran ini juga dapat dilakukan untuk dapat mengevaluasi kebisingan yang disebabkan oleh suatu peralatan sederhana misalnya kompresor/generator. Jarak pengukuran dari sumber harus dicantumkan misalnya 3 meter dari ketinggian 1 meter. Selain itu juga harus diperhatikan arah mikrofon alat ukur yang digunakan.

2. Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan membuat peta kontur sangat bermanfaat dalam mengukur kebisingan, karena peta tersebut dapat menentukan gambar tentang kondisi kebisingan dalam cakupan area. Pengukuran ini dilakukan dengan membuat gambar isopleth pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukurannya yang

dibuat. Biasanya dibuat kode pewarnaan untuk menggambarkan keadaan kebisingan dengan intensitas dibawah 85 dBA warna orange untuk tingkat kebisingan diatas 90dBA, warna kuning untuk kebisingan dengan intensitas antara 85-90 dBA.

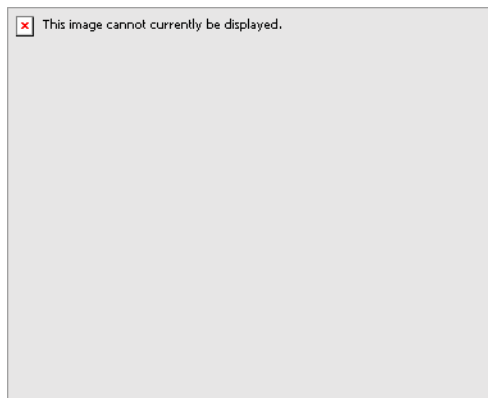
3. Pengukuran dengan gird

Untuk mengukur dengan gird adalah dengan membuat contoh data kebisingan pada lokasi yang diinginkan. Titik-titik sampling harus dibuat dengan jarak interfal yang sama diseluruh lokasi. Jadi dalam pengukuran lokasi dibagi menjadi beberapa kotak yang berukuran dan jarak yang sama, misalnya: 10 x 10 M. kotak tersebut ditandai dengan batis dan kolom untuk memudahkan identitas.

Ada beberapa macam peralatan pengukuran kebisingan, antara lain *Sound Survey Meter*, *Sound Level Meter*, *Octave Band Analyzer*, *Narrow Band Analyzer*, dan lain-lain. Untuk permasalahan bising kebanyakan *Sound Level Meter* dan *Octave Band Analyzer* sudah cukup banyak memberikan informasi.

1) Sound Level Meter (SLM)

SLM adalah instrumen dasar yang digunakan dalam pengukuran kebisingan. SLM terdiri atas mikropon dan sebuah sirkuit elektronik termasuk attenuator, 3 jaringan perespon frekuensi, skala indikator dan amplifier. Tiga jaringan tersebut distandarisasi sesuai standar SLM. Tujuannya adalah untuk memberikan pendekatan yang terbaik dalam pengukuran tingkat kebisingan total. Respon manusia terhadap suara bermacam-macam sesuai dengan frekuensi dan intensitasnya. Telinga kurang sensitif terhadap frekuensi lemah maupun tinggi pada intensitas yang rendah. Pada tingkat kebisingan yang tinggi, ada perbedaan respon manusia terhadap berbagai frekuensi. Tiga pembobotan tersebut berfungsi untuk mengkompensasi perbedaan respon manusia. Berikut detail alat sound level meter yang digunakan:



Gambar 1. Alat Sound Level Meter

Keterangan :

1. 1/2-inch mikrofon
2. Layar LCD
3. Saklar daya

4. Leq / SEL / SPL pilih beralih
5. RUN / Pause beralih
6. Setiap kali switch ini ditekan, waktu akan meningkat / menurun.
7. A / C Frekuensi pembobotan pilih saklar
8. CEPAT / SLOW / IMPULSE waktu pembobotan pilih switch
9. Tekan untuk memilih rekaman MAX MIN. Tekan untuk langkah melalui MAX MIN. Tekan dan tahan 3 detik. untuk mengatur INST membuat dan menghapus MAX. nilai MIN.
10. REKOR / ERASE Rekam siaga: Layar akan menampilkan "RECORD" simbol. Recording: "RECORD" berkedip simbol 1 kali per detik pada layar Menghapus data: tekan & tahan tombol selama 3 detik untuk menghapus data dan LCD semua berkedip simbol 3 kali.
11. Real time clock dengan kalender
12. Ini akan memilih waktu pengukuran untuk Leq dan SEL
13. Konektor antarmuka RS-232
14. Terminal output AC 2 Vrms di 130Db 600 Ω impedansi Sinyal output dengan standar sinyal 3.5mm soket coaxial pada pin dan menengah, tanah di lengan.
15. DC terminal keluaran Output: 10mV / dB Impedansi ≥ 100 Sinyal output dengan standar sinyal 3.5mm soket coaxial pada pin dan menengah, tanah di lengan.
16. CAL kontrol potensiometer Kalibrasi, untuk penyesuaian tingkat kalibrasi
17. Eksternal DC terminal pasokan 6V daya
18. Tripod pemasangan sekrup
19. Pelindung baterai
20. Octave Band Analyzer (OBA)

Bunyi yang diukur bersifat kompleks, terdiri atas tone yang berbeda-beda, oktaf yang berbeda-beda, maka nilai yang dihasilkan di SLM tetap berupa nilai tunggal. Hal ini tentu saja tidak representatif. Untuk kondisi pengukuran yang rumit berdasarkan frekuensi, maka alat yang digunakan adalah OBA. Pengukuran dapat dilakukan dalam satu oktaf dengan satu OBA. Untuk pengukuran lebih dari satu oktaf, dapat digunakan OBA dengan tipe lain. Oktaf standar yang ada adalah 37,5 – 75, 75-150, 300-600, 600-1200, 1200-2400, 2400-4800, dan 4800-9600 Hz.

Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Menurut lampiran keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : Kep-48/MENLH/11/1996 baku tingkat kebisingan dua bagian besar yaitu peuntukan kawasan dan lingkungan kegiatan artinya lingkungan kegiatan mungkin saja berada pada peruntukan kawasan yang berbeda. Peruntukan kawasan dibagi menjadi delapan peruntukan seperti diperlihatkan pada tabel 2.2. berikut:

Tabel 1. Baku Tingkat Kebisingan sesuai keputusan Menteri Lingkungan Hidup

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB (A)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khususnya:	
- Bandar Udara, Stasiun Kereta Api, dan Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat Ibadah atau sejenisnya	55

Untuk menjamin bahwa tingkat kebisingan tidak berpotensi mengakibatkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan maka dibuat suatu standar acuan yang disebut baku tingkat kebisingan. Dimana baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal. Tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Baku tingkat kebisingan nilainya disesuaikan dengan peruntukannya ataupun dengan lingkungan kegiatan. Baku tingkat kebisingan untuk perumahan tidak sama dengan perkantoran, sedangkan baku tingkat kebisingan untuk lingkungan kegiatan rumah sakit juga tidak sama dengan lingkungan kegiatan sekolah.

Pengaruh Kebisingan

Pengaruh utama dari kebisingan kepada kesehatan adalah kerusakan kepada indera-indera pendengar. Mula-mula efek kebisingan pada pendengaran adalah sementara dan pemulihan terjadi secara cepat sesudah pemaparan dihentikan. Tetapi pemaparan secara terus-menerus mengakibatkan kerusakan menetap kepada indera-indera pendengaran.

Dampak kebisingan tergantung kepada besar tingkat kebisingan. Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel

(dB). Pemantauan tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan alat Sound Level Meter.

Selain gangguan kesehatan kerusakan terhadap indera-indera pendengar, kebisingan juga dapat menyebabkan : gangguan kenyamanan, kecemasan dan gangguan emosional, stress, denyut jantung bertambah dan gangguan-gangguan lainnya. Secara umum pengaruh kebisingan terhadap masyarakat dapat dibagi menjadi 2, yaitu: Gangguan fisiologi, dan Gangguan psikologis. Pengaruh bising terhadap masyarakat dapat dibagi menjadi dua macam yaitu:

1. Gangguan Fisiologis

Gangguan fisiologis yang diakibatkan oleh kebisingan yakni gangguan yang langsung terjadi pada fatal manusia. Gangguan ini diantaranya:

1. Peredaran darah terganggu oleh karena permukaan darah yang dekat dengan permukaan kulit menyempit akibat bising > 70 dB.
2. Otot-otot menjadi tegang akibat bising > 60 dB
3. Gangguan tidur
4. Gangguan pendengaran, oleh karena bunyi yang terlalu keras dapat merusak gendang telinga.

Penurunan daya dengar dapat dibagi menjadi 3 kategori meliputi:

1. Trauma Akustik

Trauma akustik adalah efek dari pemaparan yang singkat terhadap suara yang keras seperti sebuah letusan. Dalam kasus ini energi yang masuk ke telinga dapat mencapai struktur telinga dalam dan bila melampaui batas fisiologis dapat menyebabkan rusaknya membran *thympani*, putusnya rantai tulang pendengaran atau rusak organ spirale. Trauma akustik adalah setiap perlukaan yang merusak sebagian atau seluruh alat pendengaran yang disebabkan oleh pengaruh pajanan tunggal atau beberapa pajanan dari bising dengan intensitas yang sangat tinggi, ledakan-ledakan atau suara yang sangat keras, seperti suara ledakan meriam yang dapat memecahkan gendang telinga, merusakkan tulang pendengaran atau saraf sensoris pendengaran.

2. Temporary Threshold Shift (TTS)/Tuli Sementara

Tuli sementara merupakan efek jangka pendek dari pemaparan bising berupa kenaikan ambang pendengaran sementara yang kemudian setelah berakhirnya pemaparan bising, akan kembali pada kondisi semula. TTS adalah kelelahan fungsi pada reseptor pendengaran yang disebabkan oleh energi suara dengan tetap dan tidak melampaui batas tertentu. Maka apabila akhir pemaparan dapat terjadi pemulihan yang sempurna. Akan tetapi jika kelelahan melampaui

batas tertentu dan pemaparan terus berlangsung setiap hari, maka TTS secara perlahan-lahan akan berubah menjadi PTS. TTS diakibatkan pemaparan terhadap bising dengan intensitas tinggi. Seseorang akan mengalami penurunan daya dengar yang sifatnya sementara dan biasanya waktu pemaparan terlalu singkat. Apabila tenaga kerja diberikan waktu istirahat secara cukup, daya dengarnya akan pulih kembali.

3. Permanent Threshold Shift (PTS)/Tuli Permanen

Tuli permanen adalah kenaikan ambang pendengaran yang bersifat irreversible sehingga tidak mungkin terjadi pemulihan. Gangguan dapat terjadi pada syaraf-syaraf pendengaran, alat-alat korti atau dalam otak sendiri. Ini dapat diakibatkan oleh efek kumulatif paparan terhadap bising yang berulang.

1. Gangguan pencernaan
2. Gangguan system saraf
3. Gangguan Psikologis

Gangguan yang secara tidak langsung terhadap manusia dan sukar untuk diukur. Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, dan cepat marah.. Bila kebisingan diterima dalam waktu lama dapat menyebabkan penyakit psikosomatik berupa gastritis, jantung, stres, kelelahan dan lain-lain.

Bising juga dapat berpengaruh terhadap produktifitas kerja bagi masyarakat pekerja. Pengaruh bising terhadap produktivitas kerja yaitu:

1. kuantitas hasil kerja sama, kualitas berbeda bila dalam keadaan bising
2. kerja yang banyak menggunakan pemikiran lebih banyak terganggu dibanding dengan kerja manual.

Selain sisi negatif berupa gangguan fisiologis dan psikologis bising juga memberikan sisi negataif salah satunya adalah menambah produktifitas music.

Pengendalian Kebisingan

Mengingat dampak negatif dari pemaparan kebisingan bagi masyarakat, sebisa mungkin diusahakan agar tingkat kebisingan yang memapari masyarakat lebih rendah dari baku tingkat kebisingan. Hal ini dapat dilakukan dengan pengendalian kebisingan pada sumbernya, penempatan penghalang (*barrier*) pada jalan transmisi ataupun proteksi pada masyarakat yang terpapar.

Pengendalian kebisingan pada sumbernya dapat melalui pemberlakuan peraturan yang melarang sumber bising (misalnya mesin pabrik) yang mengeluarkan bunyi dengan tingkat kebisingan yang tinggi. Penempatan penghalang (*barrier*) pada jalan transmisi masih dapat dilakukan dengan membuat penghalang (*barrier*) pada

jalan transmisi diantara sumber bising dengan masyarakat yang terpapar. Sebagai contoh, penanaman pohon bamboo disekitar kawasan industry dapat mereduksi bising yang diterima masyarakat ataupun proteksi kebisingan ada masyarakat yang terpapar dapat dilakukan penggunaan sumbat telinga pada masyarakat yang berada dekat kawasan industry yang menghasilkan kebisingan.

1. Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan

1. Pengertian

RTBL adalah sebuah produk pengaturan yang disusun diharapkan dapat mensinergikan seluruh perencanaan yang ada di suatu kawasan sehingga dapat mendukung dan memberikan kontribusi terhadap terwujudnya kota hijau yang berkelanjutan.

RTBL adalah juga merupakan upaya konservasi kawasan berskala lingkungan dalam dokumen yang disusun sesuai Pedoman RTBL (Permen PU No. 06/PRT/M/2007). Upaya tersebut diharapkan tercapai dengan fokus pada penciptaan ide-ide kreatif sebagai target hijau kawasan yang:

1. Menciptakan suasana kondusif dalam rangka pembangunan bangunan gedung hijau;
2. Fokus pada desain lingkungan yang dapat menghemat penggunaan sumber daya tak terbarukan/fossil fuel; dan
3. Pendetilan tata cara pelaksanaan di tingkat basis masyarakat untuk mencapai target sasaran 'hijau'di wilayahnya.

Berikut ini akan dijelaskan beberapa pengertian yang terkait dengan penyusunan RTBL yang bersumber dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 06/PRT/M/2007 tentang Pedoman Umum Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan, yaitu :

1. **Ruang** adalah wadah yang meliputi ruang darat, ruang laut, dan ruang udara, termasuk ruang didalam bumi sebagai satu kesatuan wilayah, tempat manusia dan mahluk lain hidup, melakukan kegiatan, dan memelihara kelangsungan hidupnya.
2. **Tata ruang** adalah wujud struktur ruang dan pola ruang.
3. **Penataan ruang** adalah suatu sistem proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang.
4. **Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)** adalah strategi dan arahan kebijaksanaan pemanfaatan ruang wilayah, yang meliputi struktur dan pola ruang wilayah, serta kriteria dan pola pengelolaan kawasan wilayah.
5. **Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan (RTBL)** adalah panduan rancang bangun suatu lingkungan/kawasan yang dimaksudkan untuk mengendalikan pemanfaatan ruang, penataan bangunan dan lingkungan, serta memuat materi pokok ketentuan program bangunan dan lingkungan,

rencana umum dan panduan rancangan, rencana investasi, ketentuan pengendalian rencana, dan pedoman pengendalian pelaksanaan pengembangan lingkungan/kawasan.

6. **Kedudukan RTBL**

Dalam pelaksanaan, sesuai kompleksitas permasalahan kawasannya, RTBL juga dapat berupa:

1. Rencana aksi/kegiatan komunitas (*community-action plan/ CAP*),
2. Rencana penataan lingkungan (*neighbourhood-development plan/NDP*),
3. Panduan rancang kota (*urban-design guifeline/UDGL*).

Skala Likert

1. Skala Likert

Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Dengan Skala Likert, variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pertanyaan atau pernyataan. Jawaban setiap item instrumen yang menggunakan Skala Likert mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif, yang dapat berupa kata-kata antara lain: Sangat Penting (SP), Penting (P), Ragu-ragu (R), Tidak Penting (TP), Sangat Tidak Penting (STP).

Kelebihan skala Likert:

1. Dalam menyusun skala, item-item yang tidak jelas korelasinya masih dapat dimasukkan di dalam skala.
2. Lebih mudah membuatnya daripada skala yang lain.
3. Mempunyai reliabilitas yang relatif tinggi.
4. Dapat memperlihatkan item yang dinyatakan dalam responsi alternatif.
5. Dapat memberikan keterangan yang lebih nyata tentang pendapat atau sikap responden.

Kekurangan skala Likert:

1. Hanya dapat mengurutkan individu dalam skala, tetapi tidak dapat membandingkan beberapa kali individu lebih baik dari individu lainnya.
2. Kadang-kadang total skor dari individu tidak memberikan arti yang jelas, banyak pola responsi terhadap beberapa item akan memberikan skor yang sama.

Validitas dari skala Likert masih memerlukan penelitian empirik

3. METODOLOGI

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif . Penelitian deskriptif ini bertujuan untuk mendeskripsikan apa – apa yang saat ini berlaku. Didalamnya terdapat upaya mendeskripsikan, mencatat, analisis dan menginterpretasikan kondisi yang sekarang ini terjadi atau ada.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan 4 (empat) titik yaitu di perumahan penduduk yang berjarak 300 m, 650 m dan 900 m dari pantai Carocok dan daerah area parkir di Pantai Carocok Painan Kabupaten Pesisir Selatan .

Untuk wawancara dilakukan di daerah perumahan penduduk di sekitar pantai Carocok Painan yang berjarak 300 m, 650 m dan 900 m dari Pantai Carocok Painan

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi adalah jumlah dari keseluruhan objek kajian penelitian yang memiliki karakteristik tertentu. Populasi dari penelitian ini adalah wilayah tempat wisata yang ada di Kabupaten Pesisir Selatan.

3.3.2 Sampel

Sampel merupakan bagian dari populasi data yang dianggap mewakili populasi keseluruhan. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah di daerah dekat perumahan penduduk yang berjarak 300 m, 650 m, dan 900 m serta daerah area parkir Pantai Carocok Painan pada saat hari libur/tanggal merah dan hari biasa/hari kerja. Untuk sampel responden wawancara didapatkan menggunakan skala likerd. Dimana jumlah populasi penduduk pantai Carocok Painan sebanyak 110 KK. Maka didapatkan jumlah sampel sebanyak 52 KK. Untuk perhitungan jumlah sampel responden terdapat pada lampiran III.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah parameter yang akan dikaji didalam melakukan penelitian. Adapun variabel penelitian yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain hasil nilai kebisingan dan hasil wawancara pada masyarakat di sekitar Pantai Carocok Painan

3.5 Data dan Sumber Data

Dalam penelitian ini data yang akan diambil ada 3 sumber data yaitu :

1. Wawancara

Metode wawancara dilakukan pada beberapa masyarakat di sekitar Pantai Carocok Painan. Untuk wawancara dengan masyarakat sekitar Pantai Carocok dilakukan untuk mendapatkan data apakah ada keluhan dari masyarakat terhadap kebisingan yang terjadi di Pantai Carocok Painan

2. Data Primer

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran kebisingan. Data ini bersumber dari pengukuran langsung kebisingan dengan menggunakan alat Sound Level Meter.

3. Studi Literatur/Kepustakaan

Studi Literatur yang akan digunakan adalah Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: Kep-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan serta data – data yang lain yang dibutuhkan .

Teknik Pengolahan Data

1. Pengukuran Kebisingan

Pengambilan data primer pelaksanaannya dilakukan di masing-masing tempat yang telah ditentukan di sekitar kawasan Pantai Carocok Painan.

1. Persiapan sebelum mengukur :

1. Pasang baterai pada tempatnya
2. Tekan tombol power
3. Cek garis tanda pada monitor untuk mengetahui baterai dalam keadaan baik atau tidak
4. Melakukan kalibrasi sebelum alat sound level meter digunakan untuk mengukur kebisingan, agar menghasilkan data yang valid.

2. Langkah-langkah pengukuran :

1. Mengukur kebisingan dengan cara alat diletakkan setinggi 1,2 m dari alas lantai atau tanah pada suatu titik yang ditetapkan.
2. Angka yang terlihat pada layar atau display dicatat setiap 5 detik dan pengukuran dilakukan selama 10 menit untuk setiap titik.
3. Setelah selesai alat di matikan dengan menekan tombol "OFF".
4. Data hasil pengukuran dimasukkan dalam rumus Leq

$$LS = 10 \log 1/16 (T1.10^{01L5} + + T4.10^{01L5}) Db (A)$$

$$LM = 10 \log 1/8 (T5.10^{01L5} + + T7.10^{01L5}) Db (A)$$

$$LSM = 10 \log 1/24 (16.10^{01L5} + ... + 8.10^{01L5}) Db (A)$$

Ket :

Leq = Equivalent Continuous Noise Level atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah nilai tertentu kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif)

selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan yang ajeg (steady) pada selang waktu yang sama. Satuannya adalah db (A)

LTMS = Leq selama waktu sampling tiap 5 detik

LS = Leq selama siang hari

LM = Leq selama malam hari

LSM = Leq selama siang dan malam hari

1. Penentuan Jumlah Sampel Wawancara

Untuk menentukan jumlah sampel masyarakat di sekitar Pantai Carocok Painan yang akan di wawancarai dilakukan menggunakan rumus slovin. Sebelum menggunakan rumus slovin, terlebih dahulu harus diketahui jumlah populasi dari sampel yang akan diambil. Untuk perumahan penduduk di sekitar Pantai Carocok Painan diketahui jumlah populasinya adalah 110 KK.

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah menggunakan rumus Slovin (Sevilla et. al., 1960:182), sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

Keterangan

n: jumlah sampel

N: jumlah populasi

e: batas toleransi kesalahan (error tolerance)

Untuk menggunakan rumus ini, pertama ditentukan berapa batas toleransi kesalahan. Batas toleransi kesalahan ini dinyatakan dengan persentase. Semakin kecil toleransi kesalahan, semakin akurat sampel menggambarkan populasi. Misalnya, penelitian dengan batas kesalahan 5% berarti memiliki tingkat akurasi 95%. Penelitian dengan batas kesalahan 2% memiliki tingkat akurasi 98%. Dengan jumlah populasi yang sama, semakin kecil toleransi kesalahan, semakin besar jumlah sampel yang dibutuhkan. Namun dalam penelitian ini, digunakan batas kesalahan 10% yang berarti memiliki tingkat akurasi penelitian 90%. Hal ini disebabkan karena keterbatasan waktu dan dana dari peneliti sendiri.

2. Analisis Kuesioner

Analisis data yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh tingkat kebisingan dengan rencana tata bangunan di Pantai Carocok dilakukan analisis deskriptif kualitatif.
2. Untuk mengetahui pengaruh tingkat kebisingan dengan rencana tata bangunan di Pantai Carocok diukur dari pendapat responden, yaitu :

1. Sebelum data diolah dilakukan uji validitas dan reabilitas terhadap pernyataan kuesioner yang bisa digunakan untuk mengukur pengaruh tingkat kebisingan dengan rencana Tata Bangunan
2. Jawaban responden diukur dengan menggunakan skala likert 1-5
3. Setiap pernyataan disediakan jawaban : sangat setuju; setuju; ragu-ragu; tidak setuju; sangat tidak setuju
4. Untuk pernyataan : sangat setuju=5; setuju=4; ragu-ragu=3; tidak setuju=2; sangat tidak setuju=1
5. Setiap aspek pengaruh tingkat kebisingan dengan rencana tata bangunan di Pantai Carocok dikemukakan beberapa pernyataan
6. Total pernyataan : 20 pernyataan; Total Responden : 52 responden
7. Nilai skor tertinggi : 260 dan skor terendah : 52
8. Kategori rata-rata pengaruh tingkat kebisingan dengan rencana tata bangunan di Pantai Carocok dikelompokkan menjadi:
 1. Kebisingan di Pantai Carocok (pernyataan nomor 1- 6)
 1. Tidak Bising : skor 52 – 121,9
 2. Bising : skor 122 – 190,9
 3. Sangat Bising : skor 191 – 260
 4. Pengaruh kebisingan dengan rencana tata bangunan (pernyataan nomor 7 – 8)
 5. Tidak berpengaruh : skor 52 – 121,9
 6. berpengaruh : skor 122 – 190,9
 7. Sangat berpengaruh : skor 191 – 260
 8. Dampak kebisingan (pernyataan nomor 9-13)
 9. Tidak Berdampak : skor 52 – 121,9
 10. Berdampak : skor 122 – 190,9
 11. Sangat Berdampak : skor 191 – 260
 12. Pengendalian kebisingan (pernyataan nomor 14 – 20)
 13. Sangat terkendali : skor 52 – 121,9
 14. Terkendali : skor 122 – 190,9
 15. Tidak terkendali : skor 191 – 260

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tingkat Kebisingan

Setelah dilakukan sampling kebisingan di beberapa titik di kawasan Pantai Carocok Painan yaitu di area parkir Pantai Carocok, kawasan perumahan penduduk yang berjarak ± 300 m, ± 650 m dan ± 900 m dari Pantai Carocok Painan, maka diperoleh hasil kebisingan dibawah ini :

1. Area Parkir Pantai Carocok Painan

Dari data yang ada di area parkir Pantai Carocok didapatkan hasil bahwa hasil kebisingan di area parkir pantai Carocok yang titik koordinatnya yaitu S:01°21'08.5"E: 100°33'59.0" pada saat hari libur melebihi baku mutu dimana hasil dari kebisingan 24 jam yaitu 87,89 dB (A) dan pada saat hari biasa ketika jam 01.00 dan jam 04.00 di bawah baku mutu. Namun hasil dari tingkat kebisingan 24 jam ketika hari biasa yaitu 82,13 dB(A) melebihi baku mutu, sedangkan baku mutu yang telah ditetapkan oleh KepMenLH untuk daerah rekreasi yaitu 70 dB(A). Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah pengunjung dan jumlah volume kendaraan bermotor yang datang ke Pantai Carocok sehingga menimbulkan kebisingan yang melebihi baku mutu yang mana telah ditetapkan oleh KepMenLH Nomor 48 tahun 1996.

2. Perumahan Penduduk Berjarak ± 300 m Dari Pantai Carocok Painan

Dari data yang ada di perumahan penduduk berjarak ± 300 m dari Pantai Carocok Painan didapatkan hasil

bahwa hasil kebisingan di perumahan penduduk yang berjarak ± 300 m dari Pantai Carocok yang titik koordinatnya yaitu S:01°20'56.2"E:100°34'09.0" pada saat hari biasa ketika jam 07.00, jam 01.00 dan jam 04.00 tingkat kebisingan di Perumahan Penduduk ± 300 m tidak melebihi baku mutu dimana hasil. Namun hasil dari tingkat kebisingan 24 jam pada saat hari biasa yaitu 76,31 dB(A) melebihi baku mutu dan pada saat hari libur tingkat kebisingan di Perumahan Penduduk ± 300 m yaitu 80,89 dB(A) melebihi baku mutu, sedangkan baku mutu yang telah ditetapkan oleh KepMenLH untuk daerah rekreasi yaitu 70 dB(A). Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah volume kendaraan bermotor yang datang ke Pantai Carocok dan kendaraan yang lalu lalang di sekitar perumahan penduduk sehingga menimbulkan kebisingan yang melebihi baku mutu yang mana telah ditetapkan oleh KepMenLH Nomor 48 tahun 1996.

3. Perumahan Penduduk Berjarak ± 650 m Dari Pantai Carocok Painan

Dari data yang ada di perumahan penduduk berjarak ± 650 m dari Pantai Carocok didapatkan hasil bahwa hasil kebisingan di perumahan penduduk yang berjarak ± 650 m dari Pantai Carocok yang titik koordinatnya yaitu S:01°20'59.7"E:100°34'19.1" pada saat hari libur melebihi baku mutu dimana hasil dari kebisingan 24 jam yaitu 82,55 dB (A) dan pada saat hari biasa ketika jam 01.00 dan jam 04.00 di bawah baku mutu. Namun hasil dari tingkat kebisingan 24 jam

ketika hari biasa yaitu 81,39 dB(A) melebihi baku mutu, sedangkan baku mutu yang telah ditetapkan oleh KepMenLH untuk daerah rekreasi yaitu 70 dB(A). Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah pengunjung dan jumlah volume kendaraan bermotor yang datang ke Pantai Carocok sehingga menimbulkan kebisingan yang melebihi baku mutu yang mana telah ditetapkan oleh KepMenLH Nomor 48 tahun 1996.

4. Perumahan Penduduk Berjarak ± 900 m Dari Pantai Carocok Painan

Dari data yang ada di perumahan penduduk berjarak ± 900 m dari Pantai Carocok Painan didapatkan hasil bahwa hasil kebisingan di perumahan penduduk yang berjarak ± 900 m dari Pantai Carocok yang titik koordinatnya yaitu S:01°20'57.5"E:100°34'25.8" pada saat hari libur ketika jam 07.00, jam 01.00 dan jam 04.00 tidak melebihi baku mutu, namun hasil dari tingkat kebisingan 24 jam yaitu 76,44 dB (A) dan pada saat hari biasa ketika jam 01.00 dan jam 04.00 di bawah baku mutu, namun hasil dari tingkat kebisingan 24 jam ketika hari biasa yaitu 82,65 dB(A) melebihi baku mutu, sedangkan baku mutu yang telah ditetapkan oleh KepMenLH untuk daerah rekreasi yaitu 70 dB(A). Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah pengunjung dan jumlah volume kendaraan bermotor yang datang ke Pantai Carocok sehingga menimbulkan kebisingan yang melebihi baku mutu yang mana telah ditetapkan oleh KepMenLH Nomor 48 tahun 1996.

Dari hasil pengukuran hasil tingkat kebisingan di Pantai Carocok dapat dilihat secara keseluruhan dalam perhari

dapat dilihat bahwa hasil kebisingan di Area Parkir Pantai Carocok, Perumahan penduduk yang berjarak ± 300 m, ± 650 m, dan ± 900 m dari Pantai Carocok pada saat hari libur maupun pada saat hari biasa melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh KepMenLH Nomor 48 Tahun 1996 dimana baku mutu untuk daerah rekreasi adalah 70 db(A).

4.2 Hasil Kuesioner

4.2.1 Hasil Uji Validitas dan Reabilitas Data

Setelah dilakukan uji validitas dari pernyataan keusioner sebanyak 20 (lampiran) maka dihasilkan 11 pernyataan yang valid karena nilai r hitung lebih besar dari r tabel $df=(N-2)=52-2=50$. Nilai r tabelnya adalah 0,273. Dari 20 pernyataan tersebut ternyata 55% (11 pernyataan) yang valid. Nomor pernyataan yang valid dan tidak valid didapatkan pernyataan 1, 3, 4, 5, 6, 9, 13, 15, dan 16 memiliki nilai r hitung < 0.273 maka pernyataan tersebut tidak valid sehingga sisanya adalah pertanyaan valid. Uji Reabilitas data dilakukan dengan melihat nilai Alpha Cronbach dari data pernyataan pada kuesioneer reliable. Nilainya adalah $0,661 > 0,6$ (nilai standar) maka kuesioner reliable. Sehingga pernyataan yang digunakan untuk mengolah data kuesioner adalah pernyataan nomor 2, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 19 dan 20.

4.2.2 Perhitungan rata-rata kuesioner

Perhitungan rata-rata kuesioner dimulai dengan tahapan pemberian skor pada setiap jawaban responden, penentuan skor menurut variabelnya dan penentuan rata-rata skor semua variabel sebagai rata-rata.

1. Kebisingan di Pantai Carocok

Untuk kebisingan di Pantai Carocok terdapat dalam pernyataan kuesioner nomor 1 – 6, namun dari nomor tersebut hanya pernyataan nomor 2 yang valid, sehingga dari hasil perhitungan jumlah skor (lampiran) didapatkan jumlah skor yaitu 210, dimana untuk skor 210 termasuk kedalam kategori Sangat bising. Dan persentase untuk kebisingan di Pantai Carocok yaitu 80,77%

2. Pengaruh Tingkat Kebisingan dengan Rencana Tata Bangunan

Untuk Pengaruh Tingkat Kebisingan dengan Rencana Tata Bangunan terdapat dalam pernyataan 7 – 8, dan pernyataan nomor 7 dan 8 valid, sehingga didapatkan hasil bahwa pengaruh tingkat kebisingan dengan rencana tata bangunan di Pantai Carocok mendapatkan skor 146,5, dimana skor tersebut termasuk kedalam kategori berpengaruh dengan jumlah persentase 56,35%

3. Dampak Kebisingan

Untuk dampak kebisingan terdapat dalam pernyataan kuesioner nomor 9 – 13, namun dari pernyataan kuesioner tersebut yang valid hanya nomor 10, 11, dan 12. Sehingga didapatkan hasil bahwa dampak kebisingan mendapatkan skor 167,67, dimana skor tersebut termasuk kedalam kategori berdampak dengan jumlah persentase 64,49%

4. Pengendalian Kebisingan

Untuk dampak kebisingan terdapat dalam pernyataan kuesioner nomor 14 – 20, namun dari pernyataan kuesioner tersebut yang valid hanya nomor 14, 17, 18, 19 dan 20. Sehingga didapatkan hasil bahwa Pengendalian kebisingan mendapatkan skor 227,8, dimana skor tersebut termasuk kedalam kategori tidak terkendali dengan jumlah persentase 87,61%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian bab demi bab, maka pada bab ini dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Tingkat kebisingan di Area Parkir Pantai Carocok, di Perumahan Penduduk yang berjarak ± 300 m, di Perumahan Penduduk yang berjarak ± 650 m dan di Perumahan Penduduk yang berjarak ± 900 m pada saat hari libur maupun pada saat hari biasa melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan bahwasanya untuk daerah Rekreasi adalah 70 db(A)

2. Dari hasil wawancara kepada responden didapatkan untuk kebisingan di Pantai Carocok termasuk kedalam kategori sangat bising, untuk Pengaruh tingkat kebisingan dengan rencana tata bangunan termasuk kedalam kategori berpengaruh, kemudian untuk dampak kebisingan termasuk kedalam kategori berdampak dan untuk pengendalian kebisingan termasuk kedalam kategori tidak terkendali.

6. SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan pada bab demi bab dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk mereduksi kebisingan pada daerah permukiman, dilakukan dengan Green Barrier yang membatasi daerah sumber kebisingan dengan daerah pemukiman masyarakat
2. Jenis tanaman yang akan dapat mengurangi tingkat kebisingan yaitu tanaman Aksia (*Acacia manglum*) yang rata-rata dapat mereduksi kebisingan 4,4 dba dan Bambu pringgondani (*Bambuga Sp*) yang rata-rata dapat mereduksi kebisingan sebanyak 4,9 dba
3. Melakukan penanaman pohon bambu disekitar kawasan industri dapat mereduksi bising yang diterima masyarakat ataupun proteksi kebisingan sehingga kebisingan terhadap kesehatan dan lingkungan diharapkan masyarakat perlu mengendalikan aktivitasnya untuk mengendalikan kebisingan terhadap kualitas lingkungan hidupnya karena penurunan kualitas lingkungan dapat berakibat negative terhadap kualitas hidup masyarakat.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya Wibawa, dkk. 2005. ***Penentuan Tingkat Kebisingan Lingkungan Menggunakan Alat Sound Level Meter Di Sekitar Gedung Graha Widya Wisuda***. IPB : Bandung.
- Chandra, B. 2006. ***Pengantar Kesehatan Lingkungan***. Jakarta: EGC
- Isran Ramli, Muhammda. 2015. ***Analisis Tingka Kebisingan pada kawasan perbelanjaan (Mall) d Kota Makassar dan Dampaknya terhadap Lingkungan***. Diakses pada Tanggal 28 November 2016
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : Kep-48/Menlh/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan
- Nurfitriari, Ilva. 2015. ***Rencana tata bangunan dan Lingkungan dalam Menata Ruang Kota***.
".[http://download.portalgaruda.org/article.php?article=379445&val=7957&title=RENCANA%20TATA%20BANGUNAN%20DAN%20LINGKUNGAN%20\(RTBL\)%20DALAM%20MENATA%20RUANG%20KOTA](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=379445&val=7957&title=RENCANA%20TATA%20BANGUNAN%20DAN%20LINGKUNGAN%20(RTBL)%20DALAM%20MENATA%20RUANG%20KOTA). Di akses pada tanggal 28 Desember 2016.

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 06/PRT/M/2007 Tentang pedoman umum Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan
- Sasangko, D.P., Hadiyanto A. 2000. *Kebisingan Lingkungan*. Univ. Diponegoro. Semarang
- Sulistyani, N., Faturochman, dan M. S'ad. 1993. ***Agresivitas Warga Pemukiman Padat dan Bising Di Kotamadya Bandung Jurnal Psikologi***, No. 2, h. 119

TANAH LONGSOR SEBAGAI BENCANA YANG PALING MEMATIKAN DAN UPAYA MITIGASINYA

Ratih Nurmasari, Nurul Maulidhini, dan Suprpto

Pusat Data, Informasi dan Humas BNPB, Jl. Pramuka Kav. 38, Jakarta Timur 1310, Indonesia,
email; ratih.nurmasari@bnpb.go.id

ABSTRACT

One of the priority targets for Sendai Framework for Disaster Risk Reduction is the reduction of deaths from disasters. It is important to know what disaster has caused the most deaths. Based on historical data of disaster during the last 5 years, concluded that landslide disaster is the most deathly disaster. Areas most vulnerable to landslide disaster are West Java, Central Java and East Java provinces. Several mitigation of landslide disaster that can be done is implement strict regulation and spatial, implementation of a complete landslide early warning system, institutional strengthening and increasing community participation.

Keywords : disaster, mitigation, death, landslide.

ABSTRAK

Salah satu target prioritas pada Kerangka Kerja Sendai untuk Pengurangan Risiko Bencana adalah pengurangan kematian akibat bencana. Untuk itu, penting untuk diketahui bencana apa yang selama ini menyebabkan korban meninggal paling banyak. Berdasarkan data historis kejadian bencana selama 5 tahun terakhir, disimpulkan bahwa bencana tanah longsor adalah bencana yang paling mematikan. Wilayah yang paling rentan terhadap bencana tanah longsor adalah Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Beberapa upaya mitigasi bencana longsor yang dapat dilakukan adalah mengimplementasikan peraturan penataan dan pemanfaatan ruang yang ketat, penerapan sistem peringatan dini tanah longsor yang lengkap, penguatan kelembagaan dan peningkatan partisipasi masyarakat.

Katakunci : bencana, mitigasi, korban meninggal, tanah longsor.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana didefinisikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Definisi tersebut merupakan definisi yang tertuang dalam Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Beberapa definisi lain tentang bencana juga

menyebutkan hal yang senada. Misalnya saja definisi dari terminologi UNISDR, yaitu bencana merupakan sebuah gangguan serius dari berfungsinya suatu komunitas atau masyarakat yang melibatkan manusia secara luas, material, kerugian ekonomi atau lingkungan dan dampak, yang melebihi kemampuan masyarakat yang terkena dampak atau masyarakat untuk mengatasi menggunakan sumber daya sendiri.

Suatu kejadian yang disebut sebagai bencana tidak lepas dari dampak yang ditimbulkannya, baik korban jiwa manusia maupun kerusakan harta benda dan lingkungan. Fenomena atau kejadian yang merupakan bahaya (*hazards*) terkadang tidak mungkin dimanipulasi atau bahkan direduksi. Sebagai contoh kejadian gempa bumi, dimana kejadian gempa bumi ini hingga saat ini tidak dapat digeser, ditunda, maupun dicegah untuk tidak terjadi. Oleh karena itu, upaya penanggulangan bencana yang dilakukan adalah untuk menekan dampak bencana hingga seminimal mungkin, bukan menghilangkan atau mengubah kejadiannya.

Salah satu dampak bencana yang paling vital adalah korban meninggal. Bahkan dalam kerangka kerja Sendai (*Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*), disebutkan bahwa target pertama dari tujuh target prioritas pengurangan risiko bencana adalah pengurangan kematian rata-rata per 100.000 jumlah penduduk.

Sebagai langkah awal pengurangan kematian, tentunya penting untuk diketahui terlebih dahulu bencana apa yang menyebabkan kematian paling tinggi. Selanjutnya adalah menganalisis langkah-langkah signifikan yang perlu dilakukan untuk mengurangi jumlah kematian akibat bencana sebagai bentuk mitigasi bencana.

1.2 Tujuan

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini memiliki 2 tujuan, yaitu:

1. Mengidentifikasi bencana yang menyebabkan kematian paling banyak dan lokasinya,
2. Upaya pengurangan risiko bencana yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah kematian akibat bencana.

2. METODOLOGI

2.1 Landasan Teori

Kerangka kerja penanggulangan bencana yang terbaru saat ini adalah kerangka kerja Sendai untuk penanggulangan bencana 2015-2030. Tujuh target prioritas pengurangan risiko bencana yang harus dilakukan menurut kerangka kerja Sendai 2015-2030 untuk membangun ketahanan bangsa-bangsa dan masyarakat terhadap bencana adalah (1) pengurangan kematian rata-rata per 100 ribu jumlah penduduk. (2) Mengurangi orang-orang yang terdampak per 100 ribu jumlah penduduk. (3) Mengurangi kerugian ekonomi/GDP. (4) Mengurangi kerusakan infra-struktur kunci. (5) Meningkatkan jumlah negara dengan strategis dan rencana

pengurangan risiko bencana. (6) Meningkatkan kerjasama internasional. (7) Meningkatkan cakupan dan akses terhadap *Early Warning System* (EWS).

Kerangka kerja Sendai juga mengeluarkan empat tindakan prioritas dalam upaya pengurangan risiko bencana sebagai berikut: (1) memahami risiko bencana, kebijakan dan praktek harus didasarkan pada pemahaman kerentanan, kapasitas, paparan, karakteristik bahaya dan lingkungan. (2) Penguatan tata kelola risiko yang diperlukan untuk mendorong mekanisme kerjasama kemitraan lembaga untuk pelaksanaan pengurangan risiko bencana (PRB). (3) Investasi PRB untuk resiliensi, investasi publik dan swasta dalam tindakan struktural dan non-struktural untuk meningkatkan ketahanan sebagai pendorong inovasi, pertumbuhan dan penciptaan lapangan kerja. (4) Meningkatkan manajemen risiko, memperkuat kesiapsiagaan, respon dan pemulihan di semua tingkatan sebagai kesempatan penting untuk PRB dan integrasinya ke dalam pembangunan.

Kerangka kerja Sendai mengutamakan penanggulangan bencana pada tahap pra bencana atau sebelum terjadinya bencana. Kegiatan pada tahap pra bencana ini selama ini banyak dilupakan, padahal justru kegiatan pada tahap pra bencana ini sangatlah penting karena apa yang sudah dipersiapkan pada tahap ini merupakan modal dalam menghadapi bencana dan pasca bencana (Handayani, 2011). Kegiatan pada tahap pra bencana yang dimaksud berupa mitigasi, yaitu serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.

Menurut Masyarakat Penanggulangan Bencana Indonesia (MPBI), mitigasi adalah upaya yang dilakukan untuk mengurangi dampak dari bencana, baik secara fisik struktural melalui pembuatan bangunan-bangunan fisik, maupun non fisik struktural melalui perundang-undangan dan pelatihan. Mitigasi pada umumnya dilakukan dalam rangka mengurangi kerugian akibat kemungkinan terjadinya bencana, baik berupa korban jiwa dan atau kerugian harta benda yang akan berpengaruh pada kehidupan dan kegiatan manusia.

Kegiatan-kegiatan pada tahap pra bencana erat kaitannya dengan istilah mitigasi bencana yang merupakan upaya untuk meminimalkan dampak yang ditimbulkan oleh bencana (Handayani, 2011). Mitigasi bencana mencakup baik perencanaan dan pelaksanaan tindakan-tindakan untuk mengurangi risiko dampak dari suatu bencana yang dilakukan sebelum bencana itu terjadi, termasuk kesiapan dan tindakan-tindakan pengurangan risiko jangka panjang.

Upaya mitigasi dapat dilakukan dalam bentuk mitigasi struktural dengan memperkuat bangunan dan infrastruktur yang berpotensi terkena bencana, seperti membuat kode bangunan, desain rekayasa, dan konstruksi untuk menahan serta memperkuat struktur ataupun membangun struktur bangunan penahan longsor, penahan dinding pantai, dan lain-lain. Selain itu upaya mitigasi juga dapat dilakukan dalam bentuk non struktural, diantaranya seperti menghindari wilayah

bencana dengan cara membangun menjauhi lokasi bencana yang dapat diketahui melalui perencanaan tata ruang dan wilayah serta dengan memberdayakan masyarakat dan pemerintah daerah.

2.2 Bahan dan Metode

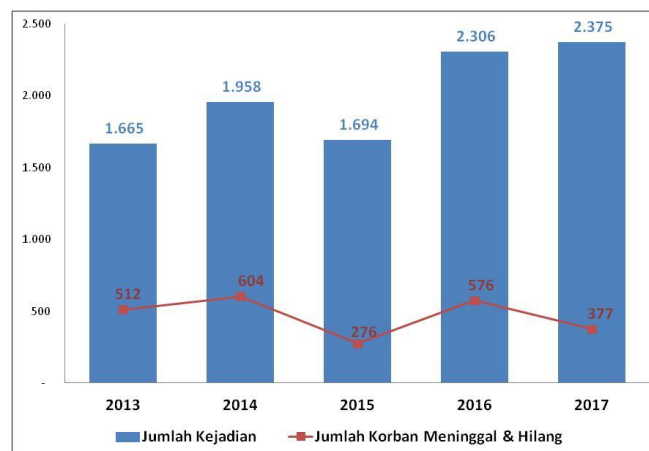
Penelitian ini menggunakan data sekunder dari BNPB. Data yang digunakan adalah data bencana selama 5 tahun terakhir (2013-2017) dan data hasil kajian risiko bencana tahun 2015.

Analisis yang digunakan yaitu analisis deskriptif dan studi literatur untuk memperkaya hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Jenis Bencana yang Paling Mematikan

Data bencana yang dikumpulkan oleh BNPB meliputi 9 jenis kejadian bencana alam, yaitu banjir, tanah longsor, banjir yang disertai tanah longsor, gempa bumi, gelombang pasang/abrasi, puting beliung, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, serta letusan gunung api. Selama kurun waktu 5 tahun terakhir, jumlah kejadian bencana cenderung meningkat, namun jumlah korban meninggal dan hilang bervariasi (Gambar 1). Jumlah kejadian bencana paling banyak terjadi pada tahun 2017, yaitu sebanyak 2.375 kejadian. Adapun korban meninggal dan hilang paling banyak terjadi tahun 2014, yaitu 604 jiwa.



Gambar 1. Grafik Jumlah Kejadian Bencana dan Korban Meninggal dan Hilang Berdasarkan Tahun.

Dilihat dari jumlah kejadian bencana dan korban meninggal dan hilang berdasarkan kejadian bencana, bencana yang paling banyak menyebabkan korban meninggal dan hilang adalah bencana tanah longsor (Gambar 2).

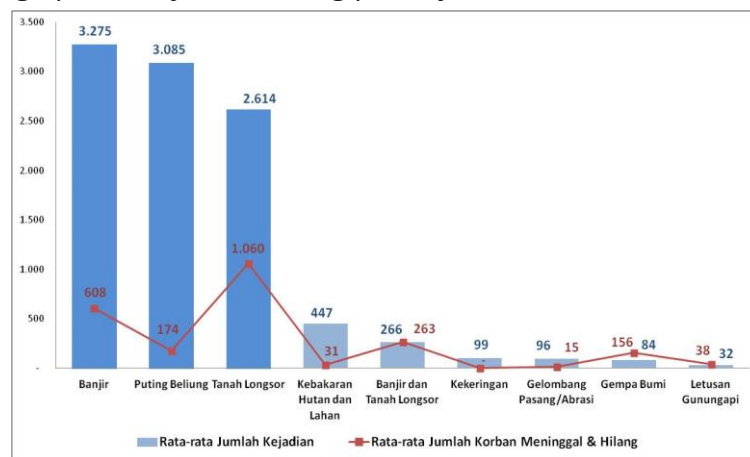
Tabel 1. Jumlah Kejadian dan Jumlah Korban Meninggal dan Hilang Akibat Tanah Longsor

Tahun	Jumlah Kejadian	Jumlah Kejadian yang Menyebabkan Korban Meninggal atau Hilang	Jumlah Korban Meninggal dan Hilang
2013	294	65	190
2014	598	94	354
2015	502	59	174
2016	599	62	186
2017	621	52	156
Total	2.614	332	1.060

Berdasarkan data dari BNPB, selama kurun waktu 2013-2017, telah terjadi bencana longsor sebanyak 2.614 kejadian dengan korban meninggal dan hilang akibat bencana tersebut sebanyak 1.060 jiwa. Dari 2.614 kejadian bencana tanah longsor, 332 kejadian diantaranya menyebabkan korban meninggal dan atau hilang. Dengan korban meninggal dan hilang sebanyak 1.060 kejadian, maka rata-rata korban meninggal dan atau hilang setiap terjadi bencana tanah longsor adalah sebanyak 4 orang. Angka ini termasuk tinggi dan perlu mendapat perhatian khusus untuk ditangani.

Beberapa bencana yang juga menimbulkan korban jiwa cukup banyak per kejadiannya adalah gempa bumi dan letusan gunung api. Bencana gempa bumi terjadi sebanyak 84 kali dalam 5 tahun terakhir. Dari 84 kejadian tersebut, 11 diantaranya menyebabkan kematian. Artinya setiap kejadian menimbulkan korban sebanyak 15 orang.

Bencana letusan gunung api dalam 5 tahun terakhir terjadi sebanyak 32 kali, dimana 4 diantaranya menimbulkan korban meninggal. Korban meninggal akibat letusan gunung api sebanyak 10 orang per kejadian.



Gambar 2. Grafik Rata-rata Jumlah Kejadian Bencana dan Rata-rata Jumlah Korban Meninggal dan Hilang Berdasarkan Jenis Kejadian.

Bencana gempa bumi dan letusan gunung api merupakan bencana yang termasuk dalam kelompok bencana geologi dimana frekuensi kejadiannya cenderung sedikit. Sedangkan bencana tanah longsor lebih cenderung dipicu oleh faktor cuaca sehingga frekuensi kejadiannya jauh lebih banyak dibandingkan gempa

bumi. Bahkan tanah longsor termasuk dalam 3 bencana yang paling mendominasi dari segi frekuensi (Gambar 2), bersama dengan bencana banjir dan puting beliung. Oleh karena itu, tanah longsor dapat dikatakan sebagai bencana yang paling mematikan.

Tabel 2. Jumlah Kejadian dan Korban Meninggal dan Hilang Akibat Bencana Tanah Longsor Tahun 2013-2017.

Provinsi	Jumlah Kejadian	Jumlah Kejadian yang Menyebabkan Korban Meninggal atau Hilang	Meninggal & Hilang
Jawa Tengah	868	65	298
Jawa Barat	726	103	242
Jawa Timur	375	26	99
Sumatera Barat	96	17	58
Kalimantan Timur	83	5	14
DI Yogyakarta	60	11	20
Sumatera Selatan	42	7	23
Sulawesi Selatan	37	5	11
Banten	35	3	5
Sumatera Utara	34	14	48
Bali	34	12	31
Bengkulu	29	7	47
Aceh	26	8	13
Sulawesi Utara	20	4	9
Jambi	18	8	27
Nusa Tenggara Barat	13	4	8
Maluku	13	1	3
Papua	13	8	35
Riau	12	-	-
Kalimantan Selatan	11	-	-
Nusa Tenggara Timur	9	2	2
Gorontalo	8	2	5
Sulawesi Tenggara	7	3	5
Kalimantan Barat	6	4	32
Sulawesi Tengah	6	3	4
Kep. Bangka Belitung	5	5	12
DKI Jakarta	5	2	3
Kalimantan Tengah	5	1	2
Maluku Utara	5	1	2
Lampung	4	1	2
Papua Barat	4	-	-
Kepulauan Riau	3	-	-
Kalimantan Utara	1	-	-
Sulawesi Barat	1	-	-
Total	2.614	332	1.060

3.2 Identifikasi Lokasi yang Rawan Bencana Tanah Longsor

Bencana tanah longsor merupakan bencana yang paling mematikan. Selanjutnya adalah penting untuk meninjau wilayah mana saja yang sering mengalami bencana tanah longsor. Selama lima tahun terakhir, 5 provinsi yang paling sering mengalami bencana tanah longsor adalah Provinsi Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera Barat, dan

Kalimantan Timur. Adapun provinsi dengan jumlah korban meninggal dan hilang akibat longsor paling banyak adalah Provinsi Provinsi Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera Barat, dan Sumatera Utara.

Tabel 3. Jumlah Penduduk Terpapar Bahaya Longsor Kelas Sedang-Tinggi.

Provinsi	Jumlah Jiwa Terpapar Risiko Bencana Tanah Longsor Kelas Sedang-Tinggi		
	Laki-Laki	Perempuan	Total
Jawa Barat	4.471.753	4.328.679	8.800.431
Jawa Tengah	2.254.354	2.266.361	3.940.674
Jawa Timur	1.855.026	1.903.934	3.758.961
Nusa Tenggara Barat	1.721.876	1.837.596	3.559.473
Nusa Tenggara Timur	1.291.389	1.326.781	2.618.170
Sumatera Utara	1.030.629	1.043.241	2.073.870
Papua	992.134	878.244	1.870.379
Sulawesi Tengah	880.584	836.871	1.717.456
Sulawesi Selatan	755.887	772.486	1.528.373
Sumatera Barat	166.693	702.475	1.396.127
Aceh	635.220	122.064	1.269.708
Lampung	473.851	406.772	912.087
Sulawesi Utara	439.810	60.858	894.804
Bali	409.417	410.247	819.664
Bengkulu	279.469	265.100	544.569
Sulawesi Tenggara	253.470	243.123	496.592
Papua Barat	256.679	23.032	486.999
Banten	243.358	230.605	473.963
Sulawesi Barat	205.523	213.384	431.093
Sumatera Selatan	210.387	194.999	405.386
DI Yogyakarta	167.174	174.155	341.329
Kalimantan Barat	148.532	137.540	281.058
Gorontalo	140.553	136.806	277.359
Jambi	115.485	114.109	215.491
Maluku Utara	108.034	102.723	210.756
Maluku	104.986	99.283	204.268
Kalimantan Selatan	101.647	95.785	197.432
Kalimantan Timur	84.195	72.018	156.213
Riau	77.263	71.994	149.257
Kepulauan Riau	67.085	63.152	130.237
Kep. Bangka Belitung	443	40.772	85.072
Kalimantan Tengah	27.959	25.076	53.035
DKI Jakarta	-	-	-
Total	20.572.243	20.327.201	40.899.444

Selain itu, perlu dilihat juga wilayah yang jumlah penduduk terpapar bencana longsohnya paling banyak. Keterpaparan atau *exposure* adalah masyarakat, properti, sistem, atau elemen lain yang berada pada zona bahaya dan berujung pada potensi kerugian (UNISDR, 2009). Penduduk merupakan salah satu elemen yang terpapar, dalam hal ini terpapar bencana tanah longsor. Proses penghitungan jumlah penduduk terpapar dilakukan dengan menggunakan sistem informasi geografis dan teknik analisis grid. Analisis grid menampilkan data spasial dalam beberapa sel dengan ukuran tertentu. Setiap sel tersebut memuat angka-angka yang mewakili suatu nilai. Penggunaan teknik analisis grid melibatkan dua parameter, yaitu jumlah penduduk dan peta bahaya. Jumlah penduduk yang digunakan pada kajian ini diambil dari data Sensus Penduduk 2010, sedangkan peta bahaya tanah longsor diperoleh dari Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Berdasarkan tingkat atau kelas, peta bahaya mempunyai tiga kategori yaitu bahaya tingkat tinggi, sedang dan rendah.



Gambar 3. Ringkasan Analisis Jumlah Penduduk Terpapar Bahaya LongsorKelas Sedang-Tinggi

Secara umum, ringkasan tentang penduduk terpapar bahaya tanah longsor kelas sedang hingga tinggi untuk seluruh wilayah Indonesia dapat dilihat pada Gambar 3. Secara keseluruhan terdapat 40,9 juta jiwa penduduk di Indonesia terpapar bencana tanah longsor tingkat sedang hingga tinggi, dimana 4,9 juta diantaranya terpapar bahaya kelas tinggi dan sisanya sebanyak 36 juta terpapar bahaya kelas sedang.

Lima provinsi dengan jumlah penduduk terpapar bencana tanah longsor paling banyak adalah Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur. Jumlah penduduk terpapar bahaya longsor pada kelima provinsi tersebut lebih dari 22 juta jiwa.

Dari dua pendekatan yang dilakukan (berdasarkan data historis bencana dan kajian risiko bencana), terdapat 3 provinsi yang paling rentan terhadap bencana tanah longsor, yaitu Provinsi Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Jawa Timur. Ketiga provinsi ini memiliki banyak wilayah dengan topografi berbukit. Selain itu, jumlah penduduk di 3 provinsi ini juga merupakan yang terbanyak se-Indonesia. Ketiga

provinsi ini perlu mengimplementasikan upaya-upaya pengurangan risiko bencana longsor yang nyata agar korban meninggal akibat bencana dapat dikurangi secara signifikan.

3.3 Mitigasi Bencana Tanah Longsor

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana yang unik. Bencana ini merupakan perpaduan antara faktor geologi dan hidrometeorologi. Menurut Crozier (2004), tanah longsor merupakan proses pergerakan material penyusun lereng meluncur atau jatuh ke arah kaki lereng karena kontrol gravitasi bumi. Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng.

Longsor merupakan suatu proses dalam pencapaian keseimbangan baru pada suatu lereng. Lereng yang tidak longsor atau lereng yang stabil merupakan lereng yang 'seimbang'. Ketika muncul gangguan terhadap keseimbangan lereng (akibat berbagai hal), maka muncul suatu kondisi tidak seimbang. Ketika muncul ketidakseimbangan, lahirlah kondisi ketidakaturan, namun kondisi ketidakaturan tersebut adalah suatu upaya untuk mencari keseimbangan baru (Zakaria, 2010).

Proses terjadinya tanah longsor dapat diterangkan sebagai berikut: air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng. Longsor hanya dapat terjadi pada suatu lereng baik pada perbukitan, pegunungan, bantaran sungai, atau struktur timbunan.

Dalam bidang geologi, tanah longsor disebut juga sebagai pergerakan tanah. Pergerakan tanah ini sebenarnya sudah dapat diprediksi oleh Badan Geologi. Badan Geologi juga sudah mengeluarkan peta potensi pergerakan tanah untuk setiap wilayah setiap kurun waktu tertentu. Walaupun sudah dapat diprediksi, nyatanya bencana tanah longsor tetap tidak dapat dipastikan kapan terjadinya.

Salah satu tanda akan terjadinya longsor adalah terjadinya retakan tanah. Di beberapa tempat fenomena retakan tanah ini sudah banyak terjadi, bahkan berlangsung cukup lama. Pada kondisi awalnya masyarakat bersedia untuk mengungsi, namun jika tidak terjadi apa-apa mereka akan kembali ke tempat tinggal mereka. Seperti bencana tanah longsor yang terjadi di Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo pada 1 April 2017 yang lalu. Ketika itu fenomena tanah retak sudah terjadi sejak 11 Maret 2017. Masyarakat sudah mulai mengungsi sejak saat itu. Namun karena kebutuhan hidup mereka kembali ke ladangnya pada hari kejadian dan akhirnya menjadi korban. Akibat bencana ini BNPB mencatat sebanyak 28 orang meninggal dan hilang.

Pemicu bencana longsor adalah faktor cuaca. Ketika terjadi hujan deras dalam waktu yang cukup lama, sebaiknya masyarakat yang tinggal di wilayah lereng segera mengungsi ke tempat yang lebih aman. Masyarakat perlu mengetahui beberapa ciri daerah yang rawan bencana tanah longsor sebagai berikut (Nugroho, 2018):

- Daerah berbukit dengan kelerengan lebih dari 200,
- Lapisan tanah tebal di atas lereng,
- Sistem tata air dan tata guna lahan yang kurang baik,
- Lereng terbuka atau gundul,
- Terdapat retakan tapal kuda pada bagian atas tebing,
- Banyaknya mata air atau rembesan air pada tebing disertai longsoran-longsoran kecil,
- Adanya aliran sungai di dasar lereng,
- Pemotongan tebing untuk pembangunan rumah atau jalan.

Berbagai upaya pengurangan risiko bencana tanah longsor sebenarnya sudah dilakukan. Misalnya saja pemasangan sistem peringatan dini tanah longsor (*Landslide Early Warning System/LEWS*). Selama kurun waktu 2014-2016 BNPB bekerja sama dengan Universitas Gadjah Mada telah memasang 70 LEWS di berbagai wilayah, seperti di Banjarnegara, Bogor, Bandung, Karanganyar dan lain-lain. Sejauh ini LEWS yang telah dipasang belum dapat berfungsi dengan maksimal. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh berbagai hal.

Alasan teknis seperti tidak adanya sumber daya untuk pemeliharaan menjadi salah satu penyebab kurang efektifnya LEWS di lapangan. Alasan lain adalah dari sisi masyarakatnya sendiri yang belum sepenuhnya paham tentang penggunaan LEWS. Minimnya pengetahuan masyarakat menimbulkan rasa ketidakpedulian terhadap LEWS yang sudah dipasang. Misalnya saja ketika LEWS sempat berbunyi di beberapa tempat. Saat itu masyarakat segera mengungsi, namun beberapa kali tidak terjadi bencana apapun. Lambat laun masyarakat tidak peduli dengan LEWS tersebut dan tidak menghiraukan bunyi alarm peringatan dari alat tersebut.

Dalam perkembangan selanjutnya, LEWS tidak dapat berdiri sendiri dan terdiri dari 7 sub sistem (Karnawati, 2012). Yang pertama adalah penilaian risiko, yaitu dengan cara dilakukan survei teknis (geomorfologi, geologi, geoteknik) dan kelembagaan, serta sosial-budaya-ekonomi masyarakat. Penilaian risiko ini dilakukan oleh pemerintah daerah bersama dengan masyarakat setempat dan didukung oleh peneliti dan ahli.

Subsistem LEWS yang kedua adalah sosialisasi. Sosialisasi atau penyebarluasan informasi yang berkaitan dengan bencana tanah longsor bertujuan untuk memberikan pemahaman dan pengertian kepada masyarakat, dan untuk memahami aspirasi masyarakat.

Selanjutnya adalah pembentukan tim siaga bencana. Tim ini dibentuk melalui konsultasi masyarakat yang difasilitasi oleh pemerintah daerah atau instansi terkait. Penunjukan tim ini didasarkan pada kemampuan dari masing-masing anggota dalam kesiapan, pencegahan, mitigasi, tanggap darurat, dan penanganan pascabencana.

Pembuatan panduan operasional evakuasi menjadi subsistem yang keempat. Panduan operasional evakuasi mencakup zona risiko gerakan tanah dan jalur evakuasi. Panduan ini memberikan informasi tentang zona risiko tinggi dan daerah aman; rumah warga, yang dicantumkan nomor pemilik rumah; fasilitas penting seperti: sekolah, masjid, puskesmas, kantor ataupun petunjuk penting (landmark); jalan maupun gang; titik pemasangan alat deteksi dini; pos siaga; jalur evakuasi; titik kumpul; tempat pengungsian akhir (TPA).

Subsistem LEWS berikutnya adalah penyusunan prosedur tetap (protap) yang berperan sebagai panduan bagi tim siaga bencana. Pembentukan protap penting untuk mendefinisikan secara jelas peran dan tanggung jawab tim siaga bencana dan masyarakat saat menghadapi ancaman tanah longsor.

Berikutnya adalah pemantauan, peringatan dini dan gladi evakuasi. Setelah alat dipasang, tim siaga bencana terbentuk, jalur evakuasi tersedia, dan adanya prosedur tetap, maka dilakukan gladi evakuasi untuk memastikan fungsi alat dan respon masyarakat bila terjadi level bahaya tertentu.

Subsistem yang terakhir adalah komitmen pemerintah daerah dan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan keseluruhan sistem. Agar sistem berjalan dengan baik, diperlukan komitmen pribadi dan action nyata dari tiap individu/institusi, komunikasi yang baik antar individu/komponen dalam sistem dan koordinasi yang tepat. Koordinasi hanya efektif untuk dilakukan pada level yang tepat dan setiap institusi/individu yang terlibat sudah saling mengenal dan mengerti peranan dan tanggung jawab masing-masing.

Upaya mitigasi longsor yang juga mungkin dilakukan adalah konservasi berbasis *biogeo-engineering* (Nugroho, 2017). Pada lembah-lembah perbukitan perlu ditanami dengan pepohonan jenis kayu yang memiliki perakaran dalam yang berfungsi sebagai penahan longsor. Buffer zone antara kawasan perlindungan (kelerengan tinggi) dengan kawasan budidaya di bagian bawahnya dibuat dengan tanaman pohon yang kuat, ditanam rapat dan membentuk sabuk hijau yang tebal /berlapis. Jenis vegetasi yang perlu ditanam pada daerah-daerah lembah adalah jenis tanaman lokal yang sudah terbukti tumbuh dengan baik di daerah tersebut. Beberapa jenis pohon yang dapat ditanam misalnya puspa (*Schima walichii*), rasamala (*Altingia excelsa*), huru (*Litsia chinensis*), surian (*Toona sureni merr*), bambu manggong (*Gigantochloa manggong*) dan kayu baros (*Manglietia glauca Bl*).



Gambar 4. Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor.

Meninjau upaya mitigasi bencana tanah longsor lebih dalam, berbagai upaya sebenarnya telah dilakukan, seperti reboisasi, penghijauan, konservasi tanah dan air, sosialisasi, pemasangan sistem peringatan dini, pemetaan dan lainnya. Namun nyatanya upaya ini masih kalah cepat dibandingkan dengan faktor-faktor penyebabnya sehingga longsor terus terjadi. Longsor dapat terjadi karena penyebab (*causes*) dan pemicu (*trigger*). Penyebab longsor dapat merupakan faktor-faktor yang membuat lereng menjadi rentan terhadap keruntuhan atau longsor pada lokasi dan pada waktu tertentu. Penyebab terjadinya tanah longsor meliputi faktor geologi, morfologi dan aktivitas manusia. Faktor geologi dan morfologi merupakan faktor alam yang cenderung tidak dapat diintervensi. Satu-satunya faktor penyebab longsor yang masih dapat dimanipulasi adalah aktivitas manusia. Oleh karena itu, implementasi penataan dan pemanfaatan ruang merupakan kunci untuk mengurangi risiko bencana longsor.

Menurut Nugroho (2017), harus ada moratorium pembangunan permukiman di daerah rawan longsor. Daerah longsor sebaiknya dijadikan kawasan lindung. Daerah-daerah rawan longsor yang belum berkembang menjadi permukiman, seharusnya tidak diperkenankan untuk dibangun. Lahan dengan kelerengan >40% dipertahankan sebagai kawasan lindung berupa ekosistem hutan alam dengan kerapatan pohon yang tinggi. Satu hektar lahan sebaiknya ditanami 400 pohon.

Untuk masyarakat yang sudah terlanjur tinggal di daerah rawan longsor harus diperkuat kesiapsiagaannya. Beberapa cara untuk antisipasi longsor yang dapat dilakukan oleh masyarakat sebelum terjadi bencana tanah longsor adalah (1) kenali tanda-tanda akan terjadinya longsor seperti hujan terus menerus dengan intensitas sedang hingga tinggi, terdapat retakan, terdengar suara bergerak, adanya kenampakan pohon atau tanaman yang menjadi miring; (2) segera mengevakuasi atau memindahkan penduduk yang terancam tanah longsor; (3) segera hubungi pihak yang memiliki wewenang untuk menangani tanah longsor.

Selain itu, menurut Handayani (2011), penguatan kelembagaan, baik pemerintah, masyarakat, maupun swasta merupakan faktor kunci dalam upaya mitigasi bencana. Hal yang perlu dipersiapkan, diperhatikan dan dilakukan bersama-sama oleh pemerintahan, swasta maupun masyarakat dalam mitigasi bencana, antara lain: (1) kebijakan yang mengatur tentang pengelolaan kebencanaan atau mendukung usaha preventif kebencanaan seperti kebijakan tata guna tanah agar tidak membangun di lokasi yang rawan bencana; (2) kelembagaan pemerintah yang menangani kebencanaan, yang kegiatannya mulai dari identifikasi daerah rawan bencana, penghitungan perkiraan dampak yang ditimbulkan oleh bencana, perencanaan penanggulangan bencana, hingga penyelenggaraan kegiatan-kegiatan yang sifatnya preventif kebencanaan; (3) indentifikasi lembaga-lembaga yang muncul dari inisiatif masyarakat yang sifatnya menangani kebencanaan, agar dapat terwujud koordinasi kerja yang baik; (4) pelaksanaan program atau tindakan ril dari pemerintah yang merupakan pelaksanaan dari kebijakan yang ada, yang bersifat preventif kebencanaan; (5) meningkatkan pengetahuan pada masyarakat tentang ciri-ciri alam setempat yang memberikan indikasi akan adanya ancaman bencana.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data historis kejadian bencana, bencana tanah longsor merupakan bencana yang paling mematikan. Tanah longsor menimbulkan korban meninggal dan hilang paling banyak dalam kurun waktu 5 tahun terakhir.

Wilayah yang rentan terhadap bencana tanah longsor adalah Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Kegiatan mitigasi bencana tanah longsor perlu ditingkatkan di ketiga provinsi tersebut.

Berbagai upaya mitigasi bencana tanah longsor telah dilakukan. Kunci mitigasi bencana tanah longsor adalah pada implementasi penataan dan pemanfaatan ruang. Wilayah dengan kelereangan >40% sebaiknya tidak dihuni dan dijadikan sebagai kawasan lindung. Namun jika sudah terlanjur ditempati, kesiapsiagaan masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut sangat perlu ditingkatkan. Pada wilayah rentan bencana tanah longsor yang sudah dihuni perlu dipasang LEWS yang lengkap dengan tujuh sub sistem di dalamnya. Selain itu, mitigasi bencana tanah longsor yang efektif juga perlu memperkuat kelembagaan dan partisipasi masyarakat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amran. 2016, Peningkatan Partisipasi Masyarakat dalam Pengurangan Risiko Bencana Tanah Longsor Melalui Kelompok Kampung Siaga Bencana, Jurnal Ilmiah Pekerjaan Sosial Vol. 15, No. 1 : 139-153.
- D. Karnawati. 2001, Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor dengan Pemberdayaan Masyarakat, Lokakarya Nasional Pengembangan Sistem Peringatan Dini Sebagai Upaya Pencegahan dan Pengurangan Dampak Bencana Alam, Kerjasama Pusat Studi Bencana Alam Universitas Gadjah Mada dan Pengurus Palang Merah Indonesia, Yogyakarta.
- MJ Crozier & T Glade. 2004, Landslide hazard and risk: Issues, Concepts and Approach: 1-35.
- R Handayani. 2011, Analisis Partisipasi Masyarakat dan Pemerintah dalam Pelaksanaan Manajemen Bencana di Kabupaten Serang Provinsi Banten, Proceeding Simposium Otonomi Daerah 2011, LAB-ANE Fisip Untirta.
- SP Nugroho. 2017, Penanganan Tanah Longsor Kabupaten Ponorogo. Disampaikan pada Konferensi Pers di BNPB pada 2 April 2017.
- SP Nugroho. 2018, Penanganan Bencana Longsor di Brebes dan Antisipasi Longsor di Indonesia. Disampaikan pada Konferensi Pers di BNPB pada 23 Februari 2018.
- T Yanuarto dkk. 2014, Penduduk Terpapar Terhadap Bahaya Bencana Alam. BNPB, BPS, dan UNFPA.
- Z Zakaria. 2010, Model Starlet, Suatu Usulan untuk Mitigasi Bencana Longsor dengan Pendekatan Genetika Wilayah (Studi Kasus: Longsor Citatah, Padalarang, Jawa), Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 5 No. 2: 92-112.
- www.dibi.bnpb.go.id
- www.inarisk.bnpb.go.id

KOMUNIKASI RISIKO KESEHATAN PENCEGAHAN PENYAKIT DBD AKIBAT BANJIR

Shinta Nasution

Bidang Penelitian dan Pengembangan, Bappedalitbang Kabupaten Bogor, Jalan Segar III
Kav. 2 Komplek Perkantoran Pemda Bogor Tengah, Indonesia
email; nasutionshinta100@gmail.com

ABSTRACT

High rain intensity in December-February causes flood in some areas in Indonesia. Flood often makes some risks and one of them is Dengue Disease. Therefore it is important to increase the surveillance activities and health promotions in risk area for Dengue Disease. Health risk communication will role health promotion activities by disseminating about Dengue Disease preventive information before the flood comes in rainy season. The involving of Sismantik (Siswa Pemantau Jentik/ Mosquito larva observer students) as strategic partners of health institutions for preventing the Dengue Disease need to be supported by the right media. The previous report showed manga comic was good for kids. On the other side, graphic info was very important in risky situation and crisis as a spread information media. This research has a goal to analyze the effect of visual media and effectiveness comparison between manga comic and graphic info for Sismantik in communication about health risk and Dengue Disease preventive actions at the moment and after flood. This study uses true experiment by factorial design 2 x 2 which divides 116 students of Madrasah Ibtidaiyah (Islamic Junior High School) in Bojong Gede District randomly into four treated groups who got positive and negative messages and other 27 students as control group. Visual media treatment is proved for increasing information understanding, risk perception and Sismantik's behavior for preventing Dengue Disease compared by controlled group. (Result of) Duncan's test found the most effective visual media to increase information understanding is graphic info, when the most effective visual media to increase risk perception is manga. But visual media treatment couldn't increase Sismantik's negative risk perception. Both of these visual medias have similar effectiveness level for increasing Sismantik's behavior to prevent Dengue Disease.

Keywords : dengue disease, flood, infographic, health risk communication, manga.

ABSTRAK

Intensitas curah hujan yang tinggi pada bulan Desember-Februari menyebabkan banjir di beberapa wilayah di Indonesia. Genangan air akibat banjir sering menimbulkan risiko munculnya penyakit salah satunya DBD. Oleh karena itu, penting dilakukan peningkatan kegiatan surveilans dan upaya promosi kesehatan pada daerah yang berisiko terkena bencana. Komunikasi risiko kesehatan berperan menjembatani kegiatan promosi kesehatan melalui deseminasi

informasi pencegahan DBD sebelum timbulnya banjir pada saat musim hujan tiba. Keterlibatan Sismantik (Siswa Pemantau Jentik) sebagai mitra strategis instansi kesehatan dalam upaya pencegahan penyakit DBD perlu didukung bentuk media yang tepat. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan komik manga menjadi media andalan bagi anak-anak. Sementara infografis berperan penting dalam situasi risiko dan krisis sebagai media penyebarluasan informasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh media visual dan perbandingan efektivitas manga dan infografis bagi Sismantik dalam komunikasi tentang risiko kesehatan dan pencegahan penyakit DBD saat dan pasca banjir. Studi menggunakan true experiment dengan desain faktorial 2×2 yang membagi 116 siswa Madrasah Ibtidaiyah di Kecamatan Bojong Gede secara acak ke dalam empat kelompok perlakuan yang menerima pesan positif dan negatif dan 27 siswa sebagai kelompok kontrol. Perlakuan media visual terbukti mampu memberikan efek berupa peningkatan pemahaman informasi, persepsi risiko dan sikap Sismantik terhadap pencegahan penyakit DBD dibanding kelompok kontrol. Hasil uji Duncan dapat diketahui media visual yang paling efektif untuk meningkatkan pemahaman informasi adalah infografis, sedangkan dalam meningkatkan persepsi risiko adalah manga. Namun, perlakuan media visual belum mampu meningkatkan persepsi risiko negatif Sismantik. Kedua media visual memiliki tingkat efektivitas yang sama dalam meningkatkan sikap terhadap pencegahan penyakit DBD.

Kata kunci : banjir, dbd, infografis, komunikasi risiko kesehatan, manga.

1. PENDAHULUAN

Potensi bencana di Indonesia cukup tinggi, terutama pada saat musim hujan datang dan seringkali mengakibatkan bencana banjir. Kemenkes juga menghimbau untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap berbagai jenis penyakit menular pada saat banjir tiba di antaranya DBD (Kemenkes RI 2013). Banjir seringkali menimbulkan permasalahan tumpukan sampah dan genangan air yang berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes* sebagai penular penyakit DBD. Wilayah penyebarannya semakin lama semakin meluas, hingga tahun 2014, tercatat penderita penyakit DBD di 34 provinsi di Indonesia sebanyak 71.668, dan 641 di antaranya meninggal dunia (PKP Kemenkes RI 2015).

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bogor menyebutkan Kecamatan Bojong Gede sebagai wilayah di Kabupaten Bogor yang rawan banjir (Sudarno 2016). Selain itu, Bojong Gede termasuk tiga wilayah tertinggi kasus penyakit DBD di Kabupaten Bogor tahun 2015 sebesar 104 kasus (Dinkes Kab. Bogor 2015). Sayangnya, ancaman penyakit DBD saat dan setelah banjir tidak diikuti upaya pencegahan dari masyarakat setempat. Mereka hanya mengandalkan Fogging (pengasapan) dalam menanggulangi penyakit DBD. Padahal tindakan tersebut tidak mampu memutus mata rantai penularnya karena hanya membunuh *Aedes* dewasa. PSN (Pemberantasan Sarang Nyamuk) dengan gerakan 3M (Menutup, Menguras dan Memanfaatkan barang bekas yang masih bernilai) sebagai kegiatan yang paling efektif untuk mencegah terjadinya penyakit

DBD serta mewujudkan kebersihan lingkungan dan perilaku hidup sehat (Kemenkes 2014).

Upaya komunikasi risiko yang efektif harus sesuai dengan jenis risiko. Mengacu pada paradigma psikometri Slovic, karakteristik risiko penyakit DBD dan upaya pencegahannya tergolong ke dalam *lower familiarity/lower dread*. Dalam konteks tersebut, masyarakat memandang penyakit DBD berisiko rendah, tidak segera mengancam kehidupan atau menyebabkan bahaya serius. Namun, faktanya dalam beberapa kasus persepsi individu terhadap risiko justru lebih besar dari risiko yang sebenarnya (Sheppard et al. 2012). Penyakit DBD dianggap baru berbahaya jika sudah jatuh korban jiwa, sehingga upaya pencegahannya dinilai masih belum perlu dilakukan pada masa sebelum terjadi kasus DBD di lingkungannya.

Komunikasi risiko kesehatan yang dibangun dalam pesan dan media yang tepat menjawab permasalahan tersebut. Salah satu sasaran kegiatannya adalah lingkungan sekolah. Keterlibatan anak sekolah sebagai Sismantik (Siswa Pemantau Jentik) merupakan sasaran yang berperan strategis karena jumlahnya sangat banyak yaitu 20% dari jumlah penduduk Indonesia (Kemenkes 2014).

Informasi risiko kesehatan harus disertai dengan visualisasi yang memperkuat data. Penelitian tentang kekuatan visual dengan pendekatan komunikasi risiko kesehatan lebih banyak menggunakan grafis numerik (grafik, *icon array*, tabel) sebagai penguat informasi. Cummings (2013) merekomendasikan pentingnya dilakukan penelitian eksperimental terhadap kekuatan visual, selanjutnya mengkaji pengaruhnya terhadap pemahaman informasi, pemrosesan informasi, dan bagaimana individu menilai pesan risiko yang mungkin mengakibatkan perubahan perilaku kesehatan. Dari sembilan penelitian tentang visualisasi grafis dengan pendekatan komunikasi risiko (King et al., 2014; Ancker et al., 2006; Zikmund-Fisher et al., 2008; Garcia-Retamero dan Galesic, 2010; Wong et al., 2012; Garcia-Retamero dan Mandeep, 2011; Politi, 2012; Miller dan Barnett, 2010; Ru dan Ming, 2014) hanya dua penelitian yang menggunakan infografis (Miller dan Barnett, 2010; Ru dan Ming, 2014) dalam menyampaikan pesan kesehatan. Selain itu, keseluruhan media tersebut tidak ditujukan bagi anak-anak. Media komik untuk kepentingan praktis baik diarahkan bagi anak-anak, karena lebih menarik bagi pembaca usia muda (Branscum dan Sharma, 2009). Sayangnya, komik belum dimanfaatkan dengan baik dalam intervensi promosi kesehatan termasuk dalam kajian risiko kesehatan yang melibatkan anak-anak, padahal merupakan alat pendidikan yang menjanjikan (Branscum dan Sharma, 2009).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penting dilakukan penelitian dengan pendekatan komunikasi risiko kesehatan, yang menggunakan komik manga dan infografis statis (cetakan) sebagai media komunikasi dengan pendekatan tersebut untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pemahaman informasi, persepsi risiko dan sikap terhadap pencegahan DBD serta keefektifannya sebagai media informasi risiko dan pencegahan DBD bagi anak-anak.

2. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di wilayah rawan banjir dan endemis DBD tertinggi ke-2 di Kabupaten Bogor yaitu Kecamatan Bojong Gede. Studi menggunakan metode *true experiment* dengan desain faktorial 2 x 2 (tabel 1) *pretest posttest control group design* (Campbell & Stanley 1996) yang membagi siswa kelas V dan VI MI Nurul Qolbi Bojong Gede secara acak ke dalam 4 kelompok perlakuan (n=116) dan 1 kelompok kontrol (n=27). Sekolah tersebut dipilih karena berada pada desa dengan kasus DBD tertinggi, sedangkan tingkat keterlibatan PHBS-nya masih rendah. Selain itu, Sismantik juga berada pada rentang kelas tersebut. Penelitian dilaksanakan sejak bulan Maret hingga Mei 2017. Data primer diperoleh melalui melalui kuesioner dan diperkuat dengan wawancara, sedangkan data sekunder dikumpulkan dari lembaga terkait. Data dianalisis menggunakan *paired sample t test*, ANOVA dan *Duncan's multiple range test*.

Tabel 1 Matriks Desain Faktorial 2 X 2 True Eksperiment dengan Faktor Jenis Media dan Isi Pesan

Jenis Media	Isi Pesan	
	Manfaat Pencegahan DBD	Risiko Penyakit DBD
Manga	Manga-Gerakan 3M Plus	Manga-Risiko Penyakit
Infografis Statis	Infografis-Gerakan 3M Plus	Infografis-Risiko Penyakit

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Media Visual

Perlakuan media visual menimbulkan efek pada responden yang meliputi perubahan pemahaman informasi, persepsi dan sikap. Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p\text{-value} < 0.05$) pada kelompok perlakuan sebelum dan setelah diberi media visual berupa peningkatan pemahaman informasi, persepsi risiko dan sikap terhadap pencegahan DBD. Sebaliknya pada kelompok kontrol tidak berbeda nyata ($p\text{-value} > 0.05$).

Perubahan nilai *mean* pada pemahaman informasi (Tabel 2) diperoleh dari kenaikan skor jawaban pada pertanyaan penyebab DBD, perilaku nyamuk *Aedes* dan gerakan 3M Plus. Fokus pendidikan kesehatan pada vektor *Aedes* seringkali menimbulkan kekeliruan informasi tentang penyebab DBD. Namun, hal tersebut telah berhasil diatasi melalui pemberian media visual. Fakta di lapangan, sebagian responden telah melaksanakan beberapa bagian gerakan 3M Plus, tetapi mereka tidak mengetahui istilah dari aktivitas tersebut dan baru diketahui dari media visual. Peningkatan pemahaman informasi tentang perilaku nyamuk *Aedes* penting mengingat beberapa perilaku di masyarakat terkait upaya pencegahan DBD tidak

efektif. Contohnya pemasangan kelambu/obat nyamuk untuk mencegah gigitan nyamuk biasanya dilakukan di malam hari, padahal nyamuk *Aedes* menggigit di siang hari dan puncaknya di pagi dan sore hari.

Perubahan persepsi akhir yang signifikan dari kelompok perlakuan disebabkan isi pesan yang terdapat pada media visual mempengaruhi cara pandang responden. Hasil wawancara dengan responden diperoleh informasi bahwa setelah membaca manga, responden yakin gerakan 3M Plus bisa mengurangi risiko penyakit DBD. Bahkan, beberapa responden yang telah melaksanakan gerakan 3M Plus sebelumnya, setelah membaca media visual semakin bertambah yakin bahwa penyakit DBD tidak berbahaya asalkan dilakukan tindakan pencegahan. Tindakan ini harus dilakukan sebelum datangnya bencana banjir. Namun, sebagian responden merasa khawatir terkena penyakit DBD karena faktor usia mereka yang berada pada kategori rentan. Hal yang menarik dari data persepsi akhir adalah perubahan signifikan lebih terlihat pada persepsi positif dibandingkan negatif. Penyebabnya adalah sebagian besar responden menilai penyakit DBD tidak terlalu berbahaya dan karenanya tidak memberikan perhatian serius. Pelaksanaan gerakan 3M yang sebelumnya telah dilakukan semata-mata hanya karena anjuran dan kebiasaan di lingkungan keluarga dan masyarakat dan bukan karena adanya anggapan penyakit DBD sebagai penyakit yang berisiko pada saat musim hujan dan banjir. Hasil wawancara menunjukkan cerita manga mendorong Sismantik ikut serta dalam tindakan pencegahan DBD dan yakin hal tersebut dapat mengurangi risiko DBD. Dengan demikian, manga mampu meningkatkan persepsi positif tentang manfaat dari gerakan pencegahan DBD sehingga Sismantik menyimpulkan risiko kesehatan menjadi rendah. Hasil tersebut relevan dengan premis Slovic *et al.* (2005 dalam Sheppard *et al.* 2012) yang menyatakan manfaat positif dari suatu kegiatan akan menyebabkan penerima pesan menyimpulkan risiko menjadi rendah. Namun, perubahan *mean* pada persepsi negatif melalui infografis memiliki nilai terendah yang disebabkan tidak memuat unsur naratif yang dapat mengarahkan pembacanya kepada efek persuasi. Selain itu, secara general peningkatan persepsi negatif masih pada kategori positif meskipun hasil *pre-test* dan *post-test* berbeda nyata.

Tabel 2 Nilai Mean dan Paired Sample T-Test Peubah Efek Media Visual pada Sismantik

Tipe Kelompok	Efek Media Visual											
	Pemahaman Informasi				Persepsi Risiko				Sikap			
	Mean		selisi h	paire d t-	Mean		selisi h	paire d t-	Mean		selisi h	paired t-test
	Pre	Post			Pre	Post			Pre	Post		

				<i>test</i>				<i>test</i>				
Kelompok Perlakuan												
Manga + (n=30)	15.40	26.07	10.67	.000*	27.57	30.57	3.00	.000*	28.80	41.57	12.77	.000*
Manga - (n=27)	17.15	26.59	9.44	.000*	34.70	37.30	2.60	.000*	32.52	39.56	7.04	.000*
Infografis + (n=30)	19.07	29.40	10.33	.000*	30.50	32.17	1.67	.025*	32.13	40.43	8.30	.000*
Infografis - (n=29)	15.31	28.83	13.52	.000*	30.82	33.07	2.25	.000*	32.31	39.45	7.14	.000*
Kontrol (n=27)	15.93	16.00	0.07	.802 ^{tn}	27.26	26.96	-0.30	.285 ^{tn}	27.56	27.44	-0.12	.502 ^{tn}

Sismantik lebih tertarik pada manga karena alur cerita dan karakter yang ditampilkan sesuai dengan usia mereka sehingga mendorong keterlibatan diri. Selain itu, manga yang relatif belum *familiar* pada Sismantik menimbulkan rasa ketertarikan. Secara psikologis persepsi anak dapat diubah melalui media dengan unsur pengulangan, sesuatu yang baru (*novelty*), dan menarik perhatian (Notoatmodjo 2010).

Skor responden pada keseluruhan pertanyaan tentang sikap relatif sama dengan nilai yang cukup baik. Sikap awal tertinggi responden terdapat pada persetujuan penggunaan abate sebagai pembasmi jentik. Hasil wawancara menunjukkan responden cukup familiar dengan abate karena terbiasa menggunakannya terutama ketika musim hujan tiba. Biasanya abate ini diperoleh dari petugas yang menawarkan ke lingkungan tempat tinggal mereka.

Selanjutnya, sikap awal terendah responden terdapat pada upaya pencegahan penyakit DBD dengan gerakan 3M Plus. Penyebabnya informasi tersebut belum banyak diketahui responden terutama pada komponen Plus. Hasil wawancara menunjukkan sikap awal responden dibentuk sebagian besar oleh lingkungan keluarga dan sekolah. Pendidikan tentang pentingnya kebersihan diri dan lingkungan sudah sejak dini ditanamkan melalui keluarga, sedangkan sikap pencegahan secara umum terhadap penyakit DBD diperoleh melalui pengarahan guru di sekolah terutama pada upaya pencegahan sebelum banjir dan musim hujan datang.

Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan komik mampu meningkatkan pengetahuan tentang risiko penyakit (Montgomery *et al.* 2012; Mayo 2011; Sakamoto *et al.* 2014; Tekle-Haimanot *et al.* 2016) dan perubahan sikap (Tekle-Haimanot *et al.* 2016; Branscum *et al.* 2013), termasuk memperkuat peran infografis sebagai informasi risiko kesehatan (Zikmund-Fisher *et al.* 2007; Politi 2012). Dengan demikian keseluruhan efek visual grafis tersebut

sejalan dengan pendapat Chaffe (1987 dalam Rahmat 2003) tentang pengaruh visualisasi terhadap perubahan kognitif, afektif dan behavioral.

3.2 Efektifitas Media Visual

Berdasarkan uji ANOVA Type III (Tabel 3), diketahui bahwa pada taraf 5% perlakuan berpengaruh nyata terhadap pemahaman informasi, persepsi risiko dan sikap terhadap pencegahan DBD ($p\text{-value} < 0.05$). Hasil analisis ini akan diperkuat dengan uji Duncan (Tabel 4).

Tabel 3 Hasil Analisis ANOVA Type III Peubah Efek Media Visual Pada Kelompok Perlakuan di MI Nurul Qolbi Kecamatan Bojong Gede

Efek Media Visual	Mean	<i>p-value</i>
Pemahaman Informasi	793.10	< 0.0001*
Persepsi Risiko	474.65	<0.0001*
Sikap	1193.86	<0.0001*

Keterangan: * berbeda nyata pada $\alpha < 0.05$

Tabel 4 terlihat bahwa media yang paling efektif untuk pemahaman informasi Sismantik adalah infografis Gerakan 3M Plus. Perlakuan dengan menggunakan infografis manfaat Gerakan 3M Plus berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (simbol A), sedangkan kedua jenis manga dan infografis risiko penyakit tidak berbeda nyata (keduanya bersimbol B). Selain itu, dapat diketahui bahwa kelompok kontrol (simbol C) berbeda nyata dengan kelompok perlakuan (simbol A dan B).

Efektivitas infografis positif sebagai media informasi bagi responden salah satunya dijelaskan

dalam teori Bloomer (1990) tentang proses disonansi di mana pikiran hanya dapat berkonsentrasi pada satu hal. Informasi yang memuat terlalu banyak kata-kata dan visual menimbulkan kesulitan memahami karena semua format yang bersaing. Oleh karena itu, deskripsi singkat pada infografis lebih mudah ditangkap dan dipahami secara cepat oleh pembacanya dibandingkan manga.

Tabel 4 Hasil Uji Duncan Indikator Pemahaman Informasi Sismantik tentang Penyakit DBD di MI Nurul Qolbi Kecamatan Bojong Gede

Perlakuan	N	Mean	<i>Duncan Grouping</i>
Manga +	30	26.07	B
Manga -	27	26.59	B
Infografis +	30	29.40	A
Infografis -	29	26.83	B
Kontrol	27	16.00	C

Keterangan: Tingkat efektivitas tertinggi secara berurutan A, B, C dan jika simbolnya sama artinya tingkat efektivitasnya sama; manga + dan infografis + berisi pesan manfaat gerakan 3M; manga - dan infografis - berisi pesan risiko DBD

Hasil uji Duncan pada indikator persepsi dengan skala tidak sama (Tabel 5), dapat diketahui media yang paling efektif adalah manga risiko penyakit (simbol A). Hal ini menunjukkan anak-anak lebih mudah dipengaruhi oleh pesan yang mengancam dibandingkan pesan motivatif.

Tabel 5 Hasil Uji Duncan Indikator Persepsi (Skala Tidak Sama) Sismantik Tentang Penyakit DBD Di MI Nurul Qolbi Kecamatan Bojong Gede

Perlakuan	N	Mean	Duncan Grouping
Manga +	30	30.57	B
Manga -	27	37.30	A
Infografis +	30	32.17	B
Infografis -	29	33.07	B
Kontrol	27	26.96	C

Keterangan: Tingkat efektivitas tertinggi secara berurutan A, B, C dan jika simbolnya sama artinya tingkat efektivitasnya sama; manga + dan infografis + berisi pesan manfaat positif gerakan 3M; manga - dan infografis - berisi pesan risiko DBD

Hasil berbeda untuk indikator sikap (Tabel 6), di mana semua media visual tidak berbeda nyata, ditunjukkan dengan simbol yang sama (simbol A). Artinya, keempat media visual memiliki tingkat efektivitas yang sama dalam meningkatkan sikap terhadap pencegahan penyakit DBD. Penyebabnya adalah mayoritas responden memiliki sikap awal yang positif. Tabel 6 juga menunjukkan bahwa kelompok kontrol (simbol C) berbeda nyata dengan kelompok perlakuan (simbol B), ditunjukkan dengan simbol yang berbeda.

Tabel 6 Hasil Uji Duncan Indikator Sikap Sismantik Tentang Penyakit DBD di MI Nurul Qolbi Kecamatan Bojong Gede

Perlakuan	N	Mean	Duncan Grouping
Manga +	30	41.57	A
Manga -	27	39.56	A
Infografis +	30	40.43	A
Infografis -	29	39.45	A
Kontrol	27	27.44	B

Keterangan: Tingkat efektivitas tertinggi secara berurutan A, B, C dan jika simbolnya sama artinya tingkat efektivitasnya sama; manga + dan infografis + berisi pesan manfaat positif gerakan 3M; manga - dan infografis - berisi pesan risiko DBD.

4. KESIMPULAN

Perlakuan media visual terbukti mampu memberikan efek berupa peningkatan pemahaman informasi, persepsi risiko dan sikap Sismantik terhadap pencegahan penyakit DBD jika dibandingkan kelompok kontrol. Namun, peningkatan persepsi negatif masih kecil, yang disebabkan persepsi awal bersifat positif dan anak-anak sulit untuk diubah persepsi dalam waktu singkat kecuali secara kontinu. jika dibandingkan kelompok kontrol.

Perlakuan manga dan infografis menghasilkan efektivitas yang berbeda. Media visual yang paling efektif untuk meningkatkan pemahaman informasi adalah Infografis sehingga media ini lebih tepat jika digunakan dalam penyebarluasan informasi dalam kondisi bencana dan segera. Selanjutnya, manga risiko penyakit paling tepat digunakan dalam pembentukan persepsi negatif, sedangkan dalam pembentukan sikap memiliki tingkat efektivitas yang sama baik manga maupun infografis.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ancker JS, Senathirajah Y, Kukafka R, Starren JB. 2006. Design Features of Graphs in Health Risk Communication: A Systematic Review. *Journal Am Med Inform Assoc.* 13(6): 608–618.
- Bloomer CM. 1990. *Principles of Visual Perception*. New York [ID]: Design Press.
- Branscum P, Sharma M. 2009. Comic Books an Untapped Medium for Health Promotion. *American Journal of Health Studies.* 24(4): 430-439.
- Branscum P, Sarma M, Lang LW, Wilson B, Rojas L. 2013. A True Challenge for any Superhero (An Evaluation of Comic Book Obesity Prevention Program). *Fam Community Health Journal.* 36(1): 63-76.
- Campbell DT, Stanley JC. 1996. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Chicago (US) [ID]: Rand McNally College.
- Cummings CL. 2013. Impacts of Communicating Secondary Risks on Risk Reduction Responses: The Case of Nanoparticle-Formulated Sunscreen. [Disertasi]. US[ID]: North Carolina State University.
- [Dinkes Kab Bogor] Dinas Kesehatan Kabupaten Bogor. 2015. *Profil Dinas Kesehatan Kabupaten Bogor*. Cibinong [ID]: Dinkes Kab Bogor.
- Garcia-Retamero R, Galesic M. 2010. Who Proficts from Visual Aids: Overcoming Challenges in People's Understanding of Risks. *Social Science And Medicine.* 70(7): 1019–1025.
- Garcia-Retamero R, Mandeep KD. 2011. Pictures Speak Louder than Numbers: On Communicating Medical Risks to Immigrants with Limited Non-Native Language Proficiency. *Health Expectations.* 14(1): 46–57.
- Hairi F, Ong CHS, Suhaimi A, Tsung TWT, Anis A, Mohd A, Sundaraj C, Myint M. 2003. A Knowledge, Attitude and Practices (KAP) Study on Dengue among Selected Rural

- Communities in the Kuala Kangsar District. *Asia Pac Journal Public Health*. 15(1): 37-43.
- Jayawardene WP, Lohrmann DK, Ahmed HC, Youssefagha, Nilwala DC. 2011. Prevention of Dengue Fever: An Exploratory School-Community Intervention Involving Students Empowered as Change Agents. *Journal School Health*. 81(9): 566-573.
 - [Kemenkes RI] Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2014. *Petunjuk Teknis Jumantik-PSN Anak Sekolah*. Jakarta [ID]: Kemenkes RI.
 - King A, Jensen JD, Davis LSA, Carcioppolo N. 2014. Perceived Visual Informativeness (PVI): Construct and Scale Development to Assess Visual Information in Printed Materials. *Journal of Health Communication*. 19(10): 1099-1115.
 - Leung MM. 2010. Fight for your right to fruit: Development and Testing of a Manga Comic Promoting Fruit Intake in Middle-School Youth. [Disertasi]. Chapel Hill [ID]: University of North Carolina.
 - Leung MM, Tripicchio G, Agaronov A, Hou N. 2014. Manga Comic Influences Snack Selection in Black And Hispanic New York City Youth. *Journal of Nutrition Education and Behavior*. 46(1): 1-6.
 - Liao Q, Wong WS, Fielding R. 2013. Comparison of Different Risk Perception Measures in Predicting Seasonal Influenza Vaccination Among Healthy Chinese Adults In Hongkong: A Prospective Longitudinal Study. *PLOS ONE*. 8(7): 1-8.
 - Matsuoka R, Smith I, Uchimura M. 2011. Discourse Analysis of Encouragement in Healthcare Manga. *Journal of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics*. 15(1): 49-66.
 - Mayo C. 2011. Use of a Popular Comic Strip Character as a Teaching Tool in Aphasia: The Case For "Grandpa Jim". *Perspectives On Issues In Higher Education*. 14(2): 46-56.
 - McWhirter JE, Hoffman-Goetz L. 2014. A Systematic Review of Visual Image Theory, Assessment, and Use in Skin Cancer and Tanning Research. *Journal of Health Communication*. 19(6): 738-757.
 - Miller BM, Barnett B. 2010. Understanding of Health Risks Aided by Graphics with Text. *Newspaper Research Journal*. 31(1): 52-68.
 - Montgomery M, Manuelito B, Nass C, Chock T, Dedra B. 2012. The Native Comic Book Project: Native Youth Making Comics and Healthy Decisions. *Journal Cancer Education*. 27(10): 41- 46.
 - Notoatmodjo S. 2010. *Promosi Kesehatan dan Ilmu Perilaku*. Jakarta [ID]: Rineka Cipta.
 - Politi MC. 2012. Numbers Can Be Worth a Thousand Pictures: Individual Differences in Understanding Graphical and Numerical Representations of Health-Related Information. *Health Psychology*. 31 (3): 286-296.
 - [PKP Kemenkes RI] Pusat Komunikasi Publik Kementerian Kesehatan RI. 2015. Demam Berdarah Biasanya Mulai Meningkat di Bulan Januari [Internet]. [Diunduh

tanggal 2016 Juni 08]. Tersedia pada:
<http://www.depkes.go.id/article/view/15011700003/>.

- Rahmat J. 2003. *Psikologi Komunikasi*. Bandung [ID]: PT Remaja Rosdakarya.
- Ru G, Ming Z. 2014. Infographics Applied in Design Education. *IEEE Workshop On Advanced Research And Technology In Industry Applications (WARTIA)*. 1: 984-986.
- Sakamoto Y, Yokota C, Miyashita F, Amano T, Shigehatake Y, Oyama S, Itagaki N., Okumura K, Toyoda K, Minematsu K. 2014. Effects of Stroke Education Using an Animated Cartoon and a Manga on Elementary School Children. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 23(7): 1877-1881.
- Sheppard B, Janoske M, Liu, B. 2012. *Understanding Risk Communication Theory: A Guide for Emergency Managers and Communicators*. US[ID]: Department of Homeland Security (START).
- Sudarno, Achmad. 2016. Jadi Langganan Banjir, Warga Bojong Gede Minta Sungai Dikeruk. . [internet] [diunduh 2018 Feb 22] Tersedia pada: <http://news.liputan6.com/read/2558679/jadi-langganan-banjir-warga-bojonggede-minta-sungai-dikeruk> [22 Juli 2016]
- Tekle-Haimanot R, Pierre-Marie P, Daniel G, Worku, Dawit K, Belay, Hanna D, Gebrewold, Meron A. 2016. Impact of an Educational Comic Book on Epilepsy-Related Knowledge, Awareness, and Attitudes Among School Children in Ethiopia. *Epilepsy & Behavior*. 61(2016): 218-223.
- Wong ST, Pe´rez-Stable EJ, Kim SE, Gregorich SE, Sawaya GF, Walsh JME, Washington A, Eugene, Kaplan CP. 2012. Using Visual Displays to Communicate Risk of Cancer to Women From Diverse Race/Ethnic Backgrounds. *Patient Education and Counseling*. 87(3): 327-335.
- Zikmund-Fisher BJ, Ubel PA, Smith DM, Derry HA, McClure JB, Stark A, Pitsch RK, Fagerlin, Angela. 2008. Communicating Side Effect Risks in a Tamoxifen Prophylaxis Decision Aid: The Debiasing Influence Of Pictographs. *Patien Education and Counseling*. 73(2): 209-214.

PENGURANGAN RESIKO BENCANA MELALUI PEMANFAATAN BAMBU

Noverma¹, Asri sawiji², Oktavi Elok Hapsari³, Yusrianti³

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Jl. Ahmad Yani N0 117, Surabaya email; noverma@uinsby.ac.id/noverma18@gmail.com

²Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Jl. Ahmad Yani N0 117, Surabaya email; asrisawiji@uinsby.ac.id

³Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Jl. Ahmad Yani N0 117, Surabaya email; Oktavi@uinsby.ac.id

³Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Jl. Ahmad Yani N0 117, Surabaya email; yusrianti@uinsby.ac.id

ABSTRAK

Desa Sidobunder yang berada Kecamatan Puring Kabupaten Kebumen merupakan daerah rutin terjadi bencana banjir terutama di lahan pertanian. Banjir di wilayah pertanian dapat berdampak terhadap kehidupan terutama masyarakat yang bermatapencaharian sebagai petani. Kesiapsiagaan masyarakat dalam penanggulangan bencana sangat diperlukan agar tetap bertahan di wilayah rawan bencana banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesiapsiagaan masyarakat petani di Desa Sidobunder dalam menghadapi banjir di lahan pertanian berdasarkan wilayah rawan tinggi dan rawan sedang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan observasi, in-depth interview, dan kuesioner. Metode observasi dan in-depth interview kepada informan kunci (kepala desa dan ketua kelompok tani) digunakan untuk mengetahui kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir di lahan pertaniannya. Parameter yang digunakan untuk mengetahui kesiapsiagaan pada tahap prabencana yakni, rencana kedaruratan, kesepakatan formal dan informal, dan sumberdaya pendukung; pada tahap tanggap darurat yakni penyesuaian diri dalam keadaan darurat dan pemulihan (coping); sedangkan tahap pascabencana yakni inisiasi pemulihan. Jawaban pernyataan “ya” diberi skor 1 dan “tidak” diberi skor 0. Pengkategorian pada hasil akhir penelitian menggunakan skor hipotetik dengan kriteria tinggi, sedang, dan rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kesiapsiagaan masyarakat Desa Sidobunder termasuk dalam kategori tinggi (69,35%). Tindakan kesiapsiagaan dipengaruhi oleh faktor pengetahuan, kepemilikan alat pertanian, dan penyuluhan pertanian. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kesiapsiagaan di wilayah rawan tinggi dan rawan sedang yang disebabkan masyarakat petani di wilayah rawan tinggi memiliki karakteristik sosial dan ekonomi yang lebih baik.

Katakunci : kesiapsiagaan, masyarakat petani, penanggulangan bencana, banjir

1. PENDAHULUAN

Secara umum faktor yang menyebabkan terjadinya bencana alam adalah kondisi-kondisi geologi, hidrologi, tofografi, perubahan iklim dan cuaca. Hardiyatmo (2006) menjelaskan bahwa penyebab terjadinya longsor diantaranya adalah Penambahan beban pada lereng, penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng, penggalian yang mempertajam kemiringan lereng, Perubahan posisi muka air tanah secara cepat (rapid drawdown) pada bendungan, Kenaikan tekanan lateral oleh air (air yang mengisi retakan akan mendorong tanah kea rah lateral, Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng oleh akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan pori, tekanan rembesan oleh genangan air di dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung yang mudah kembang susut dan lain-lain. Adapun beberapa penyebab terjadinya banjir diantaranya adalah: Kurangnya tutupan lahan akibat dari penggundulan hutan, Intensitas hujan yang tinggi dan kurangnya daerah resapan Terjadinya pendangkalan sungai akaibat sedimen ataupun sampah. Disamping bencana longsor dan banjir yang sering melanda wilayah Indonesia adalah bencana gempa bumi yang dapat disebabkan oleh tenaga dari dalam bumi (endogen) maupun dari faktor luar (eksogen) diantaranya adalah; akibat pergerakan lempeng di dalam bumi ataupun akibat ulah manusia dalam penggunaan bahan peledak sehingga bumi mengalami guncanagan. Akibat dari bencana tersebut menimbulkan banyak kerugian harta benda dan korban jiwa, sehingga untuk mengurangi resiko, perlu adanya upaya dalam penurunan resiko bencana. Menurut Undang-Undang no 24 tahun 2007, tentang penanggulangan bencana, mendefinisikan :

- bencana adalah merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

- Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat.

Resiko bencana merupakan fungsi dari bahaya, kerentanan, dan kapasitas yang dapat dirumuskan melalui persamaan 1. Dari persamaan ini dapat diketahui bahwa besarnya resiko bencana selain dipengaruhi oleh bahaya dan kerentanan juga dipengaruhi oleh kapasitas atau kemampuan.

$$R = (H \times V / C) \quad (1)$$

Keterangan

R = Risiko

H = Hazard (Bahaya)

V = Vulnerability (kerentanan)

C = Capacity (kemampuan)

- Bahaya adalah :Suatu kondisi, secara alamiah maupun karena ulah manusia, yang berpotensi menimbulkan kerusakan atau kerugian dan kehilangan jiwa manusia.
- Kerentanan adalah Sekumpulan kondisi dan atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan) yang berpengaruh buruk terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana.
- Kapasitas merupakan suatu kondisi kemampuan sumberdaya dalam menghadapi ancaman atau bahaya, dimana makin tinggi suatu kapasitas akan menurunkan tingkat risiko bencana

Berdasarkan variabel-variabel yang mempengaruhi tingkat resiko bencana, dari persamaan 1 diatas, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan resiko bencana adalah melalui peningkatan kapasitas dengan meningkatkan sumber daya terhadap ancaman bencana yang terjadi.

Disamping rawan terhadap bencana alam, wilayah Indonesia juga kaya akan flora dan fauna. Keadaan tanah dan iklim di Indonesia menyebabkan tanah di Indonesia subur, sehingga hampir 14% wilayah Indonesia ditumbuhi tanaman yang sangat lebat. Salah satu jenis tumbuhan yang tumbuh dengan baik di wilayah nusantara Indonesia adalah jenis tumbuhan bambu. Terdapat Sekitar 159 spesies bambu dari 1.250 jenis bambu di dunia, tumbuh di wilayah indonesia dengan 88 spesies merupakan jenis endemik atau jenis bambu khas yang terdapat di suatu daerah dan memberikan banyak manfaat bagi lingkungan sekitar. menurut Sharma (1987) dan Uchimura (1980) dalam Morisco (2006) berbagai jenis bambu yang tersebar di dunia tercatat lebih dari 75 genera dan 1250 spesies bambu dan hampir bahwa 80% dari jumlah bambu yang ada di seluruh dunia, tersebar di Asia Selatan dan Asia Tenggara terutama di daerah tropis, termasuk Indonesia dengan jumlah spesies paling banyak adalah genus Bambusa yang tersebar. Salah satu jenis bambu yang dikenal adalah bambu dengan nama botani Gigantochloa atroviolacea Widjaja, yang dikenal di Indonesia adalah dengan nama bambu hitam atau awi hideung, awi wulung, pring wulung dan pring ireng. Beberapa ciri-ciri yang dapat dikenali dari jenis bambu ini adalah mempunyai rumpun yang jarang, tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian 650 m di atas permukaan air laut. Warna kulit batang hitam, hijau kehitam-hitaman atau ungu tua. Tinggi batang dapat mencapai 20 m, panjang ruas 40 s.d. 50 cm, dengan diameter 6 s.d. 9 cm, tebal dinding buluh 6 s.d. 8 mm.

Sejak zaman dahulu, bambu sudah dikenal luas oleh masyarakat Indonesia, dan dimanfaatkan untuk banyak hal. Beberapa penggunaan bambu sejak zaman nenek moyang diantaranya dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, transportasi, peralatan rumah tangga, bahan kerajinan, peralatan musik dan sebagainya, bahkan juga dibuat sebagai senjata dalam berperang melawan penjajah. Saat ini juga diperkenalkan berbagai macam produk olahan bambu berupa bambu lapis

dan bambu laminasi dengan kekuatannya setara dengan kayu kelas kuat III. Sehingga bambu dapat menjadi alternative pengganti kayu, yang semakin langka.

Jika ditinjau dalam hal budidaya, bambu dapat tumbuh terus menerus tanpa harus ditanam lagi. Berikut beberapa kelebihan bambu berdasarkan penelitian Morisco 2006 diantaranya:

- Bambu mudah ditanam dan tumbuh di lahan basah maupun kering
- Bambu merupakan bahan terbarui dan murah
- Bambu dapat ditebang setiap tahun tanpa merusakkan
- Bambu tahan terhadap gangguan
- Bambu menghasilkan banyak O₂ dan dapat berfungsi sebagai peredam suara yang baik
- Pertumbuhan bambu sangat cepat, bambu dengan kualitas baik dapat diperoleh pada umur 3-5 tahun
- Bambu mempunyai sifat mekanik yang bagus, kuat tariknya dapat dipersaingkan dengan baja
- Bentuk berongga menjadikan momen kelembaman bambu tinggi
- Kulit bambu licin, bersih, dan kuat
- Bambu mudah dikeringkan dengan alat sederhana, dapat diawetkan sehingga dapat digunakan dalam waktu yang lama
- Bambu mudah dipecah dengan alat sederhana
- Seluruh bagian bambu dapat dimanfaatkan diantaranya; rebung untuk dimakan, daun untuk makanan ternak, ranting untuk bahan sapu dan kayu bakar, serta batang untuk yang dapat dimanfaatkan sebagai material pengganti kayu.

Selain dapat digunakan sebagai material pengganti kayu, bambu juga mempunyai peranan yang cukup penting dalam penurunan resiko bencana alam seperti longsor, banjir, dan gempa bumi. Namun minimnya pengetahuan masyarakat akan manfaat tumbuhan bambu menjadikan beberapa spesies bambu mengalami kepunahan.

2. METODOLOGI

Metode penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data melalui pengamatan langsung, eksplorasi dari para ahli, praktisi, masyarakat serta berbagai referensi yang relevan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penurunan Resiko Bencana Gempa Bumi

Bencana gempa bumi yang terjadi mengakibatkan rusaknya bangunan, baik kategori rusak ringan, sedang, maupun kategori rusak berat. Adapun tingkat kerusakan bangunan dipengaruhi oleh gaya gempa atau gaya geser horizontal yang bekerja pada arah tertentu. Besarnya gaya geser akibat gempa bumi menurut SNI 03-1726-2003 mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung) diberikan dengan persamaan berikut;

$$V = (C I / R) W_t \quad (2)$$

Keterangan

V : beban geser gempa

C : faktor respon gempa

I : faktor keutamaan bangunan

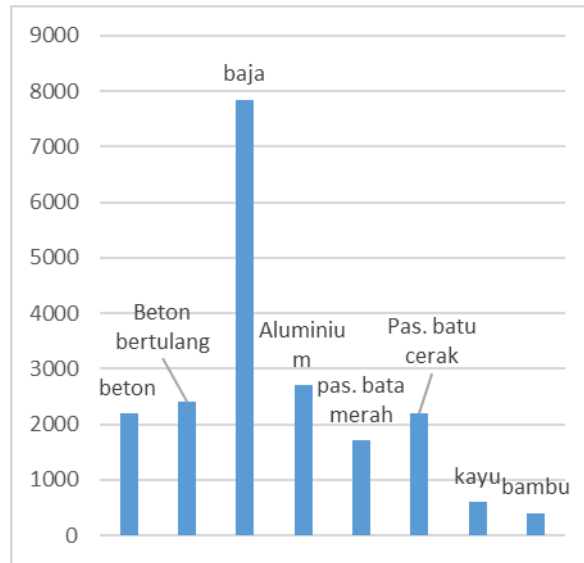
R : factor reduksi gempa

W_t : berat bangunan

Dari Persamaan di atas, dapat diketahui beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya gaya gempa, yang diantaranya adalah berat bangunan itu sendiri yang terdiri dari beban mati dan beban hidup. Adapun banyaknya korban jiwa akibat gempa bumi yang merusak bangunan, rata-rata disebabkan oleh reruntuhan bangunan. Berikut pada Tabel 1 dan Gambar 2 ditunjukkan Grafik perbandingan berat jenis beberapa material bangunan.

Tabel 1. Berat Jenis Material Bangunan

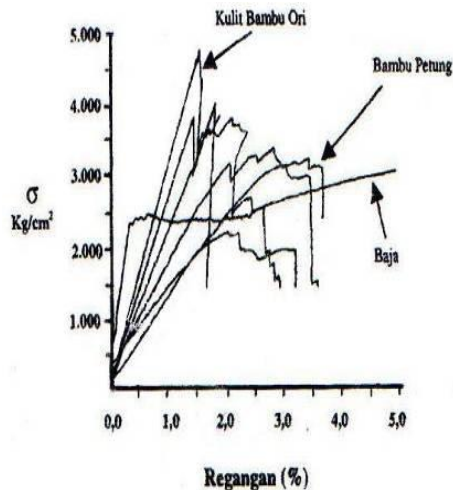
Jenis material	Berat jenis (Kg/m ³)
Beton	2200
Beton bertulang	2400
Baja	7850
Aluminium	2712
Pas. bata merah	1700
Pas. batu cetak	2200
Kayu	600
Bambu	400



Gambar 1. Grafik Perbandingan BJ Material

Berdasarkan Grafik diatas terlihat bahwa Bambu mempunyai berat jenis yang sangat rendah yang berarti hal ini menunjukkan bahwa bambu merupakan material bangunan yang sangat ringan dan dapat menjadi pertimbangan material bangunan tahan gempa. Disamping ringan, bambu juga mempunyai kuat lentur, kuat tarik dan tingkat elastis yang tinggi. Penelitian Morisco 2006, menunjukkan bahwa kekuatan tarik Sistem bambu melampaui kuat tarik baja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Salah satu konsep desain bangunan tahan gempa diantaranya adalah desain berat bangunan yang ringan. Dalam desain bangunan tahan gempa volume bangunan yang besar akan lebih membahayakan ketika terjadi gempa. Hal ini karena berat bangunan mempengaruhi besarnya gaya geser, sehingga kerusakan akan lebih besar dan resiko juga lebih besar. Berdasarkan konsep desain ini, bambu dapat menjadi alternative material bangunan pengganti kayu untuk wilayah rawan gempa.



Gambar 2. Diagram Tegangan-Regangan Bambu dan Baja (Sumber; Morisco 2006)

Adapun alasan pemilihan material bambu adalah disamping bambu merupakan bahan jenis kayu yang mudah diperoleh, bambu juga memiliki banyak keunggulan untuk desain bangunan daerah rawan gempa. Beberapa keunggulan bambu dalam hal penurunan resiko bencana adalah karena sifat bahan yang dimiliki bambu, diantaranya;

- Mempunyai sifat lentur yang tinggi, sehingga ketika terjadi gempa, bambu dapat mengikuti arah gaya gempa yang bekerja tanpa mengalami patah sampai batas lentur yang diizinkan, sehingga Sifat lenturnya yang cukup tinggi menjadikan bambu tahan terhadap guncangan yang kuat dibandingkan dengan baja atau beton yang keras, kaku, dan mudah pecah.
- Bentuk bambu dengan batang berlubang akan mengurangi berat bangunan sehingga memperkecil pengaruh terhadap gaya gempa, karna bentuknya yang berlubang membuat bambu menjadi lebih ringan dengan momen lentur yang besar dan merata, sehingga dapat menahan arah gaya gempa yang sulit diperkirakan. Sifat bambu yang ringan juga membuat bambu tidak terlalu berbahaya jika menimpa manusia pada saat terjadinya gempa.
- Sistem penyambungan menggunakan tali, pasak, paku, baut, dan kombinasi, sehingga konstruksi bambu menjadi kaku dan dapat bersama-sama menyalurkan beban serta menghilangkan gaya momen yang bekerja

3.2 Penurunan Resiko Bencana Banjir dan Longsor

Disamping bencana gempa bumi, wilayah Indonesia juga sering dilanda bencana banjir dan longsor. Hal ini disinyalir akibat tanah yang kurang stabil. Untuk mengatasi permasalahan ini, dilakukan berbagai upaya pencegahan diantaranya melalui betonisasi. Namun dengan metode ini disamping memerlukan biaya yang relatif mahal, juga bersifat menstabilkan tanah secara kinetik. Selain itu dengan

metode betonisasi juga berdampak pada hilangnya sumber mata air di sekitar sungai. Untuk itu metode betonisasi ini menjadi tidak efektif untuk dilaksanakan. Salah satu solusi adalah dengan menggunakan bahan alam yaitu melalui vegetasi yang ada. Namun hal ini dapat berdampak negative jika tidak tepat dalam pemilihan jenis vegetasi. Hardiyatmo (2006) adapun pengaruh menguntungkan tumbuhan kayu terhadap kestabilan lereng dalam upaya mengurangi resiko longsoran adalah;

- Akar sangat mekanis memperkuat tanah, melalui transfer tegangan geser dalam tanah, menjadi tahanan Tarik dalam akar
- Evapotranspirasi dan tahanan air dari daun-daun membatasi kenaikan air pori positif dalam tanah
- Batang pohon yang tertanam dalam tanah mengangker tanah dan dapat bekerja sebagai gerakan lereng ke bawah
- Berat tumbuh-tumbuhan dalam beberapa hal dapat menambah stabilitas lereng, karena menambah tegangan kekang (tegangan normal) pada bidang longsor. Namun, bila zona akar sangat dangkal dan tidak memotong bidang longsor potensial, tumbuh-tumbuhan justru menambah beban pada lereng.

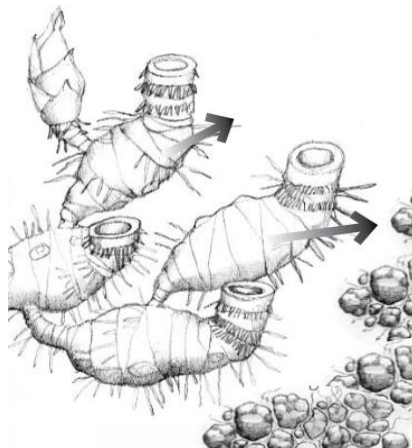
Sedangkan beberapa faktor merugikan dari tanaman kayu adalah pengaruh bertambahnya beban luar dan bahaya penggulingan, atau akar tercabut ketika terjadi angin topan sehingga mengganggu kestabilan lereng dan akan sangat berpengaruh jika pohon-pohon besar tumbuh di bendungan kecil, tanggul atau tebing sungai. Sehingga perlu dilakukan pemilihan jenis pepohonan yang tepat, yaitu dengan menanam tumbuhan kecil dengan akar yang dalam agar pohon tidak tumbang akibat tiupan angin yang kencang. Untuk dapat menentukan jenis vegetasi yang tepat dalam upaya penurunan resiko bencana khususnya banjir dan longsor diperlukan analisis pengenalan karakteristik alternatif vegetasi yang akan dipilih.

Dalam penelitian ini alternatif vegetasi yang dipilih adalah jenis pohon non kayu yang banyak tersebar di seluruh wilayah beriklim tropis dan subtropis. Salah satunya adalah jenis tanaman bambu yang hampir dapat ditemukan di seluruh wilayah Indonesia. Analisis dilakukan terutama mengenai morfologi bambu baik melalui batang, daun dan akar

- **Bagian Daun,** Daun tanaman bambu memiliki daun lengkap, dikarenakan memiliki bagian-bagian tertentu misalnya pelepah daun, tangkai daun dan helaian daun. Bagian bangun daun berbentuk lanset, bagian ujung meruncing, bagian pangkal daun tumpul, bagian tepi daun merata, dan daging daun tipis, serta pertulangan daun sejajar, dan memiliki permukaan yang kasar dan berbulu halus. Selain itu, daun memiliki warna hijau mudah, hijau muda dan kekuningan.

- **Bagian akar**, berbentuk akar rimpang yang terdapat dibawah tanah membentuk sistem percabangan yang menyerupai jaring. Penyebaran Jaringan akar ini dapat mencapai kurang lebih 15 meter dari pusat rumpun. Disamping itu sistem akar bambu relatif dangkal, meskipun terkadang dapat mencapai 2 meter ke dalam tanah. Hal ini menjadikan akar bambu dapat menciptakan lapisan berporos dengan kecukupan
- **Bagian Batang**, berbentuk seperti pipa/silinder memanjang dan terbagi dalam ruas-ruas. Disamping itu tinggi tanaman bambu berkisar 0,3-30 m dengan diameter batang berkisar antara 0,25-25 cm dan ketebalan berkisar 25 mm.

Berdasarkan uraian di atas dan morfologi bambu serta keunggulannya, maka bambu dapat menjadi alternative solusi dalam mengatasi resiko longsor dan banjir. Disamping mudah tumbuh, bentuk morfologi akar bambu mempunyai jenis akar rimpang dengan rambut-rambut yang terdapat pada akar yang mempunyai kemampuan mengembang cukup tinggi, sehingga dapat mengikat tanah dan air dengan baik. Selain itu bambu adalah jenis pepohonan non kayu. yang tidak mudah tumbang tertiup angin, bentuk batang bambu yang berongga ketika saling bergesekan akan dapat meredam suara bising dan menghasilkan suara-suara khas yang mendamaikan. Sehingga tanaman bambu menjadi sangat efektif dalam usaha reboisasi untuk menstabilkan tanah, mencegah erosi, longsor dan banjir. Selain itu bambu juga dapat menjadi tanaman konservasi air melalui sifat kapiler batang bambu yang dapat menghisap dan menampung air sehingga jika terjadi kemarau dalam jangka waktu yang lama, sumber mata air masih dapat ditemukan.



Gambar 3. Bentuk Sistem Akar Bambu (Sumber: Rabik dkk 2009)

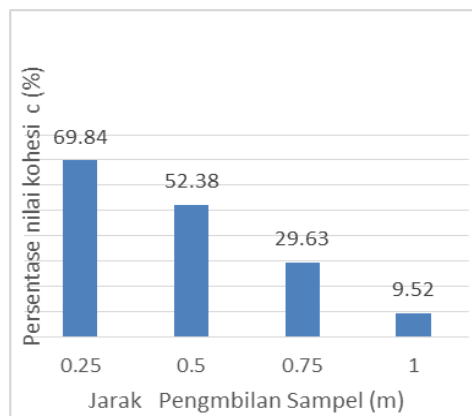


Gambar 4. Bentuk Sistem Akar dan Batang Bambu (Sumber: Rabik dkk 2009)

Penelitian oleh muhksin, dkk 2017, menunjukkan bahwa kontribusi akar bambu berperan meningkatkan parameter kohesi yang berperan terhadap stabilitas lereng. Pada Tabel 2 dan Gambar 6 ditunjukkan hasil pengujian kohesi tanah yang dipengaruhi oleh adanya vegetasi bambu.

Tabel 2 Peningkatan Nilai Kohesi Tanah di Sekitar Vegetasi Bambu

Jarak (m)	C kg/cm ²	C (%)
0,25	1,07	69,84
0,5	0,96	52,38
0,75	0,82	29,63
1	0,69	9,52



Gambar 5. Grafik persentase peningkatan kohesi tanah di sekitar vegetasi bambu

Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada grafik diatas diketahui bahwa persentase peningkatan kohesi terus meningkat pada jarak radius pengambilan

sampel yang semakin dekat dengan vegetasi bambu. Hal ini berarti dengan adanya vegetasi bambu dapat meningkatkan kestabilan tanah terhadap bahaya longsor. Selain melalui vegetasi bambu, seperti yang diuraikan diatas, kelongsoran juga dapat diatasi melalui pemodelan bambu yang diperuntukkan sebagai dinding penahan tanah. Dalam upaya meminimalisir bahaya lonsoran, bambu dapat dipasang secara vertikal maupun horizontal.



Gambar 6. Bambu Sebagai Penahan Tanah (Sumber; Morisco 2006)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian peran bambu dalam upaya penurunan resiko bencana untuk meminimalisir kerugian harta benda dan korba jiwa dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Keunggulan dan bentuk morfologi bambu terkait akar bambu yang mempunyai akar rimpang dan sifat kapiler dapat menjadi alternative solusi dalam penurunan resiko bencana longsor dan banjir, selain itu bambu juga dapat mengatasi longsor dengan memodelkan bambu sebagai dinding penahan tanah.
- Keunggulan bambu yang mudah tumbuh, ringan dengan tingkat elastisitas yang tinggi serta memiliki kuat tarik yang tinggi, membuat bambu dapat menjadi alternative solusi pengganti material kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai elemen struktur bangunan tahan gempa yang merupakan salah satu solusi dalam penurunan resiko bencana gempa bumi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H.C. 2006. Penanganan Tanah Longsor & Erosi. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Humas LIPI. 2016. Cegah Banjir dan Longsor LIPI Ajak Tanam Bambu <http://lipi.go.id/berita/cegah-banjir-dan-longsor-lipi-ajak-tanam-bambu/16977>. Dikases pada 10 Maret 2017
- Morisco. 2006. Teknologi Bambu. Program Magister Teknologi Bahan Bangunan. Yogyakarta : UGM

- Santoso, Adi. 2015. Pengolahan Hasil Hutan kayu dan Bambu. Pusat penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor : Badan Penelitian dan pengembangan kehutanan, Kementerian Kehutanan.
- Rabik, A. Ben Brown dan Linda Garland. 2009. Pengelolaan Bambu Lestari. Bali : Environmental Bamboo Foundation.
- SNI 03-1726-2003 Tentang Tata Cara Perencanaan ketahanan Gempa untuk bangunan gedung.
- Sukawi. 2010. Alternatif Bahan Bangunan di Daerah Rawan Gempa. Teras. X (1): 33-43.
- Undang-undang Republik Indonesia No 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan Bencana.

KAJIAN REOLOGI LONGSORAN DAN MUDFLOW DI INDONESIA

Budijanto Widjaja

Center for Adaption and Resilience Enviromental Design Studies, Universitas Katolik
Parahyangan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Jl.
Ciumbuleuit No. 94, Bandung, email: widjaja@unpar.ac.id

ABSTRAK

Analisis konvensional untuk penentuan keamanan lereng di dunia geoteknik umumnya berdasarkan pada konsep faktor keamanan. Pada kebanyakan kasus, perhitungan ini berada hanya pada daerah sumber longsor dan belum menjangkau proses transportasi dan deposisi setelah lereng mengalami pergerakan tanah. Oleh karena itu, pendekatan reologi misalnya model Bingham (yield stress dan viskositas) diaplikasikan pada penelitian ini. Sebanyak 12 kasus kejadian pergerakan tanah di Indonesia dikaji. Sejauh ini jenis tanah halus yang berpotensi menyebabkan longsor dan mudflow adalah jenis tanah lanau berplastisitas tinggi. Analisis dilakukan dimulai dari pengumpulan data di lapangan, pengambilan sampel terganggu, pengujian di laboratorium, pemodelan numerik dengan software tertentu, dan interpretasi hasil. Makalah ini memberikan kontribusi, setidaknya dari seluruh longsor dan mudflow yang terjadi di Indonesia, bagaimana mekanisme pergerakan, tipe tanah, rule of thumb untuk rasio posisi source hingga deposition area, inovasi uji laboratorium baru (flow box test), serta usulan klasifikasi longsor dan mudflow berdasarkan pendekatan reologi. Beberapa contoh penanggulan pergerakan tanah disampaikan untuk memberikan gambaran proteksi terhadap longsor dan mudflow.

Katakunci : lanau, longsor, mudflow, reologi

ABSTRACT

Conventional analysis for the determination of slope stability analysis in geotechnical engineering is generally based on the concept of safety factor. In most cases, this calculation is conducted only in the source area of mass movement and has not considered the transport and deposition process after the slope begins to move. Therefore, rheological approaches such as the Bingham model (yield stress and viscosity) were applied in this study. A total of 12 cases of mass movement events in Indonesia were studied. So far, the type of fine soil that has the potential to cause landslides and mudflows is silt with high plasticity. Analysis begins with field data collection, disturbed sampling, laboratory testing, numerical modeling with specific software, and interpretation of results. This paper contributes, at least of all landslides and mudflows that occurred in Indonesia, how the mechanism of movement, soil type, rule of thumb for ratio of source position to deposition area, new laboratory test innovation (flow box test), and proposed landslides and mudflows classification based on rheological

approach. Some examples of countermeasures are presented to provide an overview of the protection against landslides and mudflows.

Keywords : silt, landslide, mudflow, reologi

1. PENDAHULUAN

Kejadian pergerakan tanah, dalam hal ini longsor dan mudflow, banyak terjadi di dunia, terutama di Indonesia. Namun, belum semua konsep dan kajian analitik mampu untuk menjelaskan permasalahan longsor dan mudflow. Misalnya, dalam limit equilibrium method, perhitungan longsor hanya dibatasi sebagai rasio antara kuat geser dan gaya geser yang terjadi yang umum disebut sebagai Faktor Keamanan (FK). Namun, dengan metode ini hanya diperoleh informasi bidang gelincir kritis dan informasi keamanan tanah terhadap longsor, dan tidak diketahui bagaimana kondisi setelah kejadian pergerakan tanah. Di dalam rangkaian penjelasan di makalah ini, pergerakan tanah dibagi menjadi tiga bagian yaitu source, transportation, dan deposition/accumulation area seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian Pergerakan Tanah (Galang et al., 2015)

Untuk itu, perlu penelitian lebih lanjut tentang perilaku pergerakan tanah ini dengan menggunakan pendekatan lain berupa reologi. Pendekatan reologi relatif cukup baik untuk menggambarkan kondisi saat transportasi dan deposisi setelah longsor terjadi. Oleh karena itu, di dalam penelitian ini dijelaskan lebih lanjut mengenai konsep ini.

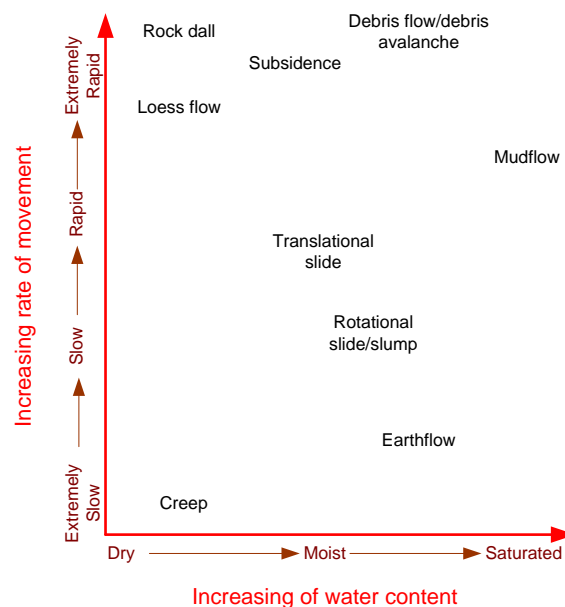
1.1 Definisi Pergerakan Tanah

Bentuk morfologi permukaan bumi merupakan pahatan yang dilakukan baik secara alamiah maupun unsur campur tangan manusia. Secara alamiah, benda akan ditarik ke arah inti bumi di mana peranan gravitasi menjadi sangat penting. Selain itu, kondisi tanah misalnya perubahan kadar air akibat perubahan cuaca (misalnya, infiltrasi air hujan) juga memberikan peranan besar di dalam pembentukan profil muka bumi ini.

Pergerakan tanah dapat didefinisikan sebagai proses yang terjadi di permukaan bumi sehingga diperoleh kesetimbangan baru. Proses ini dapat meliputi longsoran tanah dan batuan termasuk di dalamnya mudflow. Gambar 2 menunjukkan beberapa jenis tipikal pergerakan tanah umum yang dapat terjadi dari tinjauan geologi.

1.2 Faktor Keamanan: Rasio Sakti Penentuan Keamanan Lereng

Longsoran tanah pada literatur geoteknik umumnya menggunakan metode kesetimbangan batas (limit equilibrium method) dan phi-c reduction method. Kedua metode ini menggunakan parameter kuat geser tanah (misalnya kohesi dan sudut geser dalam). Dengan demikian, hasil yang diperoleh adalah berupa suatu rasio antara kuat geser tanah terhadap gaya geser yang bekerja yang direpresentasikan dalam bentuk Faktor Keamanan (FK) seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Kriteria penerimaan dalam desain adalah jika FK ini lebih dari FK minimum yang disyaratkan (misalnya, FK minimum 1.5).



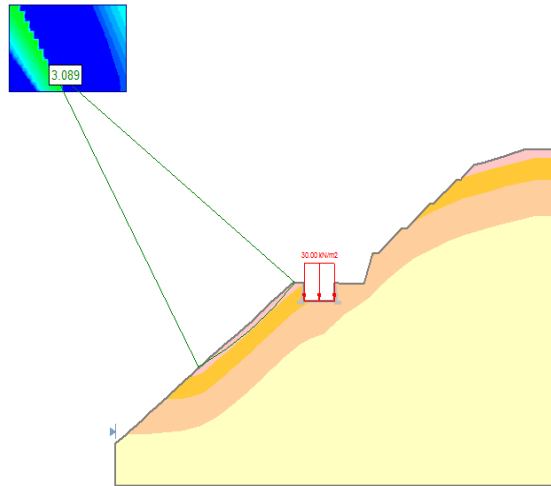
Gambar 2. Pergerakan Tanah Sebagai Fungsi Dari Kadar Air Dan Kecepatan Pergerakan (Abbot, 2004)

Kelebihan metode ini salah satunya adalah hanya menggunakan sebuah potongan sederhana dalam kondisi plane strain dan perhitungan sederhana. Beberapa kelemahan metode ini adalah sebagai berikut:

1. Bagian tanah yang mengalami longsor dianggap sebagai rigid material dan bentuk bidang gelincir dapat berupa bidang translasi, rotasi, ataupun blok. Hal ini cenderung berbeda dengan kenyataan bahwa material tanah adalah bersifat kompresibel. Khusus untuk metode kesetimbangan batas, misalnya seperti metode Fellenius dan Bishop, analisis yang dilakukan menggunakan konsep kesetimbangan statik (dan atau pseudostatik untuk

analisis dinamik) antar baji. Model konstitutif yang umum dipakai adalah Mohr-Coulomb.

2. Hasil analisis yang telah dilakukan umumnya memberikan informasi FK terkecil dari potongan yang dianalisis. Namun, tidak diketahui daerah terdampak akibat longsor ini. Artinya, daerah yang diteliti baru di bagian source area. Namun, lokasi area transportasi dan deposisi tidak diketahui.



Gambar 3. Tipikal Hasil Analisis Penentuan Faktor Keamanan Lereng

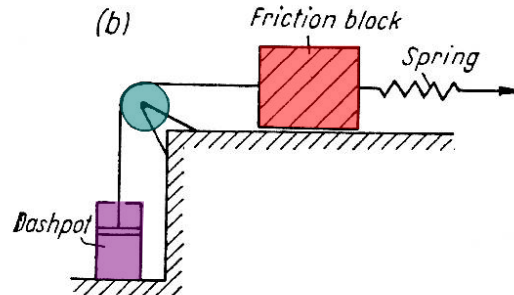
Pertanyaan yang muncul adalah pada saat kejadian setelah longsor. Massa tanah ini akan dibawa ke mana? Bagaimana rute aliran tanah yang muncul? Berapa luas daerah yang terdampak? Pertanyaan-pertanyaan tersebut belum mampu dijawab menggunakan pendekatan FK ini.

2. METODE PENELITIAN: PENDEKATAN REOLOGI

Untuk menjawab pertanyaan di atas, ilmu yang bisa digunakan adalah reologi. Ilmu ini mempelajari bagaimana suatu aliran terjadi dan bergerak. Secara ringkas, terdapat dua parameter penting di dalam ilmu ini yaitu yield stress dan viskositas. Suatu aliran baru terjadi jika gaya geser yang muncul lebih besar daripada yield stress. Setelah itu, kecepatan aliran ditentukan oleh viskositas. Jika suatu material tidak memiliki yield stress (misalnya air) maka material ini disebut material Newtonian. Sedangkan untuk material yang memiliki kedua parameter dikenal dengan material Non-Newtonian. Material tanah dapat dikategorikan sebagai material Non-Newtonian.

Contoh penerapan model reologi ini di geoteknik salah satunya adalah penjelasan tentang konsolidasi di mana tanah dimodelkan sebagai pegas yang ditahan dalam satu wadah di mana air dapat berdisipasi melewati lubang tertentu. Formula dinamik dari Newton juga menggunakan kombinasi antara pegas, dashpot, dan massa. Jadi, reologi sangat erat dengan penggunaan pegas, dashpot, ataupun jenis lainnya seperti slider friction type.

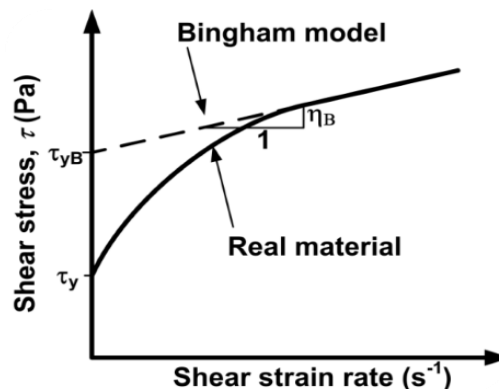
Untuk tipe Non-Newtonian, salah satu model reologi yang paling sederhana adalah model Bingham. Model ini menggunakan konsep seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Jadi, model ini memakai pegas dan dashpot untuk menjelaskan perilaku pergerakan suatu material.



Gambar 4. Penggambaran Model Reologi Bingham (Keddi, 1974)

Seperti model konstitutif tanah (misalnya Mohr Coulomb) yang dinyatakan dalam hubungan tegangan-regangan, untuk model reologi digunakan hubungan antara shear stress dan shear strain rate. Shear strain rate merupakan turunan pertama dari shear strain yang umum digunakan dalam hubungan konstitutif untuk masalah-masalah dinamik (misalnya modulus geser, G). Seperti ditunjukkan pada Gambar 5, material riil di lapangan khususnya pada material tanah akan mengikuti pola kurva yang sifatnya mirip untuk kasus strain hardening soil. Gradien pada setiap titik pada kurva tersebut merupakan representasi dari nilai viskositas (η). Artinya adalah bahwa viskositas akan berubah-ubah nilainya terhadap pergerakan tanah yang terjadi setelah gaya geser melewati nilai yield stress (τ_y).

Model Bingham merupakan salah satu model sederhana di mana viskositas tanah yang terdapat di dalam tanah selama gerakan terjadi dianggap konstan (Gambar 5). Hal ini cukup logis mengingat selama masa transportasi, viskositas yang muncul di bidang gelincir yaitu di permukaan tanah dipengaruhi oleh dua nilai yaitu kekasaran permukaan tanah dan viskositas itu sendiri. Dari hasil uji parametrik diketahui bahwa nilai viskositas rata-rata dapat diwakili oleh satu nilai viskositas yang konstan tanpa mengalami perubahan yang signifikan pada hasil prediksi deposisi yang terjadi (atau massa tanah bergerak dengan shear strain rate yang tinggi). Jika permukaan tanah terlalu kasar maka aliran tanah akan dikontrol oleh nilai viskositas yang lebih rendah. Umumnya setelah tanah terdeposisi, kontrol yang ada adalah gaya geser yang terjadi (τ) dan kekasaran permukaan tanah. Untuk itu, model Bingham dapat digunakan untuk memprediksi perilaku longsoran dan mudflow khususnya pada simulasi di area transportasi dan deposisi.



Gambar 5. Perilaku Material Riil dan Model Bingham

Pada penelitian ini, tanah yang digunakan adalah dominan berupa tanah butir halus. Oleh karena itu, nilai yield stress (τ_y) dapat dianggap diwakili oleh nilai kohesi (c_u). Untuk penentuan nilai c_u ini, dikarenakan rentang kondisi tanah berada dalam kondisi plastis hingga viscous liquid, di tahap awal penelitian, digunakan kombinasi uji kuat tekan bebas (jika memungkinkan), uji geser baling-baling, dan fall cone penetrometer test. Khusus untuk fall cone penetrometer test, rumus empirik digunakan untuk menentukan nilai yield stress. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rentang nilai kohesi dapat diwakili menggunakan fall cone penetrometer test setelah dibandingkan dengan kedua jenis uji yang lain (Sunandar and Widjaja, 2016; Widjaja and Sundayo, 2016; Widjaja et al. 2015).

Sampel tanah yang diambil pada penelitian ini rata-rata berada di antara source dan deposition area. Sampel ini umumnya berupa disturbed sample dengan penentuan parameter fisik (kadar air, berat jenis, uji saringan dan hidrometer, Atterberg limits) yang dominan.

Konsekuensi yang muncul dengan menggunakan pendekatan reologi ini untuk analisis longsoran adalah dapat diketahui zona transportasi dan deposisi. Untuk itu, input yang dimasukkan adalah peta topografi lokasi yang ditinjau, parameter reologi tanah, kondisi permukaan tanah (misalnya penuh dengan tanaman), dan volume tanah yang longsor.

3. INOVASI BARU PENENTUAN PARAMETER REOLOGI

Umumnya untuk menentukan parameter reologi yaitu yield stress dan viskositas digunakan alat uji viscometer konvensional di laboratorium. Prinsip kerja alat uji laboratorium ini cukup beragam misalnya dengan sistem rotary. Namun, salah satu kesulitan utama adalah umumnya hanya dapat dilakukan untuk kondisi tanah dengan Liquidity Index (LI) di atas 2 dan sampel yang terlalu tipis yang tidak dapat merepresentasikan kondisi tanah sesungguhnya jika terdapat butir kasar di dalamnya.

Pilot project pertama adalah pengembangan alat laboratorium yang dikenal dengan Moving Ball Test (MBT). Uji ini, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6

(kiri), menggunakan prinsip kesetimbangan pada saat kecepatan dari bola yang dibanamkan di dalam sampel telah mencapai kecepatan terminal. Dengan menggunakan persamaan Navier-Stokes dapat diketahui parameter reologi tanah. Namun, uji ini kurang efektif karena membutuhkan sampel tanah dalam jumlah yang banyak dan khusus untuk kadar air dengan LI di atas 2 (Lee et al., 2008).



Gambar 6. Alat Uji Moving Ball Test (kiri) dan Flow Box Test (kanan) (Widjaja dan Lee, 2013)

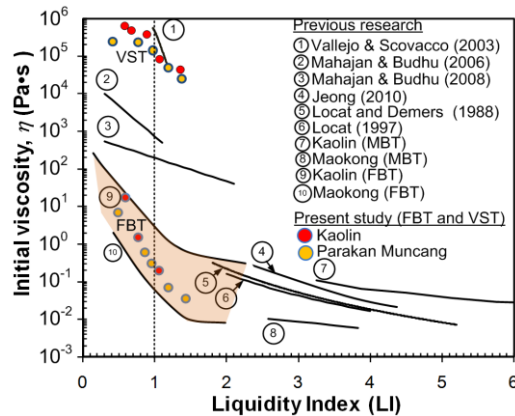
Untuk menanggulangi kelemahan alat uji ini, dibuat uji laboratorium kedua yaitu yang disebut dengan Flow Box Test (FBT) seperti ditunjukkan pada Gambar 6 (kanan). Governing equation yang digunakan merupakan kombinasi antara teori trap door Terzaghi dan model Bingham. Dengan uji ini, dapat diketahui viskositas dari suatu aliran jika nilai yield stress diketahui. Penjelasan detail uji ini dapat dilihat di Widjaja dan Lee (2013) serta Lee dan Widjaja (2013).

Hasil uji tipikal FBT dapat dilihat pada Gambar 7. Dengan menggunakan hasil uji ini perilaku longsor dan mudflow dapat diketahui karakteristiknya akibat perubahan kadar air.

3.1 Penelitian longsor dan mudflow di Indonesia

3.1.1 Faktor Pemicu: Air Hujan dan Gempa

Kejadian longsor dan mudflow ini umumnya dipicu oleh curah hujan yang tinggi dan atau akibat gempa. Rata-rata kejadian pergerakan tanah ini pada saat kumulatif curah hujan mencapai lebih dari 200 mm. Gempa dapat menjadi salah satu faktor pemicu karena memungkinkan energi yang dilepaskan menyebabkan crack pada bagian source area. Hal ini memungkinkan menjadi tempat bagi infiltrasi air yang memungkinkan air mengalir dan pada suatu waktu akan menyebabkan terjadinya perlemahan kekuatan geser tanah akibat peningkatan kadar air di dalam tanah.



Gambar 7. Perilaku Material Riil dan Model Bingham (after Widjaja dan Lee, 2013)

3.1.2 Jenis Tanah Tipikal untuk Longsoran dan Mudflow

Terdapat sebanyak 11 lokasi kejadian pergerakan tanah yang diteliti di Indonesia (Tabel 1). Jenis tanah pada lokasi source area dan deposition area rata-rata adalah berupa tanah lanau dengan plastisitas tinggi (MH). Dibandingkan dengan tanah lempung, tanah jenis lanau ini jika terjadi perubahan kadar air maka pola keruntuhannya adalah berupa aliran (Widjaja dan Tanoto, 2016). Sedangkan untuk tanah lempung sendiri, pola keruntuhannya (CH) karena kelekatan tanah yang tinggi, pola keruntuhannya rata-rata mirip dengan pola longsoran di mana ada bagian yang mengalami penyembulan. Hal ini dibuktikan dengan penggunaan flume channel di laboratorium (Widjaja dan Pratama, 2015; Widjaja, 2010b). Jadi, kesimpulan sementara menunjukkan bahwa jenis lanau pada source area cenderung akan berperilaku sebagai mudflow. Sedangkan, untuk tanah lempung cenderung berperilaku sebagai longsoran.

3.1.3 Kesamaan Jenis Tanah antara Source, Transportation, dan Deposition Area

Setiap lokasi pergerakan tanah, diambil beberapa contoh tanah pada bagian source, transportation, dan deposition area. Rata-rata kejadian menunjukkan bahwa pada tanah yang ada di bagian source area akan mencapai deposition area sehingga jenis tanah antara ke dua wilayah ini relatif hampir sama. Misalnya, pada lokasi pergerakan tanah di Pengalengan menunjukkan perilaku demikian (Ferry dan Widjaja, 2015).

3.1.4 Mekanisme Pergerakan Longsoran dan Mudflow

Pada saat tanah bergerak dan atau mengalir menghantam penghalang di depannya, tanah cenderung akan membawa material lain yang lebih besar seperti batuan dan pepohonan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sewaktu massa tanah bergerak maka pola distribusi ukuran akan terbalik. Maksudnya adalah gradasi yang lebih besar akan berada di permukaan aliran, sedangkan yang lebih halus akan berada di bagian terbawah. Hal ini diakibatkan oleh faktor buoyancy

saat aliran mengalir. Jadi, cukup logis bahwa meskipun longsor dan mudflow membawa ukuran batuan yang lebih besar, seluruh berat massa ini akan dipikul oleh material yang lebih halus yaitu lempung atau lanau. Oleh karena itu, peranan yield stress dan viskositas pada perbatasan antara bidang longsor aliran dan permukaan tanah menjadi faktor penting di dalam analisis pergerakan tanah ini (Widjaja dan Setiawan, 2016).

Tanah pada source area memiliki kadar air tertentu dan hasil ini berdasarkan konsep yang dikembangkan peneliti akan mengacu pada satu nilai viskositas. Kemungkinan suatu wilayah di source area dapat bervariasi kadar airnya. Namun, pada saat terjadi pergerakan maka kemungkinan besar akan dikontrol pada kondisi kadar air tertentu (atau Liquidity Index tertentu). Pada waktu aliran terjadi maka pada bidang longsor akan mencari posisi pada bidang gelincir dengan kuat geser terendah. Kuat geser terendah ini diwakili oleh parameter reologi yield stress dan viskositas.

Pada kasus longsor dan mudflow di penelitian ini utamanya menggunakan model Bingham. Namun, penelitian ini juga membandingkan model tersebut dengan model Herschel-Bulkley. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kedua model ini memberikan hasil penurunan nilai viskositas yang hampir sama pada rentang shear strain rate tertentu (Widjaja dan Anthony, 2016).

3.2 Usulan Klasifikasi Pergerakan Tanah

Berdasarkan rangkaian hasil penelitian longsor dan mudflow di Indonesia, dapat diusulkan suatu klasifikasi pergerakan tanah. Untuk lokasi di Indonesia, sesuai usulan dari O'Brien (2003) dan dimodifikasi oleh Widjaja dan Lee (2013) serta Widjaja (2010a) untuk kondisi tanah jenuh air, nilai concentration by volume (Cv) adalah berada dalam rentang 0.35-0.55 untuk mudflow. Sedangkan untuk longsor nilai Cv bisa berada di atas 0.55.

Tabel 1. Jenis Tanah Pada Penelitian Longsor Dan Mudflow

No.	Sampel	LL	PL	G _s	Soil type	Jenis gerakan tanah
1	Kaolin*	68	38	2.61	MH	Artificial soil
2	Bentonite*	208	115	2.67	CH	Artificial soil
3	Karanganyar (2007)	53	34	2.71	MH	Mudflow
4	Maokong (2008)	33	26	2.66	ML	Mudflow
5	Ciwidey (2010)	45	32	2.63	ML	Mudflow
6	Sukaresmi, Cianjur (2013)	66	48	2.55	MH	Mudflow
7	Cililin (2013)	58	30	2.74	MH	Mudflow
8	Parakan Muncang (2014)	67	29	2.60	CH	Longsor
9	Karang Mukti (2014)	88	29	2.67	CH	Longsor
10	Banjarnegara (2014)	65	40	2.73	MH	Mudflow dan longsor

11	Parung Ponteng (2014)	63	51	2.64	MH	Mudflow
12	Pangalengan (2015)	95	68	2.76	MH	Mudflow
13	Purworejo (2016)	74	38	2.56	MH	Mudflow
14	Ponorogo (2017)	60	45	2.74	MH	Mudflow
15	Banjarnegara (2018)**					

Catatan: *tanah artificial **under going project, LL = batas cair, PL = batas plastis, Gs = berat jenis

$$C_v = \frac{1}{1 + G_s w} \quad (1)$$

Berdasarkan nilai yield stress dan viskositasnya serta perilaku hasil penelitian menggunakan Flow Box Test, suatu pergerakan tanah disebut longsoran jika nilai LI berada di bawah 1. Sedangkan untuk mudflow, nilai LI bisa sama dengan atau lebih dari 1.

Rasio lebar terhadap panjang dari source hingga deposition area berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk mudflow berada antara 0.05-0.30. Sedangkan untuk longsoran berada di atas 0.30. Hal ini secara implisit menyatakan bahwa jarak transportasi mudflow lebih panjang dibandingkan dengan longsoran tanah dan dapat mencapai 2 hingga 20 kali lebar aliran rata-rata.

3.3 Penanggulangan Longsoran dan Mudflow

Untuk menanggulangi kejadian longsoran dan mudflow, secara praktis adalah sama dengan penanganan untuk menjaga stabilitas longsoran. Namun, yang perlu disiapkan apabila terjadi mudflow adalah disiapkan bangunan pengalih atau dam penahan longsoran yang umumnya digunakan untuk menahan lahar (yaitu sabo dam). Tentunya hal ini perlu dikaji lebih lanjut berapa besar gaya impak yang terjadi saat mudflow menghantam suatu bangunan penghalang. Posisi dan banyaknya bangunan penahan dibuat sedemikian rupa jika memang benar bahwa pada lokasi tersebut memang rentan terjadi mudflow.

3.4 Penelitian Lanjutan

Penelitian lanjutan yang sedang dikerjakan meliputi penelitian tentang kejadian pembentukan gunung api baru (mudvolcano) (Widjaja dan Dewanto, 2017; Naikofi et al., 2017), perilaku dan pemodelan pemancangan tiang menggunakan pendekatan reologi (Widjaja dan Utomo, 2017), dan usulan klasifikasi tanah untuk likuifaksi menggunakan pendekatan reologi (Lee et al., 2012) serta analisis dam break, misalnya pada tanggul Lumpur Sidoarjo (Widjaja dan Fransisca 2016). Selain itu, pemodelan reologi selain Bingham model dikembangkan untuk diaplikasikan pada kasus longsoran dan mudflow. Perilaku mikro tanah butir halus seperti lanau dan lempung misalnya penelitian tentang specific surface area juga menarik untuk diteliti (Widjaja dan Inkiriwang, 2016).



Gambar 8. Layout Pemasangan Bangunan Penahan (Hsu, 2014)

4. KESIMPULAN

Penelitian longsoran dan mudflow di Indonesia hingga saat ini yang dilakukan penulis telah memberikan sekurang-kurangnya pemahaman awal tentang longsoran dan mudflow. Jenis tanah, mekanisme pergerakan tanah, hingga usulan klasifikasi tanah baru diberikan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai perilaku longsoran dan mudflow berdasarkan kasus-kasus kejadian pergerakan tanah di Indonesia.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, P.L. 2004, Natural disasters, 4th ed. Mc-Graw Hill.
- Ferry, H. dan Widjaja, B. 2015, Managing and assessing landslide risk including the consequences. Slope 2015, Bali, Indonesia.
- Galang, J.A.M., Sulapas, J.J., Escape, C.M., Montalbo, K.R., dan Eco, R.N. 2015, Deep-seated rotational soil slump induced by Typhoon Goni in Sitio Buagi, Bakun, Benguet. <http://blog.noah.dost.gov.ph/2016/04/15/august-2015-bakun-landslide/>.
- Hsu, H.M. 2014, Slope land Disaster Countermeasures for Taiwan Countermeasures for Taiwan Slope Land Disaster. Summer Training Course for Debris Flow and Landslide, Taiwan.
- Kezdi, A. 1974, Handbook of Soil Mechanics: Soil Physics, Vol 1. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Lee, S.H.H., Huang, J.H., Widjaja, B. dan Chang, D.W. 2012, The phase concept for liquefaction in both sandy and clayey soils. Symposium in Honor of Prof. Jose M. Roesset, NTUST, Taiwan.
- Lee, S.H.H. dan Widjaja, B. 2013, Phase Concept for mudflow based on the influence of viscosity. Soils and Foundations. 53(1): 77-90.
- Lee, S.H.H., Widjaja, B., Yao, J.H., dan Yu, D. 2008, A Proposed Method Determining Liquid Limit based on Shear Strength. PIT HATTI: Bandung.

- Naikofi, M.I.R., Widjaja, B. dan Rahardjo, P.P. 2017, Studi reologi mudvolcano di desa Napan Pulau Timor dengan Flow Box Test. 1st National Conference on Civil Engineering, ITK, Balikpapan.
- O'Brien, J.S. 2003, Reasonable Assumptions in Routing a Dam Break Mudflow, 3rd Conference on Mud and Debris Flows on Proceeding of Debris Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, Rickenmann and Chen (eds.).
- Sunandar, C. dan Widjaja, B. 2016, Penentuan parameter reologi lumpur Sidoarjo dengan Fall Cone Penetrometer, mini vane shear dan flow box test. Seminar Nasional Sains dan Teknologi II, Universitas Tarumanegara.
- Widjaja, B. dan Dewanto, I.R. 2017, Simulasi mud volcano di Desa Napan Nusa Tenggara Timur menggunakan Program Flo2D dan RAMMS. Seminar Nasional Teknik Sipil VII, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Widjaja, B. dan Utomo, K.S. 2017, Initial driving pile mechanism for pile tip using Bingham model in clayey soil. Pile 2017, Bali.
- Widjaja, B. dan Anthony. 2016, Model Bingham dan Herschel-Bulkley Untuk Viskositas Lumpur Sidoarjo Menggunakan Flow Box Test. Seminar Nasional Geoteknik 2016, Hatti Yogyakarta, Yogyakarta.
- Widjaja, B. dan Fransisca. 2016, Affected are due to dam failure: Case study Sidoarjo Mud-Point P21. Soft soils, Bandung.
- Widjaja, B. dan Inkiriwang, C.B. 2016, Empirical Correlations among Liquid Limit, Clay Fraction, and Specific Surface Area for Kaolin and Calcium Bentonite Compounded Samples. International Conference on Advances in Civil and Structural Engineering, Kuala Lumpur.
- Widjaja, B. dan Sundayo, P. 2016, Alternatif penentuan batas cair dan batas plastis dengan tiga variasi berat konus menggunakan metode Lee dan Freeman (2009). Jurnal Teknik Sipil Universitas Atmajaya, Yogyakarta. 14 (1): 62-67.
- Widjaja, B. dan Setiawan, A.B. 2016, Back Analysis of Parungponteng Landslide using Rheological Approach. Journal of Engineering and Applied Sciences. 24 (11): 14350-14353.
- Widjaja, B. dan Tanoto, E. 2016, Penentuan saturation limit sebagai batas kejenuhan tanah terhadap infiltrasi air pada lanau berplastiditas tinggi. Seminar Nasional Teknik Sipil, UMS; 05/2016.
- Widjaja, B. Andriani, D., Sutisna, R.A., dan Fitri, A.D. 2015, Alternative way for determination of yields stress as rheology parameter for mudflow. International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2 (2): 4-7.
- Widjaja, B. dan Pratama, I.T. 2015, Determination of the viscosity value based on the influence of the sliding plane by using a flume channel. International Journal of Technology. 6 (5): 800-808.
- Widjaja, B. dan Lee, S.H.H. 2013, Flow Box Test for Viscosity of Soil in Plastic and Viscous Liquid. Soils and Foundations. 53 (1): 35-46.

- Widjaja, B. 2010a, Case study of mudflow using Flo2d. Incorporating Sustainable Practice in Mechanics and Structures of Materials. 11: 533-537.
- Widjaja, B. 2010b, Physical laboratory model of Flume Channel for Simulating of Movement and Deposition of Mudflow. International Conf. on Geoinformation Technology for Natural Disaster Management, Chiang Mai, Thailand.

DI BALIK PROYEK KNV: PERBAIKAN REPUTASI PEMILIK LAPINDO

Lutfi Amiruddin

Program Studi Sosiologi, FISIP, Universitas Brawijaya, Jl Veteran Malang, Jawa Timur. Email:
amiruddin.lutfi@ub.ac.id

ABSTRAK

Tulisan ini dilatarbelakangi oleh proyek pembangunan pemukiman kembali bagi penyintas lumpur Lapindo, yaitu Kahuripan Nirwana Village (KNV). Meski tak pernah tercantum dalam Perpres 14/ 2007, Lapindo justru getol memprosjikan proyek ini kepada penyintas. Lalu, mengapa terjadi hal demikian? Dengan menggunakan metode kualitatif, dengan teknik wawancara dan observasi kepada beberapa informan, dan memanfaatkan data sekunder, tulisan ini berusaha mengungkap alasan-alasan di balik proyek KNV. Proyek penyediaan KNV sesungguhnya, bukan bertujuan memulihkan kondisi sosial ekonomi warga, melainkan hanya upaya memulihkan nama baik pemilik perusahaan.

Katakunci: pemukiman kembali, penyintas, lumpur Lapindo.

1. PENDAHULUAN

Selama September 2017 lalu, ketika terlibat dalam sebuah penelitian terkait dampak sosial ekonomi penyintas lumpur Lapindo, saya memperhatikan ada banyak rumah di perumahan Kahuripan Nirwana Village (KNV) yang tidak ditempati. Banyak pula rumah yang dijual oleh pemiliknya. Hampir seluruh halaman rumah-rumah itu tertutup oleh rumput yang tinggi. Ada pula rumah yang telah dimiliki justru bukan oleh penyintas Lapindo, melainkan sudah dijual dan ditempati orang lain. Alasannya bermacam-macam, mulai dari membutuhkan uang hingga tidak betah karena tinggal di tengah kota. Namun sayangnya, tidak ada angka pasti berapa jumlah total warga penyintas yang tinggal di KNV dan berapa pula yang pada akhirnya harus pindah dari perumahan ini.

Seperti diketahui, KNV adalah sebuah perumahan yang dibangun oleh pihak Lapindo sebagai bagian dari penyelesaian proses jual beli bagi penyintas. Mereka yang menempati perumahan ini adalah penyintas yang berada dalam wilayah Peta Area Terdampak (PAT) berdasarkan Peraturan Presiden (Perpres) 14/ 2007. Mereka berasal dari beberapa desa seperti Renokenongo, Jatirejo, Siring (Kecamatan Porong), dan Kedungbendo (Kecamatan Tanggulangin) yang dibayar oleh pihak Lapindo. Sebenarnya tidak ada aturan yang jelas mengenai tata cara penyelesaian bagi penyintas dengan cara tukar guling dengan perumahan KNV. Dalam Perpres 14/ 2007 hanya mengatur bahwa rumah dan tanah yang tenggelam karena lumpur, dibeli oleh pihak Lapindo dengan mekanisme cicilan, 20%-80%. Pada tahun 2008, setahun setelah ditetapkannya Perpres 14/ 2007, Lapindo mengaku tidak memiliki cukup uang untuk melunasi cicilan aset warga yang tenggelam,

akibat dampak krisis ekonomi global. Dengan kondisi semacam ini, pihak Lapindo harus mencari cara agar tetap dapat melunasi cicilan bagi penyintas. Kemudian, muncullah dua istilah skema pembayaran; cash and carry dan cash and resettlement (Amiruddin, 2012: 67).

Cash and carry, sebuah istilah yang pertama kali diungkapkan oleh Bupati Sidoarjo waktu itu, Win Hendrarso, merujuk pada bentuk pembayaran 80% cicilan secara tunai. Sedangkan cash and resettlement, istilah yang diperkenalkan oleh pihak Lapindo, merujuk pada bentuk pelunasan 80% dalam bentuk rumah. Namun demikian, kedua bentuk skema ini memiliki konsekuensi yang panjang terkait dengan solidaritas kelompok penyintas. Pada Juni 2008, pihak Lapindo berhasil membujuk warga untuk menandatangani persetujuan skema cash and resettlement. Sedangkan, masih banyak pula kelompok warga yang menginginkan model cash and carry, dengan harapan mereka bisa merencanakan proses resettlement secara mandiri dan kolektif (Amiruddin, 2012: 68). Pada titik tertentu, kedua kelompok ini justru menciptakan konflik horizontal. Warga yang memilih skema cash and carry menuduh kelompok cash and resettlement hanya dimanfaatkan pihak Lapindo, termasuk menjadi antek perusahaan migas ini. Sedangkan, kelompok cash and carry dituduh sebagai kelompok yang justru memperlambat proses pelunasan.

Terpecahnya tuntutan warga tersebut membuat tak hanya munculnya benih-benih konflik horizontal, juga memberikan gambaran mengenai bagaimana pola warga menuntut pelunasan jual beli, termasuk pula persebaran relokasi pasca bencana. Setidaknya, terdapat tiga kelompok penyintas berdasarkan proses skema pelunasan jual beli di atas. Pertama, kelompok kecil penyintas memilih skema pelunasan 80% tunai. Mereka berasal dari salah satu kelompok aliansi penyintas, yakni Paguyuban Warga Renokenongo Menolak Uang Kontrak (Pagarekontrak). Kelompok kedua, adalah penyintas yang memilih pembayaran tunai dan tinggal tersebar, baik di wilayah Sidoarjo, maupun luar Sidoarjo. Kelompok terakhir, adalah penyintas yang memilih skema cash and resettlement. Kelompok terakhir ini pada akhirnya mendapatkan cicilan 80% dengan ditukar dengan perumahan KNV. Warga yang memilih skema ini tergiur dengan aset perumahan yang dibangun di wilayah tengah kota. Mereka berasal dari desa-desa yang masuk dalam PAT Perpres 14/ 2007, yang juga masuk dalam kelompok-kelompok aliansi penyintas lumpur Lapindo.

Namun demikian, yang harus menjadi catatan adalah tidak ada data pasti yang resmi dikeluarkan, baik oleh pemerintah maupun Lapindo, tentang berapa jumlah penyintas bencana lumpur Lapindo, sejak diterbitkannya peraturan pertama, yakni Perpres 14/ 2007 hingga yang terakhir, Perpres 21/ 2017. Artinya pula tidak ada data pasti berapa jumlah penyintas yang melakukan relokasi termasuk persebarannya. Hal ini terkait dengan berapa jumlah warga yang pada akhirnya tinggal di relokasi mandiri, seperti kelompok pertama dan kedua. Demikian pula dengan data mengenai warga yang tinggal di KNV terkait berapa jumlah, berasal

dari mana, tidak pernah dikeluarkan oleh pihak Mutiara Masyur Sejahtera (MMS—pengembang perumahan, anak perusahaan Lapindo). Yang selama ini tersedia hanyalah jumlah berkas tanah dan rumah yang tenggelam berdasarkan Peta Area Terdampak (PAT) yang selalu direvisi setiap terbitnya peraturan presiden.

Maka pihak Lapindo mengklaim bahwa dibangunnya KNV merupakan bentuk penyelesaian secara sosial, yang merupakan bagian dari komitmen perusahaan untuk menyelesaikan masalah pasca bencana. Padahal dalam Perpres 14/ 2007, tidak pernah ada satu pasalpun yang menyebutkan penyelesaian jual beli dilakukan dengan cara penggantian dengan resettlement. Akan tetapi, dari pembangunan KNV ini, Lapindo melalui medianya justru mengatakan bahwa ada banyak warga yang justru berterima kasih kepada Lapindo (Editorial, 2008). Benarkah demikian? Berasal dari klaim Lapindo di atas, saya mencoba menelusuri, bagaimana sebenarnya konstruksi ekonomi-politik dari pembangunan resettlement KNV tersebut? Untuk kepentingan apa KNV dibangun? Benarkan KNV bertujuan untuk memulihkan kondisi sosial budaya penyintas? Melalui tulisan singkat ini, saya mencoba menelusuri dimensi ekonomi-politik dari pembangunan dan penyediaan resettlement KNV oleh pihak Lapindo. Meskipun tidak pernah diamanatkan secara langsung melalui Perpres 14/ 2007, namun pihak Lapindo justru bertekad mengadakan pembangunan KNV, yang pada gilirannya diklaim sebagai keberhasilan penyelesaian pasca bencana Lapindo.

2. METODE

Tulisan ini bagian dari penelitian lapangan yang saya lakukan pada komunitas penyintas lumpur Lapindo sejak 2011. Metode kualitatif saya pilih dalam rangka mendalami data mengenai penyediaan resettlement ini. Data saya gali dengan wawancara mendalam dengan beberapa informan penting, seperti dengan salah satu CEO perusahaan holder di bawah Lapindo Brantas, yang juga merupakan akademisi dari salah satu universitas besar di Jawa Timur. Informan ini memberikan data terkait tujuan sebenarnya dibangun KNV, untuk kepentingan siapa, dan hal terkait lainnya. Data sekunder saya telusuri melalui studi dokumen, seperti media terbitan Lapindo yaitu Solusi, juga pembacaan kembali atas peraturan presiden yang diterbitkan sejak awal bencana terjadi. Dari model penelitian kualitatif model ini, dapat tergambarkan bagaimana konstruksi sosial-budaya pembangunan resettlement KNV. Asumsi dasar dalam tulisan ini adalah bahwa ada pembangunan dan penyediaan KNV tidak dapat dipandang secara linear semata. Pembangunan dan penyediaan resettlement tersebut mengandung kepentingan terutama dari pihak Lapindo.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Melupakan Masalah Sosial dan Ekologis

Selain masalah jual beli, sebenarnya ada banyak hal lain yang menjadi dampak bencana luapun lumpur yang belum banyak diungkap oleh media. Misalnya kandungan senyawa logam berat bernama polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH), senyawa pemicu sel kanker yang melebihi ambang batas normal di lokasi-lokasi dekat dengan semburan (Walhi, 2008). Termasuk juga kandungan besi (Fe) pada air tanah di desa sekitar semburan lumpur juga memicu kecenderungan penyakit seperti diare, mual, muntah, hingga nyeri perut (Putri dan Yudhastuti 2013).

Belum lagi permasalahan dampak pada sektor ekonomi regional berupa kerugian dalam sektor bisnis yang sampai pada akhir 2007 saja sebesar Rp. 28.3 triliun, di antaranya berupa Rp 8.3 triliun kerugian karena masalah infrastruktur, Rp. 5.8 triliun kerugian karena berkurangnya nilai produk khas Sidoarjo, serta Rp. 14.2 triliun kerugian secara tidak langsung karena terganggunya aktivitas ekonomi Jawa Timur (McMichael, 2009). Di level yang lebih mikro, pada 2006 saja misalnya, telah mengakibatkan 1.873 orang kehilangan pekerjaan (Batubara dan Utomo, 2011: 40). Gambaran ini sebenarnya hanya mencerminkan kerugian ekonomi hanya dalam periode beberapa tahun. Dapat dipastikan kerugian semacam ini dapat terus bertambah seiring luapan lumpur yang semakin meluas.

Di sisi lain, terdapat permasalahan yang hingga lebih dari sepuluh tahun semburan lumpur, masih saja berlangsung. Ada banyak warga dari tiga kecamatan tersebut harus merelakan rumah dan tanah mereka tenggelam. Dari catatan di Rosari saja, sejak sebulan pertama, lumpur telah menggenangi empat desa; Siring, Jatirejo, Renokenongo Kecamatan Porong, dan Desa Kedungbendo Kecamatan Tanggulangin (2007: 31). Tercatat pula desa dan kelurahan seperti Mindi, Besuki, Ketapang, Gempolsari, Pejarakan, Kedungcangkring tenggelamkan, dan masih banyak lagi desa yang terancam tergenang (Amiruddin dan Fitrianita, 2014). Meskipun bukan angka pasti, McMichael menyebutkan ada lebih dari 30.000 jiwa harus melakukan pindah paksa (2009: 74). Masalah rumah dan tanah yang tenggelam inilah yang kemudian menjadi fokus penanganan yang diambil pihak Lapindo. Penanganan yang dimaksud berbentuk jual beli, yang menempatkan warga penyintas sebagai pihak yang menjual asetnya, sedangkan pihak Lapindo sebagai pembelinya.

Untuk menangani bencana ini sejak 2006 terdapat satu keputusan presiden, Kepres 13/ 2006 dan lima peraturan presiden; Perpres 14/2007, Perpres 48/ 2008, Perpres 40/ 2009, Perpres 68/ 2011, Perpres 37/2012 dan Perpres 33/2013. Dari semua peraturan presiden menegaskan tugas Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS), perluasan Peta Area Terdampak (PAT), dan mekanisme jual beli tanah dan rumah yang tenggelam. Khusus pada Perpres 14/2007, pihak Lapindo melalui anak perusahaannya PT Minarak Lapindo Jaya memiliki peran membeli aset warga yang tenggelam, antara lain dalam pasal 15:

“Dalam rangka penanganan masalah sosial kemasyarakatan, PT Lapindo Brantas membeli tanah dan bangunan masyarakat yang terkena luapan lumpur Sidoarjo dengan pembayaran secara bertahap, sesuai dengan peta area terdampak tanggal 22 Maret 2007 dengan akta jual-beli bukti kepemilikan tanah yang mencantumkan luas tanah dan lokasi yang disahkan oleh Pemerintah.”

Maka dapat digambarkan bahwa, bentuk aturan yang diamanatkan oleh perpres di atas, hanya menempatkan penyintas sebagai mitra jual beli. Ketika menjadi mitra jual beli, maka antara perusahaan dan penyintas, seolah dianggap memiliki posisi yang setara, alih-alih menempatkan Lapindo sebagai pihak yang bersalah yang harus bertanggung jawab atas kesalahannya. Padahal, pada kenyataannya, Lapindo merupakan bentuk kekuatan kapitalisme yang pastinya berbeda dengan penyintas. Dalam prakteknya, pihak yang lebih kuat inilah yang pada akhirnya mampu mengarahkan proses, bukan lagi melunasi 80% cicilan secara tunai, melainkan membelokkan proses menjadi penggantian dengan resettlement. Lalu, bagaimana posisi pemerintah? Melalui perpres, pemerintah justru memberikan keleluasaan kepada pihak Lapindo untuk tidak lagi menjalankan amanat Perpres 14/2007, tanpa adanya punishment yang berarti.

Dengan demikian, proses penyelesaian bagi penyintas lumpur Lapindo murni proses jual beli, baik secara tersurat dalam naskah Perpres 14/ 2007, maupun tersirat dalam praktik kesehariannya. Maka, selama ini, yang menjadi fokusnya adalah penyelesaian secara ekonomi saja, sehingga seakan-akan ketika terdapat skema penyediaan resettlement KNV, maka penyelesaian penyintas lumpur Lapindo telah tuntas. KNV dianggap sebagai kunci penyelesaian masalah bagi penyintas. Di saat yang sama, masalah lain seperti degradasi lingkungan dan potensi konflik horizontal, nyaris tak pernah hadir dalam wacana publik. Maka, Lapindopun tidak pernah dilekatkan dengan tuntutan atas tanggung jawab pemulihan lingkungan dan sosial.

3.2 Memulihkan Nama Baik

Meskipun tidak pernah diamanatkan oleh Perpres 14/2007 untuk menyediakan resettlement, mengapa pihak Lapindo justru membangun KNV pada 2009? Untuk kepentingan apa pemukiman ini dibangun? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas, saya mengajukan dua perspektif berbeda. Pertama dari pandangan penyintas. Penyintas yang pada akhirnya memilih skema pembayaran cash and resettlement sesungguhnya justru menyerahkan kehidupan pasca bencana kepada pihak Lapindo. Pada akhirnya, penyediaan hunian pasca bencanapun, warga sama sekali tak memiliki kewenangan untuk merencanakan dan merancang hunian berdasarkan kehidupan sosial budaya mereka. Maka tak heran ketika saya melakukan penelitian di tahun 2017 lalu, ada banyak rumah dijual kepada pihak lain, atau justru rumah di KNV ini terbengkalai, tak terawat, karena tidak ditinggali.

Gejala tersebut, sebenarnya sama halnya dengan yang saya catat pada 2011-2012 lalu, ketika saya pertama kali meneliti kehidupan warga di KNV. Terdapat banyak warga yang kehidupannya justru tidak kunjung membaik manakala telah tinggal di KNV. Seperti warga yang dulunya bekerja sebagai petani, adalah tipologi penyintas yang benar-benar mengalami kesulitan hidup ketika tinggal di tengah kota. Salah seorang informan mantan petani menceritakan, meski dia memiliki uang untuk membeli atau menyewa sawah, namun hal ini menjadi mustahil ketika dia hidup di kota. Pada akhirnya dia menjadi pengangguran dan uang sisa jual beli hanya dihabiskan untuk biaya hidup keluarga (Amiruddin, 2012: 88). Bagi warga yang terbiasa hidup wilayah pedesaan, menjadi warga KNV membuatnya harus mengeluarkan biaya ekstra dalam memenuhi kebutuhan hidup perkotaan.

Pun demikian dengan masalah konflik horizontal yang terjadi di antara warga yang tinggal di KNV, membuat kehidupan sosial semakin renggang. Konflik ini dipicu oleh bagaimana proses penyediaan dan pendistribusian KNV. Temuan Amiruddin (2012: 76) menunjukkan bahwa agar pemukiman ini laku dan dipilih oleh penyintas sebagai bagian dari proses jual beli, maka pihak Lapindo mempekerjakan makelar. Seorang makelar akan diberikan uang oleh Lapindo jika dia berhasil mengajak kawan atau tetangga sesama penyintas untuk memilih KNV. Di satu sisi, mekanisme ini menghancurkan kekuatan warga yang semula sepakat memilih cash and carry, selain pula muncul tuduhan sebagai pengkhianat kelompok aliansi penyintas. Di sisi yang lain, makelar yang awalnya menjanjikan banyak hal seperti ketika nanti tinggal di KNV akan bersebelahan dengan tetangga lama, nyatanya tak pernah terlaksana. Padahal, sudah banyak calon penghuni KNV yang sudah membayarkan uang pelicin, untuk mempermudah mewujudkan harapan tersebut. Jadi, dapat disimpulkan bahwa, sejak awal perumahan KNV ditempati oleh penyintas, kondisi sosial-ekonomi, ternyata tak kunjung pulih.

Lalu, mengapa mengapa mekanisme penyediaan dan pendistribusian resettlement dilakukan dengan cara demikian? Dari penjelasan paragraf sebelumnya dapat dilihat bahwa pihak Lapindo sangat getol mempromosikan mekanisme cash and resettlement, dengan menawarkan KNV. Melalui wawancara yang pernah saya lakukan dengan salah satu pejabat Lapindo, mengatakan bahwa, KNV merupakan kunci dalam memperbaiki nama baik pemilik perusahaan. Reputasi pemilik, yang juga salah seorang politikus berpengaruh itu, dipertaruhkan dalam proyek penyediaan resettlement (Amiruddin, 2012: 71). Itulah kenapa, meski penyediaan resettlement tidak pernah tertuang dalam Perpres 14/ 2007, namun Lapindo justru getol memaksakan proyek KNV terwujud dengan berbagai macam cara.

Maka, pantas saja, proyek pemukiman kembali tersebut memang tak pernah direncanakan untuk memulihkan kondisi sosial ekonomi penyintas, melainkan nama baik pemilik perusahaan. Yang menjadi tujuan utama bukanlah memulihkan kondisi penyintas, melainkan citra diri pemilik perusahaan. Justru penyintas yang memilih resettlement KNV-lah yang sebenarnya dimanfaatkan untuk menopang perbaikan citra pemilik perusahaan. Karena dianggap berhasil, proyek

resettlement ini, mendapat banyak pujian, salah satunya berasal dari Menteri Sosial, Bachtiar Chamsah, pada 3 Juli 2008 yang mengatakan bahwa KNV merupakan wujud nyata komitmen Lapindo (Anonim, 2008: 5).

4. KESIMPULAN

Proses pemukiman kembali yang disediakan pihak Lapindo sebagai bagian dari proses jual-beli aset sesungguhnya merupakan upaya pihak perusahaan tambang dalam memperbaiki reputasi pemilik perusahaan cum politikus berpengaruh. Alih-alih memulihkan kehidupan penyintas, tujuan disediakannya perumahan KNV justru untuk memperbaiki nama baik perusahaan tambang yang terlanjur buruk karena dianggap sebagai penyebab bencana semburan lumpur. Di lain pihak, ketiadaan aturan yang dibuat oleh pemerintah untuk mengatur proses penyediaan resettlement juga dimanfaatkan oleh pihak Lapindo agar proyek KNV diminati oleh penyintas dengan cara apapun. Penyediaan KNV diklaim oleh pihak Lapindo sebagai upaya tanggung jawab sosial yang nyatanya hanya bermuara pada cara memperbaiki citra sang politikus.

Tulisan ini hanyalah bagian kecil dari permasalahan bencana lumpur Lapindo yang seolah-olah telah tuntas penyelesaiannya dengan mekanisme kapitalistik berupa pelunasan jual beli. Ada banyak masalah lain yang belum menemukan titik penyelesaian, seperti pemulihan kondisi lingkungan sekitar semburan yang tidak pernah mendapatkan penanganan serius, baik oleh pihak Lapindo dan pemerintah. Maka, penting bagi peneliti berikutnya untuk menggali hal-hal di luar masalah sekedar pelunasan aset saja.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. 22-28 Juli 2008. Dipecahkan Lewat Kemanusiaan. Majalah Solusi Edisi 35, Surabaya: Majalah Solusi.
- Amiruddin, L., 2012. Solidarity of Lapindo Mudflow Victims in Resettlements., Yogyakarta: Management of Infrastructure and Community Development, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada.
- Amiruddin, L. dan T. Fitrianita. 2014. Ancaman Pasca Bencana Lumpur Lapindo. Makalah disampaikan pada 1st National Research Symposium, Universitas Negeri Malang 8 Oktober 2014.
- de Rosari, A.S.B.L (ed). 2007. Banjir Lumpur Banjir Janji: Gugatan Masyarakat dalam Kasus Lapindo. (Jakarta: Kompas Media Nusantara).
- Editorial Solusi, 22-28 Juli 2008. Bakrie Factors, Majalah Solusi Edisi 35, Surabaya: Majalah Solusi.
- McMichael, H. 2009. "The lapindo Mudflow Disaster: Environmental, Infrastructure and Economic impact". dalam Bulletin of Indonesian Economic Studies, Vol. 45, No. 1, 2009: 73-83.

- Walhi Jawa Timur. 2008. Logam Berat dan PAH Dalam Air dan Lumpur Lapindo (Riset Awal Walhi Jawa Timur 2007-2008). (Sidoarjo: Walhi Jawa Timur).

ANCAMAN DAN POTENSI GEMPABUMI DI KEPAHIANG, PROVINSI BENGKULU

Supartoyo¹ dan Litman²

¹Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi

²BMKG Stasiun Kepahiang

ABSTRACT

Kepahiang is one area that vulnerable to the earthquake hazard in Indonesia. Earthquake source in Kepahiang area comes from subduction zone in the sea and active fault on land. Earthquake source which potentially cause earthquake disaster comes from active fault movement on land. Based on analysis of epicenter for destructive earthquake distribution, destructive earthquake impact, and geological structure, the earthquake source of Kepahiang area comes from active fault movement which are Musi segment of Sumatera fault and Sempiang fault. Activity of the movement of these two active faults has the potential to cause a disaster, although the magnitude is not too large, but has a shallow depth that is destructively. The Musi segment of Sumatera fault has caused a destructive earthquake in 1979, while the Sempiang fault caused destructive earthquakes in 1997 and 2017. Therefore, Kepahiang area is prone to the earthquakes, it is necessary mitigation efforts through structural and non structural mitigation. The mitigation efforts aimed to minimize risk of earthquake disaster that may be repeated in the future.

Keywords : destructive earthquake, Musi segment of Sumatera fault, Sempiang fault, mitigation efforts

ABSTRAK

Kepahiang merupakan salah satu daerah rawan gempabumi di Indonesia. Sumber gempabumi daerah Kepahiang berasal dari zona subduksi di laut dan sesar aktif di darat. Sumber gempabumi yang berpotensi untuk mengakibatkan terjadinya bencana gempabumi berasal dari sesar aktif di darat. Berdasarkan analisis data sebaran pusat gempabumi merusak, sebaran dampak gempabumi merusak, dan struktur geologi, sumber gempabumi daerah Kepahiang berasal dari pergerakan sesar aktif yaitu Segmen Musi Sesar Sumatera dan sesar Sempiang. Aktivitas pergerakan kedua sesar aktif tersebut berpotensi mengakibatkan terjadinya bencana, meskipun magnitudo yang dihasilkan tidak terlalu besar, namun mempunyai kedalaman dangkal sehingga bersifat merusak. Segmen Musi Sesar Sumatera pernah mengakibatkan terjadinya gempabumi merusak pada tahun 1979, sedangkan sesar Sempiang mengakibatkan gempabumi merusak pada tahun 1997 dan 2017. Oleh karena daerah Kepahiang rawan terhadap gempabumi, maka diperlukan upaya mitigasi melalui mitigasi struktural dan mitigasi non struktural. Upaya mitigasi tersebut bertujuan untuk meminimalkan risiko bencana gempabumi yang mungkin akan terulang di kemudian hari.

Kata kunci : *gempabumi merusak, Segmen Musi Sesar Sumatera, Sesar Sempiang, upaya mitigasi*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Kepahiang merupakan bagian dari Provinsi Bengkulu yang mengalami pemekaran dari Kabupaten Rejang Lebong sebagai kabupaten induk pada tanggal 7 Januari 2004 dengan ibu kotanya adalah Kota Kepahiang. Kota Kepahiang merupakan tempat strategis karena sebagai lintasan menuju Kota Curup dan kota-kota di wilayah Provinsi Sumatera Selatan, yaitu Lubuk Linggau, Lahat, Muaraenim, Pagar Alam, dan Palembang. Kota Kepahiang dapat ditempuh dari Kota Bengkulu sekitar 1,5 jam dengan perjalanan darat dengan kondisi jalan beraspal hotmik.

Secara administratif, daerah ini terbagi menjadi delapan kecamatan dan 91 desa. Mayoritas penduduk Kabupaten Kepahiang adalah suku Rejang. Daerah Kabupaten Kepahiang secara umum merupakan daerah subur karena tanahnya tersusun oleh pelapukan dari batuan gunungapi muda yang telah mengalami pelapukan.

Disamping kesuburan tanahnya, Kabupaten Kepahiang rawan terhadap potensi bencana geologi, khususnya bencana gempabumi. Sumber gempabumi yang mengancam daerah Kepahiang berasal di darat bersumber dari sesar aktif yaitu Segmen Musi Sesar Sumatera. Disamping itu terdapat sesar aktif lainnya yang terdapat di daerah ini, yaitu Sesar Sempiang. Kejadian gempabumi yang bersumber dari pergerakan sesar aktif pada umumnya bersifat merusak meskipun magnitudonya tidak besar, namun mempunyai kedalaman dangkal, seperti kejadian gempabumi yang terjadi di Kepahiang pada tanggal 16 Oktober 2017.

Hingga kini tulisan tentang kegempaan daerah Kepahiang masih jarang. Oleh karena itu tulisan ini diharapkan dapat menambah data berkaitan dengan kegempaan dan sumber gempabumi yang ada di daerah Kepahiang. Tulisan ini membahas potensi dan ancaman gempabumi daerah Kepahiang berdasarkan analisis kejadian gempabumi merusak yang pernah terjadi, dampak gempabumi tanggal 16 Oktober 2017, struktur geologi dan analisis sumber gempabumi. Adapun tujuannya adalah untuk memberikan informasi tentang gempabumi, sumber gempabumi, potensi dan ancamannya di daerah Kepahiang, Provinsi Bengkulu. Informasi ini diharapkan dapat dipergunakan untuk keperluan mitigasi dan penataan ruang sesuai dengan amanah Undang – Undang (UU) nomor 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana dan UU nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang.

2. METODOLOGI

Metode yang dipergunakan pada tulisan ini adalah studi literatur, pengambilan data lapangan, pengolahan dan analisis data. Studi literatur meliputi mengumpulkan data tektonik, geologi termasuk struktur geologi, parameter kejadian gempabumi dan gempabumi merusak daerah Kepahiang dan sekitarnya.

Pengambilan data lapangan dilakukan pada waktu melakukan survei pasca gempa bumi Kepahiang dari tanggal 22 hingga 27 Januari 2018. Data yang diambil meliputi sebaran jejak retakan tanah, kerusakan bangunan, litologi (batuan), morfologi, dan tata guna lahan daerah Kepahiang. Pengolahan data meliputi plotting data retakan tanah, kerusakan bangunan, penyusunan peta intensitas gempa bumi tanggal 16 Oktober 2017, sebaran struktur geologi. Adapun analisisnya adalah pendekatan morfotektonik untuk mengidentifikasi sumber gempa bumi daerah Kepahiang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tektonik dan Kondisi Geologi Daerah Kepahiang

Daerah Kepahiang merupakan bagian dari kerak Sunda (*Sundaland*), dan kerak Sunda ini merupakan bagian dari lempeng benua Eurasia (Hall, 2002). Menurut Minster dan Jordan (1978 dalam Yeats, 1997), Lempeng Lempeng Indo-Australia bergerak ke arah utara dengan kecepatan sekitar 7 cm/ tahun dan bertumbukan dengan Lempeng Eurasia yang bergerak ke arah tenggara dengan kecepatan sekitar 0,4 cm/ tahun. Tumbukan tersebut telah terjadi sejak Jaman Kapur (sekitar 66 juta tahun yang lalu) dan masih berlangsung hingga kini. Zona tumbukan tersebut membentang di sebelah barat Pulau Sumatera, selatan Pulau Jawa, selatan Bali dan Nusa Tenggara, dan membelok di Kepulauan Maluku, yang membentuk palung laut dan dikenal sebagai zona subduksi. Zona subduksi merupakan sumber gempa bumi di laut dan juga sumber pembangkit tsunami.

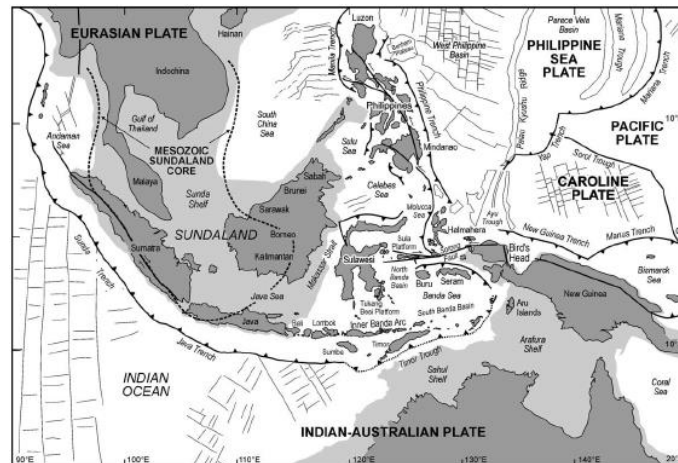
Daerah Kepahiang, Provinsi Bengkulu terletak agak jauh dari zona subduksi. Namun demikian akibat proses tektonik yang terjadi telah mengakibatkan terbentuknya struktur geologi, yaitu lipatan dan sesar. Beberapa sesar tersebut merupakan sesar aktif dan dibuktikan terjadinya gempa bumi.

Morfologi daerah Kepahiang sebagian tersusun oleh perbukitan hingga perbukitan terjal dan sebagian lagi merupakan dataran hingga dataran bergelombang. Kota Kepahiang terletak pada morfologi dataran yang dikelilingi oleh perbukitan. Morfologi perbukitan hingga perbukitan terjal tersusun oleh batuan rombakan gunungapi muda berumur Kuartar terdiri dari lava, breksi gunungapi dan tuff. Adapun morfologi dataran hingga dataran bergelombang pada juga tersusun oleh endapan berumur Kuartar berupa endapan alluvial sungai, endapan alluvial hasil pelapukan dari batuan rombakan gunungapi muda.

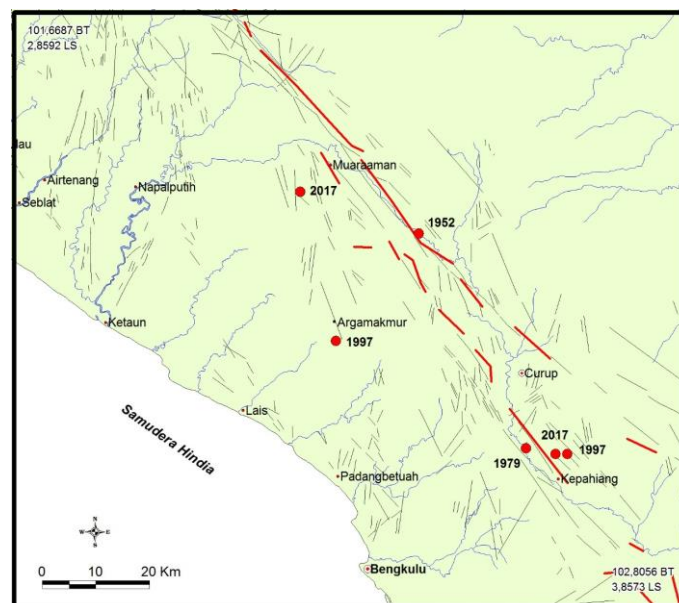
Endapan Kuartar dan batuan rombakan gunungapi muda yang telah mengalami pelapukan pada umumnya bersifat urai, lepas, belum kompak (*unconsolidated*), lunak, dan memperkuat efek guncangan gempa bumi atau amplifikasi, sehingga rawan terhadap guncangan gempa bumi. Kerusakan bangunan yang terjadi akibat guncangan gempa bumi pada umumnya ditempati oleh endapan Kuartar. Apabila endapan Kuartar tersebut bersifat jenuh air dengan muka air tanah dangkal, maka

akan berpotensi mengalami proses likuifaksi (*liquefaction*) bila digoncang gempa bumi dengan kekuatan cukup besar, umumnya diatas magnitudo 6 SR.

Struktur geologi Daerah Kepahiang didominasi oleh sesar atau patahan. Secara umum sesar – sesar yang terdapat di daerah Kepahiang mengikuti pola struktur Pulau Sumatera yang berarah barat laut – tenggara. Beberapa sesar lainnya mempunyai arah utara – selatan dan timur laut – barat daya. Pola struktur geologi tersebut terbentuk akibat aktivitas tektonik yang terjadi sebelumnya.



Gambar 1. Tataan tektonik kawasan Indonesia bagian barat (Hall, 2002). Kotak merupakan daerah Kepahiang, Provinsi Bengkulu.



Gambar 2. Struktur geologi daerah Kepahiang dan sekitarnya. Garis hitam tipis struktur geologi. Garis merah Sesar Sumatera. Bulatan merah merupakan pusat gempa bumi merusak dan tahun kejadian. Data dikompilasi dari beberapa peneliti terdahulu (Gafoer dkk., 1992; Sieh dan Natawidjaja, 2000).

3.2 Kegempaan dan Sejarah Gempabumi Merusak Daerah Kepahiang

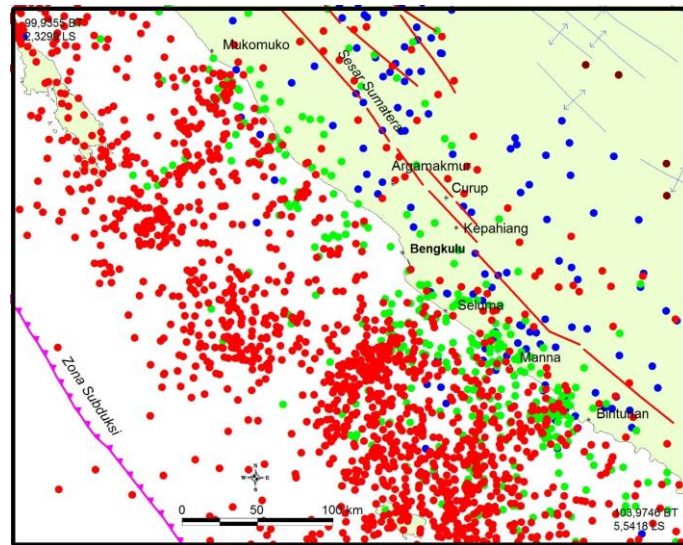
Daerah Kepahiang dan sekitarnya sering terlanda kejadian gempabumi terutama dari kejadian gempabumi yang bersumber dari zona penunjaman atau zona subduksi di laut. Sebaran kegempaan dari zona subduksi di daerah Bengkulu termasuk tinggi tingkat kegempaan (Gambar 1). Wilayah Bengkulu termasuk daerah Kepahiang merupakan salah satu wilayah rawan gempa bumi di Indonesia. Wilayah ini terletak pada batas lempeng aktif (*active plate margin*) dicirikan tingkat kegempaan yang tinggi.

Sumber gempabumi wilayah Kepahiang terletak di laut dari zona subduksi dan di darat dari sesar Sumatera dan sesar aktif lainnya. Zona subduksi dengan kedalaman dangkal atau kurang dari 50 km disebut megathrust, membentang di sebelah barat Pulau Sumatera, selatan Jawa, Bali, Nusatenggara dan membelok di laut Banda Provinsi Maluku. Di sebelah barat daerah Bengkulu zona megathrust ini mampu menghasilkan gempabumi dengan magnitudo maksimum sebesar 8,9 mw (*moment magnitude*) pada bagian utara (megathrust Mentawai-Pagai), adapun di bagian selatan daerah Bengkulu yaitu pada megathrust Enggano diperkirakan mampu menghasilkan gempabumi dengan magnitudo maksimum sebesar 8,4 mw (Pusat Studi Gempa Nasional/ Pusgen, 2017). Daerah Kepahiang terletak cukup jauh dari zona subduksi, sehingga potensi terjadinya bencana gempabumi dominan oleh aktivitas sumber gempabumi yang terletak di darat. Namun demikian efek guncangan dari gempabumi bersumber dari zona subduksi ini masih dapat dirasakan di daerah Kepahiang.

Sumber gempabumi daerah Kepahiang di darat berasal dari aktivitas sesar aktif. Sesar aktif utama yang melalui daerah Kepahiang adalah sesar Sumatera yang membentang sepanjang pegunungan Bukit Barisan dari Aceh hingga Teluk Semangko Provinsi Lampung. Sesar Sumatera bukan merupakan satu sesar tunggal, namun terbagi menjadi beberapa bagian yang disebut segmen, dan setiap segmen merupakan sumber gempabumi. Sieh dan Natawidjaja (2000) telah membagi Sesar Sumatera menjadi 19 segmen, yaitu segmen Seulimeum, Aceh, Batee, Tripa, Renun, Toru, Angkola, Barumon, Sumpur, Sianok, Sumani, Suliti, Siulak, Dikit, Ketahun, Musi, Manna, Komering dan Semangko. Adapun untuk daerah Kepahiang dilewati oleh segmen Musi. Segmen Musi Sesar Sumatera diperkirakan mampu menghasilkan gempabumi dengan magnitudo maksimum sebesar 7,2 mw (Pusgen, 2017).

Berdasarkan catatan sejarah kejadian gempabumi merusak di Indonesia, daerah Kepahiang paling tidak telah terlanda tiga kejadian gempabumi merusak (penambahan data dari Supartoyo dkk., 2014), yaitu tahun 1979, 1997 dan 2017. Dari ketiga kejadian gempabumi merusak tersebut, kejadian gempabumi tahun 1979 tepatnya pada tanggal 15 Desember 1979 merupakan bencana gempabumi terparah. Kejadian gempabumi tersebut dengan magnitudo 6,6 Skala Richter dan lokasi pusat gempabumi terletak di darat yang diperkirakan dari aktivitas segmen Musi Sesar Sumatera telah mengakibatkan 4 orang meninggal dunia, beberapa

orang luka-luka, diperkirakan 550 bangunan rusak di Kepahiang, terjadi retakan tanah dan longsoran. Sejarah kejadian gempabumi merusak selengkapnya daerah Kepahiang tercantum pada tabel 1 berikut ini.



Gambar 3. Peta sebaran kegempaan Provinsi Bengkulu dan sekitarnya tahun 1900 – 2017 bersumber dari USGS. Bulatan merah kedalaman 0 – 50 km, bulatan hijau kedalaman 50-100 km, dan bulatan biru kedalaman > 100 km.

Tabel 1. Kejadian gempabumi merusak daerah Kepahiang, Provinsi Bengkulu (penambahan data dari Supartoyo dkk., 2014).

NO	NAMA GEMPA	TANGGAL	PUSAT GEMPA	KDLM (KM)	MAG	SKALA MMI	KERUSAKAN
1.	Kepahiang	15/12/1979	3,59°LS - 102,53°BT	33	6,6 SR	VIII-IX	4 org meninggal di Kab. Rejang Lebong. Bencana melanda desa Daspetah. Di Kepahiang 550 rumah rusak. Di Rejang Lebong 630 rumah rusak, terjadi tanah longsor & retakan tanah. Di Bengkulu banyak rumah terlepas dari pondasinya, pipa-pipa air ledeng rusak berat. Episenter
2.	Kepahiang	15/05/1997	3,6°LS - 102,6°BT	33	5 SR	V-VI	

3.	Kepahiang	16-10-2017 08:53:02 WIB	3,6°LS - 102,58°BT	1	3,4 SR	V	<p>terletak di darat.</p> <p>Di Pasar Ujung, Kec. Kepahiang 65 bangunan rusak. Retakan tanah sepanjang ± 1 km di Pasar Ujung hingga Pasar Tengah. Gempa ini bersifat lokal. Terjadi gempa susulan.</p> <p>14 rumah penduduk rusak di Desa/ Kelurahan Bogor Baru dan terjadi retakan tanah.</p> <p>7 rumah penduduk rusak di Desa/ Kelurahan Pasar Ujung.</p>
----	-----------	-------------------------------	-----------------------	---	--------	---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.3 Potensi Sumber Gempabumi Daerah Kepahiang

Untuk mengetahui ancaman dan potensi gempabumi terhadap suatu daerah dilakukan analisis sumber gempabumi. Daerah yang terletak dekat dengan sumber gempabumi akan menerima guncangan gempabumi yang lebih kuat dibandingkan daerah yang terletak jauh dari sumber gempabumi, sehingga akan rawan terhadap guncangan gempabumi. Berdasarkan posisi letak sumber gempabumi, maka sumber gempabumi yang terletak dekat dengan Kota Kepahiang adalah bersumber dari sesar aktif, dalam hal ini adalah Segmen Musi Sesar Sumatera dan sesar aktif lainnya.

3.3.1 Sumber Gempabumi Sesar Sumatera

Sesar Sumatera yang melewati daerah Kepahiang adalah segmen Musi. Menurut data dari Sieh dan Natawidjaja (2001) segmen Musi dibatasi oleh segmen Ketaun pada bagian utara dan segmen Manna pada bagian selatan, memiliki panjang sekitar 70 km, lebar zona *dilatational step over* sekitar 5,6 km, kenampakan geomorfik berupa depresi lembah, jarak dari deformasi muka atau zona subduksi sekitar 260 km, kedalaman penunjaman zona Benioff sekitar 115, sejarah gempabumi dengan magnitudo maksimum adalah 6,6 mw (*moment magnitude*), dan nilai slip rate berdasarkan offset sungai sekitar 11 mm/ tahun.

Berdasarkan plot sebaran segmen Musi sesar Sumatera dari data Sieh dan Natawidjaja (2001) dengan peta topografi lembar 0912-23 Kepahiang skala 1 : 50.000 yang diterbitkan oleh BIG (dulu Bakosurtanal) tahun 1984, berjarak sekitar 1,7 km timur Kota Kepahiang. Garis segmen Musi sesar Sumatera tersebut tidak terletak tepat di Sungai Musi di daerah Kepahiang, tetapi di timur Sungai Musi dengan jarak berkisar antara 1,2 km hingga 3,1 km. Garis sesar tersebut terletak pada endapan batuan gunungapi berupa breksi gunungapi (Gafoer dkk., 1992). Berdasarkan catatan kejadian gempabumi merusak dari Supartoyo dkk (2014), segmen ini diperkirakan pernah mengakibatkan terjadinya gempabumi kuat pada tanggal 15 Desember 1979 dengan magnitudo 6,6 SR dan terletak di darat dengan kedalaman dangkal. Dengan skala intensitas gempabumi berkisar VIII-IX MMI guncangan gempabumi ini terasa kuat dan diperkirakan bisa terbentuk pensesaran permukaan pada saat itu. Kerusakan terparah di desa Daspetah diperkirakan karena lokasinya yang terletak dekat dengan pusat gempabumi. Jarak yang dekat dengan Kota Kepahiang dengan magnitudo maksimum mencapai 7,2 mw pada segmen ini (Pusgen, 2017), maka harus diwaspadai kemungkinan terulangnya gempabumi di kemudian hari. Sebagai ibukota kabupaten, Kota Kepahiang pasti akan berkembang terutama sebaran lokasi permukiman, dan hal ini tentu akan meningkatkan risiko bencana gempabumi.

3.3.2 Sumber Gempabumi Sesar Sempiang

Kejadian gempabumi pada tanggal 16 dan 20 Oktober 2017 yang melanda daerah Kepahiang bersifat lokal, dan hanya stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) stasiun Kepahiang yang mencatat kejadian gempabumi tersebut. Parameter kejadian gempabumi tersebut ditampilkan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Parameter kejadian gempabumi tanggal 16 dan 20 Oktober 2017 bersumber dari BMKG stasiun Kepahiang.

No.	Tanggal	Pukul (WIB)	Pusat Gempabumi	Magnitudo SR (Skala Richter)	Kedalaman (km)	Keterangan
1.	16-10-2017	08:53:02	3,6°LS dan 102,58°BT	3,4	1	4,8 km utara Kota Kepahiang
2.	20-10-2017	07:36:00	3,65°LS dan 102,58°BT	3,0	1	780 m selatan Kota Kepahiang
3.	20-10-2017	07:37:15	3,6°LS dan 102,65°BT	2,8	1	9,2 km timur laut Kota Kepahiang

Kejadian gempabumi tersebut telah mengakibatkan bencana di Desa/ Kelurahan Bogor Baru dan Pasar Ujung, Kecamatan Kepahiang, Kabupaten Kepahiang. Hasil pemeriksaan lapangan memperlihatkan adanya retakan tanah di desa Bogor Baru berarah utara – selatan dan barat laut - tenggara. Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Kepahiang dampak dari kejadian gempa bumi tersebut adalah 14 rumah penduduk mengalami kerusakan

dan terjadi retakan tanah di Desa/ Kelurahan Bogor Baru, Kecamatan Kepahiang, serta 7 rumah penduduk mengalami kerusakan di Desa/ Kelurahan Pasar Ujung, Kecamatan Kepahiang.

Skala intensitas gempabumi maksimum kejadian gempabumi tanggal 16 Oktober 2017 melanda Desa Bogor Baru yang mencapai skala intensitas V MMI (*Modified Mercally Intensity*). Hal ini dicirikan oleh : terasa orang di luar rumah, orang sedang tidur terbangun, cairan bergerak dan tumpah, barang di meja dan di dinding jatuh, plesteran tembok dinding terkelupas, pintu membuka dan menutup.

Untuk menganalisis sumber gempabumi tanggal 16 Oktober 2017 dilakukan analisis berdasarkan data posisi pusat gempabumi dan morfotektonik berdasarkan kenampakan peta topografi lembar Kepahiang dan pengamatan lapangan. Berdasarkan plot lokasi pusat gempabumi, sebaran kerusakan rumah penduduk dan lokasi retakan tanah yang terjadi terletak cukup jauh dari lokasi pusat gempabumi. Pada umumnya lokasi kerusakan bangunan dan retakan tanah yang terjadi akan memperlihatkan bahwa lokasi tersebut terletak dekat dengan pusat gempabumi. Berdasarkan analisis morfotektonik dari peta topografi terlihat adanya kelurusan lembah, pembelokan sungai dan diduga adanya offset sungai. Pengamatan lapangan memperlihatkan bahwa lokasi kerusakan bangunan dan retakan tanah berada pada lembah sungai Sempiang, juga ditemukan mata air. Lokasi tersebut terletak di Desa Bogor Baru. Kerusakan bangunan yang terjadi akibat gempabumi tanggal 20 Oktober 2017 terletak di Desa Pasar Ujung yang masih terletak pada lembah Sungai Sempiang. Berdasarkan data tersebut, maka kejadian gempabumi tanggal 16 dan 20 Oktober 2017 diakibatkan oleh sesar yang berada di Sungai Sempiang dan dapat disebut sesar Sempiang.

Sesar Sempiang berarah barat laut – tenggara dengan panjang sekitar 8,9 km dan berada di bagian timur Kota Kepahiang. Sebelumnya pada tanggal 15-5-1997 pernah terjadi gempabumi yang juga bersifat lokal dengan magnitudo 5 SR dan mengakibatkan kerusakan bangunan dan retakan tanah di desa Pasar Ujung, Kabupaten Kepahiang. Kejadian gempabumi pada tahun 1997 diperkirakan akibat aktivitas Sesar Sempiang. Dengan menggunakan metode dari Well dan Coppersmith (1994), maka besarnya magnitudo maksimum dari Sesar Sempiang adalah sekitar 6,2 mw. Gempabumi dengan magnitudo ini tentu akan berpotensi menimbulkan bencana.

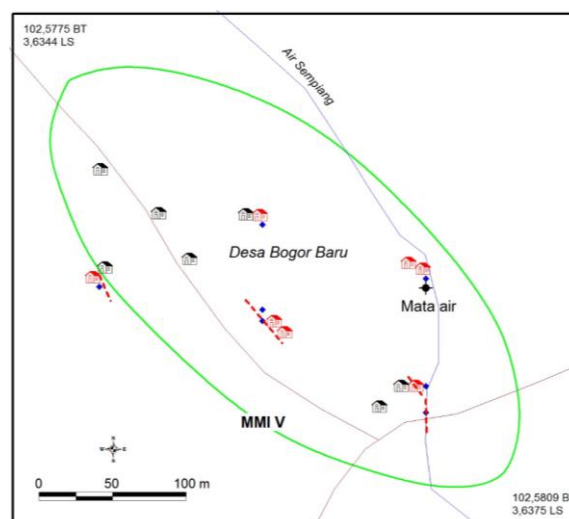
Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepahiang, jumlah penduduk Kabupaten Kepahiang pada tahun 2016 sebesar 133.703 jiwa dan 44.298 jiwa diantaranya bermukim di Kecamatan Kepahiang. Dengan terdapatnya paling tidak dua sesar aktif yang terletak dekat dengan Kota Kepahiang, yaitu segmen Musi sesar Sumatera dan sesar Sempiang, maka akan berpotensi mengancam bencana gempabumi apabila bersumber dari dua sesar aktif tersebut. Oleh karena itu mutlak diperlukan upaya mitigasi gempabumi di daerah Kepahiang.



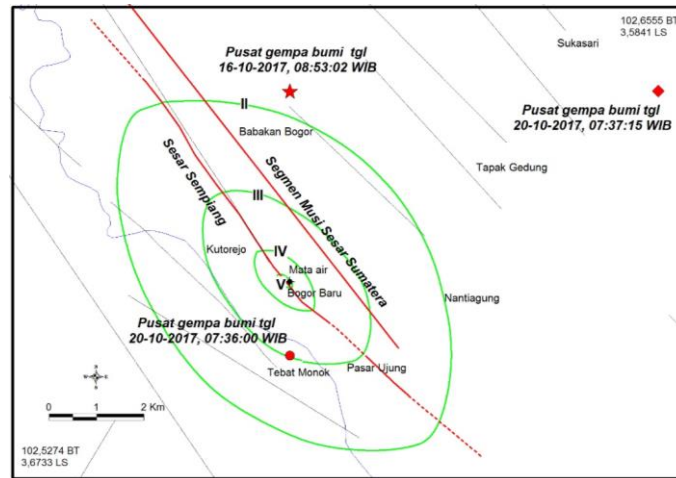
Gambar 4. Kerusakan rumah penduduk di desa Pasar Ujung, Kepahiang, akibat gempabumi tanggal 15 Mei 1997 (Armien Paimin, 1997 dalam Supartoyo dan Surono, 2008).



Gambar 5. Jejak retakan tanah berarah utara – selatan di Desa Bogor Baru akibat gempabumi 16 Oktober 2017.



Gambar 6. Sebaran kerusakan bangunan (rumah berwarna merah) dan retakan tanah (garis merah putus-putus) akibat kejadian gempa bumi tanggal 16 Oktober 2017.



Gambar 7. Peta intensitas gempabumi tanggal 16 Oktober 2017.

3.4 Pentingnya Upaya Mitigasi

Kejadian bencana gempabumi Kepahiang tanggal 16 Oktober 2017 telah memberikan pelajaran bahwa pentingnya upaya mitigasi gempabumi di Kota Kepahiang dan Kabupaten Kepahiang. Pada waktu Tim Pasca Gempabumi Badan Geologi melakukan pemeriksaan lapangan, terlihat bahwa masyarakat di daerah bencana tidak/ belum siap dalam menghadapi bencana gempabumi. Mereka terlihat panik karena jarang bahkan belum pernah mendapatkan informasi tentang tata cara menghindari saat kejadian gempabumi melalui kegiatan sosialisasi ataupun simulasi.

Dampak dari kejadian gempabumi Kepahiang tanggal 16 Oktober 2017 tidak terlalu signifikan karena intensitas gempabumi pada skala V MMI, namun demikian daerah Kota Kepahiang dilewati oleh dua sesar aktif yaitu Segmen Musi Sesar Sumatera dan Sesar Sempiang. Bahaya dari pergerakan sesar aktif adalah terbentuknya surface rupture atau pensesaran permukaan. Sekuat apapun konstruksi suatu bangunan apabila dilewati oleh pensesaran permukaan akan mengalami kerusakan bahkan mengakibatkan suatu bangunan menjadi roboh. Kehadiran dua sesar aktif ini harus mendapatkan perhatian, karena lokasinya terletak dekat bahkan diperkirakan melewati kota Kepahiang. Oleh karena itu perlu untuk melakukan pemetaan garis kedua sesar aktif ini secara detil untuk keperluan mitigasi dan penataan ruang.

Upaya mitigasi gempabumi masih minim di Kota Kepahiang dan Kabupaten Kepahiang. Belum terdapat petunjuk tentang jalur dan tempat evakuasi gempabumi. Oleh karena daerah Kepahiang merupakan daerah rawan bencana gempabumi, maka diperlukan upaya mitigasi secara menerus di wilayah ini yang

bertujuan untuk meminimalkan risiko yang ditimbulkan apabila terjadi gempa bumi dan tsunami di kemudian hari.

Upaya mitigasi gempabumi pada prinsipnya adalah mencegah agar bahaya gempabumi seperti pensesaran permukaan, guncangan gempa, pelulukan atau likuifaksi (*liquefaction*), retakan tanah, amblesan tanah, dan gerakan tanah atau longsor, tidak mengakibatkan terjadinya bencana dan jatuhnya korban jiwa. Disamping itu juga dengan melakukan serangkaian usaha untuk meningkatkan kapasitas masyarakat. Upaya mitigasi ini dilakukan secara fisik atau struktural dan non fisik atau non struktural. Upaya mitigasi struktural antara lain dengan melakukan pembangunan fisik, seperti membangun bangunan tahan gempa bumi, membangun tempat dan jalur evakuasi, membangun jembatan tahan gempabumi, dan lain-lain. Upaya mitigasi non fisik atau non struktural dilakukan dengan penyadaran dan peningkatan kemampuan masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana. Upaya mitigasi non fisik ini antara lain dengan meningkatkan kegiatan sosialisasi, simulasi, wajib latih di daerah Kepahiang. Upaya lainnya adalah memasukkan materi kebencanaan gempabumi untuk semua tingkatan pendidikan di daerah Kepahiang. Dengan upaya mitigasi ini diharapkan risiko dari kejadian gempabumi di kemudian hari dapat diminimalkan.

Hingga kini belum ada teknologi yang mampu untuk meramalkan kejadian gempabumi meliputi waktu, dimana dan berapa kekuatan dengan tepat. Oleh karena itu, upaya terbaik yang dapat dilakukan adalah melalui upaya mitigasi. Kejadian gempabumi Kepahiang tanggal 16 Oktober 2017 memberikan pelajaran kepada masyarakat Kepahiang dan kita semua yang bermukim dan beraktivitas di kawasan rawan bencana gempabumi untuk selalu melakukan mitigasi, baik secara fisik maupun non fisik. Kedua upaya mitigasi ini harus dilakukan secara bersamaan. Hanya dengan upaya mitigasi dampak dari suatu bencana termasuk bencana gempabumi akan dapat diminimalkan.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

- Kota Kepahiang tergolong sebagai daerah rawan gempabumi karena terletak dekat dengan sumber gempabumi sesar aktif di darat, yaitu segmen Musi Sesar Sumatera dan Sesar Sempiang.
- Daerah Kepahiang pernah mengalami tiga kejadian gempabumi merusak yaitu tahun 1979 akibat pergerakan segmen Musi Sesar Sumatera, tahun 1997 akibat pergerakan Sesar Sempiang dan tahun 2017 oleh pergerakan Sesar Sempiang.
- Morfotektonik segmen Musi Sesar Sumatera memberikan kenampakan kelurusan depresi lembah, adapun sesar Sempiang memberikan kenampakan kelurusan lembah, pembelokan sungai, adanya offset sungai dan adanya mata air.

- Skala intensitas kejadian gempabumi tanggal 16 Oktober 2017 mencapai V MMI yang mengakibatkan terjadinya retakan tanah dan kerusakan bangunan.
- Kerusakan bangunan oleh kejadian gempabumi tanggal 16 Oktober 2017 diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu : jarak yang dekat dengan sumber gempa bumi, bangunan yang dirancang tidak tahan gempa bumi (*non engineering building*), adanya retakan tanah dan terletak pada endapan rombakan gunungapi muda yang telah mengalami pelapukan.

4.2 Saran

- Oleh karena Kota Kepahiang tergolong daerah rawan gempabumi, maka harus dilakukan upaya mitigasi melalui mitigasi struktural dan mitigasi non struktural secara menerus.
- Data sebaran sesar aktif daerah Kepahiang harus dipertimbangkan sebagai salah satu parameter pada perencanaan revisi penataan ruang di Kabupaten Kepahiang.
- Bangunan vital, strategis dan mengundang konsentrasi banyak orang agar dibangun mengikuti kaidah – kaidah bangunan tahan gempa bumi.
- Pemerintah Kabupaten Kepahiang agar melakukan revisi tata ruang dan wilayah dengan mengacu pada peta kawasan rawan bencana geologi meliputi peta kawasan rawan bencana gempabumi, letusan gunungapi dan zona kerentanan gerakan tanah yang diterbitkan oleh Badan Geologi, Kementerian ESDM.
- Pemerintah Kabupaten Kepahiang agar memasukkan materi kebencanaan geologi (gempabumi, letusan gunungapi dan gerakan tanah) kedalam kurikulum pendidikan agar para guru dan pelajar dapat memperoleh pengetahuan tentang mitigasi bencana geologi.
- Pemerintah Kabupaten Kepahiang agar mewaspadaikan kemungkinan berulangnya kejadian gempabumi bersumber di darat dari Segmen Musi Sesar Sumatera dan juga Sesar Sempiang. Segmen Musi Sesar Sumatera pernah mengakibatkan terjadinya bencana gempa bumi pada tanggal 15-12-1979.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas selesainya tulisan ini kepada Dr. Sri Hidayati, M.Sc (Kepala Bidang Mitigasi Gempabumi dan Tsunami, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi/ PVMBG, Badan Geologi) dan Dr. Akhmad Solikhin (Kepala Sub Bidang Mitigasi Gempabumi dan Tsunami wilayah Indonesia barat, PVMBG) yang telah menugaskan penulis pada kegiatan penyelidikan pasca bencana gempabumi di daerah Bengkulu. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Nia Kurnia Praja, Noviardi Titis Praponco,

ST dan Heri Isep Rochmana sebagai anggota tim penyelidikan pasca bencana gempa bumi di daerah Bengkulu atas pengambilan data selama survei lapangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Gafoer, S., Amin, T.C., dan Pardede, R., 1992, Peta geologi lembar Bengkulu Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Pusat Studi Gempa Nasional (Pusgen), 2017, *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*, Puslitbang Perumahan dan Permukiman, Balitbang Kementerian PUPR.
- Sieh, K., dan Natawidjaja, D., 2000, Neotectonics of the Sumatran Fault, Indonesia, *Journal of Geophysical Research*, Volume 105, no. B12, December 10, 2000, pp. 28295 – 28326.
- Supartoyo dan Surono, 2008, *Katalog Gempabumi Merusak Indonesia Tahun 1629 – 2007* (Edisi Keempat), Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Supartoyo, Surono, dan Putranto, E.T., 2014, *Katalog Gempabumi Merusak Indonesia Tahun 1612 – 2014* (Edisi Kelima), Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral: 131 hal.
- Well, D.L., dan Coppersmith, K.J., 1994, New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 84, no. 4, August 1994, 974 – 1002.
- Yeats, R.S., Sieh, K., dan Allen, C.R., 1997, *The Geology of Earthquakes*, Oxford University Press: 567 pp.

PERSEPSI PETANI NILAM TERHADAP ASURANSI BANJIR DI ACEH JAYA

Agus Nugroho^{1,2}, Annisa Umul Fitrah³

¹Tsunami and Disaster Mitigation Research Center. Syiah Kuala University, Indonesia,
nugroho@tdmrc.org

²Department of Agribusiness, Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University. Banda Aceh,
Indonesia

³Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Indonesia,
annisaumulf@gmail.com

ABSTRAK

Dampak kerusakan akibat banjir pada sektor pertanian semakin meningkat selama sepuluh tahun terakhir. Gagal panen dan kerusakan lahan yang disebabkan oleh banjir tidak pernah diiringi proses ganti rugi menyebabkan petani semakin rentan terhadap resiko bencana di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persepsi petani nilam di Aceh Jaya tentang asuransi bencana sebagai mekanisme perlindungan dari dampak banjir. Hasil studi ini menunjukkan bahwa banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi dan menimbulkan dampak kerugian yang besar. Petani masih menggantungkan metode konvensional dalam menanggulangi dampak kerugian. Rendahnya tingkat pengetahuan petani terhadap manfaat asuransi menyebabkan rendahnya tingkat kesediaan petani untuk bergabung dalam program asuransi. Terakhir, studi ini juga merekomendasikan beberapa alternatif kebijakan pembiayaan bencana ex-ante yang dapat dilakukan oleh para pemangku kepentingan.

Katakunci : banjir, asuransi, willingness to join, nilam, aceh jaya

ABSTRACT

The impacts of floods on agriculture have been increasing over the last decades. Production loss and damaged land caused by floods which have never been followed by compensation, have made farmers more vulnerable in the future. This study aims to analyze the perception of patchouli farmers in Aceh Jaya District regarding insurance as a protection mechanism from loss due to floods. The results of this study indicate that floods are the most frequent disasters and caused large losses for farmers. Farmers still rely on conventional methods to cope with the impacts. The low level of farmers' knowledge on insurance benefits leads to low levels of willingness of farmers to join in insurance programs. Finally, this study also recommends some alternative ex-ante disaster risk financing frameworks that can be initiated by stakeholders.

Keywords : floods, insurance, willingness to join, patchouli, aceh jaya

1. PENDAHULUAN

Minyak nilam (Patchouli oil) merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang dihasilkan oleh tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth). Indonesia merupakan

salah satu negara penghasil sekaligus pemasok dalam perdagangan minyak nilam dunia. Saat ini minyak nilam banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku, bahan pencampur dan fiksasif (pengikat wangi-wangian) dalam industri parfum, farmasi dan kosmetik (Dummond, 1960; Mardiningsih et al., 1995; Grieve, 2003 dalam Melati, 2008).

Aceh Jaya memiliki iklim dan ekologi yang sesuai untuk penanaman beberapa varietas nilam. Varietas unggul lokal dengan kualitas minyak nilamnya yang tergolong khas dan berbeda dengan daerah pertanaman nilam lainnya. Jika dibudidayakan dengan baik maka tanaman nilam dapat berdampak pada peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani. Indra, dkk (2017) menyebutkan bahwa di Aceh Jaya petani rata-rata mampu memproduksi terna basah sekitar 20.520 kg per hektar per periode tanam (6 bulan) dengan pendapatan bersih Rp28.932.799 per hektar per periode tanam atau Rp4.822.000 per bulan. Jika terna dijual dalam bentuk kering, maka pendapatan akan meningkat menjadi Rp35.088.799 per hektar per periode tanam atau Rp5.848.000 per bulan.

Namun ada beberapa kendala atau ketidakpastian yang berpengaruh pada sektor pertanian pada umumnya, dan juga pada subsektor agro industri minyak nilam Indonesia termasuk di Aceh. Secara umum kendala tersebut dapat dibagi menjadi tiga jenis: (1) Kendala budidaya, (2) kendala ekonomi dan bisnis, dan (3) kendala yang disebabkan oleh faktor alam. Kendala budidaya disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain teknologi budidaya yang masih sederhana, berkembangnya berbagai penyakit seperti layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia Solanacearum* (Nasrun et al., 2004), penyakit budok (*Synchytrium pogostemonis*) yang diduga disebabkan oleh virus (Sitepu dan Asman, 1991). Kendala ekonomi dan bisnis antara lain disebabkan oleh harga input dan output nilam yang fluktuatif, peraturan perdagangan (ekspor-impor) yang sering berubah, rantai pemasaran yang terlalu panjang serta dukungan dan akses permodalan yang masih rendah. Sedangkan kendala yang disebabkan oleh faktor alam antara lain kekeringan, banjir, gempa bumi, tanah longsor dan letusan gunung berapi. Lee et al. (1980, dalam Sumaryanto dan Nurmanaf, 2007).

Terkait budidaya nilam di Aceh jaya, banjir dan penyakit budok (*Synchytrium pogostemonis*) merupakan faktor utama kegagalan produksi. Pada tahun 2015 dan 2017 banjir besar terjadi di daerah Krueng Sabe, Setia Bakti dan beberapa daerah di Aceh Jaya lainnya. Dampaknya sebagian besar lahan nilam yang terletak di daerah rawan banjir rusak dan membutuhkan perawatan untuk bisa difungsikan kembali. Banjir ini juga berdampak pada kerugian ekonomi dan finansial akibat gagal panen nilam. Kondisi tersebut menempatkan petani nilam dalam posisi yang sangat rentan. Terlebih lagi tidak ada mekanisme bantuan ataupun ganti rugi atas kerugian yang dialami petani nilam di Aceh Jaya.

Sebenarnya pemerintah sudah memiliki instrumen perlindungan petani yang tertuang dalam Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan

Pemberdayaan Petani. Dalam undang-undang tersebut tercantum suatu terminologi yang disebut “asuransi pertanian”. Dalam regulasi tersebut, asuransi pertanian merupakan salah satu alat bagi pemerintah untuk melindungi petani dari gagal panen. Gagal panen bisa terjadi akibat bencana alam, wabah penyakit hewan menular, perubahan iklim, dan risiko lainnya. Namun, dalam implementasinya asuransi ini baru sebatas pada tanaman pangan seperti padi (AOTP) dan jagung, asuransi nelayan, asuransi ternak sapi (AUTS). Sedangkan penerapan asuransi sebagai instrumen perlindungan petani pada komoditas perkebunan seperti kopi, coklat dan termasuk nilam belum pernah dilakukan kajian.

Namun berdasarkan hasil evaluasi pada pelaksanaan program asuransi usaha tani padi (AOTP) dan ternak sapi (AUTS), tingkat kesediaan dan partisipasi petani untuk bergabung dan membayar premi asuransi masih relatif rendah. Padahal pada kedua program percontohan asuransi tersebut pemerintah sudah memberikan subsidi hingga 70% pada premi yang dibayarkan. Salah satu faktor utama adalah persepsi petani terhadap manfaat asuransi masih kurang.

Studi ini bermaksud untuk menganalisis persepsi petani nilam tentang pentingnya asuransi pertanian sebagai langkah mitigasi dari resiko-resiko kegagalan yang mungkin akan terjadi dimasa depan. Lebih dalam, studi ini melakukan identifikasi terhadap bencana apa saja yang memiliki frekuensi tinggi dan berdampak besar pada budidaya nilam serta tingkat kerentanan petani nilam terhadap bencana di Aceh Jaya. Terakhir, studi ini juga menggambarkan kesediaan petani untuk bergabung dalam program asuransi nilam (willingness to join) serta kesediaan petani untuk membayar (willingness to pay) premi asuransi usaha tani nilam..

2. METODOLOGI

Studi ini dilakukan di kabupaten Aceh Jaya yang merupakan salah satu daerah utama penghasil minyak nilam di Aceh. Objek penelitian ini terfokus pada persepsi petani nilam terhadap kemungkinan penerapan asuransi sebagai salah satu langkah mitigasi dampak bencana banjir yang sering menimbulkan kerusakan pada budidaya nilam di Aceh Jaya. Ruang lingkup penelitian ini terbatas pada analisis kemauan untuk bergabung (willingness to join) dan kemauan untuk membayar (willingness to pay) premi jika asuransi akan diterapkan pada asuransi nilam dimasa yang akan datang. Sebanyak 17 petani nilam yang terdampak banjir telah dilakukan in depth interview. Data kuantitatif dan kualitatif yang telah dihimpun kemudian di analisis secara deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Usaha Tani Nilam

Nilam di Aceh Jaya masih dibudidayakan secara tradisional dengan karakteristik sebagai berikut: (1) lahan berpindah; (2) lokasi lahan di lereng gunung/perbukitan;

(3) bibit didapatkan dari alam; (4) penggunaan input dan alsintan masih sangat rendah.

Berbeda dengan budidaya komoditas pertanian pada umumnya, petani nilam di Aceh Jaya masih tetap melakukan sistem ladang berpindah yang rata-rata terletak di lereng gunung/ perbukitan dan pinggir aliran sungai. Alasan utamanya adalah hasil produksi pada panen ke-dua dirasakan lebih sedikit jika dibandingkan dengan total produksi pada panen pertama. Hampir semua petani nilam bergantung pada tingkat kesuburan lahan yang ada, tanpa menggunakan tambahan pupuk alami maupun buatan. Sehingga, setelah nilam selesai dipanen pada usia 8 bulan, petani akan membuka lahan baru di lokasi sekitarnya. Tujuan utama dari cara budidaya dengan ladang berpindah ini adalah untuk mengembalikan tingkat kesuburan lahan ke kondisi semula.

Batang nilam yang dihasilkan pada panen sebelumnya rata-rata akan digunakan sebagai bibit (stek) pada budidaya nilam selanjutnya. Jika tidak mencukupi, maka petani nilam akan mencari bibit nilam liar di hutan dan hanya sebagian kecil petani membeli bibit nilam dari daerah sekitar. Biasanya petani mulai menancapkan bibitnya pada awal musim hujan untuk menjaga kecukupan jumlah air yang diperlukan selama masa pertumbuhan sehingga petani tidak perlu lagi melakukan penyiraman.

Lokasi lahan yang sulit dijangkau oleh alat dan mesin pertanian menyebabkan tingkat penggunaan mesin semisal traktor dll hampir tidak memungkinkan. Oleh karena itu, metode penanaman dan pemanenan terpaksa dilakukan secara tradisional. Ketiadaan mesin dan alat pertanian menjadi hambatan dalam peningkatan produksi nilam. Jumlah terna basah yang terlalu banyak menjadi sulit untuk diangkut untuk kemudian dilakukan pengeringan. Padahal, terna yang sudah dipanen tersebut tidak boleh terkena curahan hujan secara langsung karena akan menurunkan kandungan rendemen minyak nilam.

Tabel 1. Karakteristik Usaha Tani Nilam di Aceh Jaya

Sumber: Hasil Wawancara (2018)

Profil		Karakteristik
Umur petani	:	24-70 tahun
Pekerjaan diluar pertanian	:	Tidak ada
Bergabung dalam kelompok tani	:	Tidak
Rerata pendapatan/tahun	:	12-50 juta
Kontribusi nilam dalam total pendapatan	:	80-100%
Kepemilikan sertifikat lahan	:	Tidak

Luas lahan yang dimiliki	:	0,25-3 ha
Frekuensi panen/tahun	:	1x
Produksi minyak nilam/ Ha	:	50-75 kg

Secara umum, karakteristik petani nilam dapat dijelaskan seperti yang terlihat pada tabel 1. Pertanian merupakan satu-satunya mata pencaharian baik sebagai petani nilam sepenuhnya maupun kombinasi dengan tanaman lainnya termasuk padi, pinang, kelapa dan ternak. Rata-rata responden yang berprofesi sebagai petani nilam berumur antara 24 hingga 70 tahun dan tidak terikat dengan kelompok tani. Rata-rata petani nilam memiliki pendapatan sebesar Rp 12 juta hingga 50 juta per tahun dan kontribusi pendapatan dari usaha tani nilam terhadap total pendapatan berkisar antara 80-100 persen. Rata-rata luas lahan yang dimiliki oleh responden berkisar antara seperempat hingga 3 ha dan semua responden menyatakan bahwa mereka tidak memiliki sertifikat atas lahan mereka. Karena masih menggunakan sistem lahan berpindah maka hampir semua responden melakukan satu kali pemanenan dengan hasil rata-rata minyak nilam berkisar 50-75 kg per ha.

3.2 Paparan dan Pengalaman terhadap Resiko

Sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang dimanfaatkan untuk mengairi tanaman sekaligus untuk memenuhi hajat hidup petani. Atas hubungan inilah, pada umumnya petani hidup dan tinggal di daerah sepanjang atau dekat aliran sungai.

Lokasi pemukiman yang terletak di sepanjang daerah aliran sungai ditambah dengan kondisi sungai yang telah mengalami pendangkalan menjadikan petani nilam dan masyarakat di lokasi ini memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap resiko banjir.

Dari hasil wawancara (tabel 2) menunjukkan bahwa banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi dan menimbulkan kerusakan yang sangat berat selama 10 tahun terakhir ini. Setidaknya banjir besar pernah terjadi di lokasi penelitian pada tahun 2016 dan 2017. Sebelumnya, terdapat sebagian petani nilam yang menanam nilam di lokasi rawan banjir. Sesudah terjadinya banjir besar tersebut, sebagian petani nilam memindahkan lahannya ke lereng gunung dan sebagian lainnya berhenti melakukan budidaya nilam dan beralih ke budidaya padi.

Pemindahan lahan nilam ke lereng gunung dan perbukitan mungkin dapat mengurangi paparan terhadap resiko banjir. Namun, pembukaan lahan di lokasi baru juga memunculkan resiko lainnya yaitu longsor. Berdasarkan hasil wawancara, petani nilam di lokasi penelitian sebenarnya menyadari bahwa budidaya nilam masih mungkin dipengaruhi oleh hazards baik dari banjir maupun longsor dan responden juga menyadari bahwa hazards tersebut mampu menimbulkan konsekuensi kerugian yang besar.

Tabel 2. Persepsi terhadap Resiko

Sumber: Hasil Wawancara (2018)

Profil		Karakteristik
Jenis Bencana yang paling sering terjadi selama 10 tahun terakhir	:	Banjir dan Hama/Penyakit Tanaman
Bencana yang menyebabkan kerusakan paling serius selama 10 tahun terakhir	:	Banjir
Kemungkinan bencana mempengaruhi produksi nilam	:	Mungkin
Kemungkinan dampak bencana merusak lahan nilam	:	Konsekuensi Besar
Pentingnya mengurangi dampak negatif bencana pada produksi nilam	:	Penting
Penilaian kemampuan diri melindungi diri dari bencana yang merusak lahan nilam	:	Hampir tidak dapat melindungi diri sendiri
Persepsi terhadap peningkatan frekuensi bencana di masa depan	:	Lebih sering dari sekarang
Perbandingan kerentanan diri dengan rumah tangga lain	:	sama resikonya dengan yang lain

Lebih lanjut, responden memiliki persepsi bahwa langkah untuk mengurangi dampak negatif dari potensi bencana tersebut adalah bersifat penting sebab mereka merasa bahwa mereka hampir tidak mampu melindungi diri sendiri saat terjadi banjir. Responden juga menyatakan bahwa frekuensi terjadinya bencana dimasa depan akan mengalami peningkatan intensitas. Hal ini mengindikasikan bahwa resiko terhadap bencana utamanya banjir akan meningkat di masa depan namun tidak diiringi dengan peningkatan kapasitas. Indikasi ini didukung oleh pernyataan bahwa responden memiliki tingkat kerentanan yang sama dengan rumah tangga petani lainnya di lokasi sekitar penelitian.

3.3 Pengetahuan Asuransi Pertanian

Lokasi yang menjadi daerah penelitian terkait asuransi nilam ini sebenarnya terletak tidak jauh dari akses jalan nasional dan ibukota kabupaten Aceh Jaya (Kota Calang). Informasi terkait asuransi padi dan nelayan yang digaungkan pemerintah nampaknya belum mencapai daerah ini. Oleh karena itu, saat dilakukan

wawancara, semua responden menyatakan belum pernah mendengar istilah asuransi pertanian.

Seperti yang ilustrasikan pada tabel 3, responden menyatakan bahwa mereka tidak mengetahui tentang konsep dan mafaat asuransi sebagai mekanisme perlindungan terhadap resiko. Sehingga saat dikonfirmasi terkait pengalaman membeli asuransi, semua responden menyatakan belum pernah membeli produk asuransi apapun. Jawaban ini perlu dikaji ulang sebab di Aceh terdapat produk turunan asuransi kesehatan yang dikelola oleh Pemerintah Aceh yang disebut Jaminan Kesehatan Aceh (JKA). Penjelasan yang mungkin adalah adanya perbedaan sistem antara JKA dengan asuransi pada umumnya terkait pembayaran premi dan kontrak.

Saat dikonfirmasi terkait pihak yang seharusnya bertanggung jawab dan memberikan kompensasi/bantuan jika terjadi kerusakan pasca bencana banjir, maka jawaban responden tertuju pada pemerintah. Sebagian kecil responden menyimpulkan bahwa resiko menjadi tanggung jawab pribadi. Hal ini mengindikasikan tingginya tingkat ketergantungan petani nilam terhadap bantuan/peran pemerintah dalam proses penanggulangan dampak bencana. Selama ini, bantuan yang diberikan selama masa tanggap darurat berupa beras dan jatah hidup lainnya. Selama proses rehabilitasi dan rekonstruksi, pemerintah daerah (BPBD) memprioritaskan pembangunan infrastruktur seperti tanggul di sepanjang aliran sungai yang terdampak banjir.

Tabel 3. Pengalaman Asuransi

Sumber: Hasil Wawancara (2018)

Profil		Karakteristik
Mendengar kata program "asuransi pertanian"	:	Tidak pernah
Pengetahuan tentang asuransi	:	Tidak tahu
Pengalaman membeli asuransi	:	Belum pernah
Pihak yang bertanggung jawab untuk memberikan kompensasi atas kerusakan	:	Pemerintah, individu
Perlu subsidi premi asuransi dari pemerintah	:	Pemerintah perlu mensubsidi

Terkait bantuan rehabilitasi lahan dan penyediaan bibit nilam, selama ini belum pernah diberikan oleh pemerintah daerah. Beberapa lahan yang rusak menjadi tanggung jawab pribadi petani nilam tanpa ada intervensi pemerintah. Akibatnya, beberapa petani nilam yang tidak memiliki modal untuk memperbaiki lahan (dan mencari bibit) lebih memilih menghentikan kegiatan budidaya nilam dan berganti menjadi petani padi. Hal semacam ini menjadi fenomena yang normal terjadi pasca bencana mengingat keterbatasan kemampuan pendanaan pemerintah daerah terhadap dampak bencana (ex-post). Terlebih lagi, biasanya proses rehabilitasi dan rekonstruksi ini berlangsung lambat mengikuti alur pencairan anggaran pada satuan kerja di lingkungan Pemerintah Aceh.

3.4 Coping Appraisal dan Willingness to Join

Pengetahuan tentang asuransi khususnya asuransi pertanian atau bencana sangat berhubungan erat dengan tindakan yang selama ini diambil sebagai langkah mitigasi resiko bencana yang dialami oleh petani nilam di Aceh Jaya.

Pertama, sebagian besar masyarakat Aceh termasuk petani nilam di Aceh Jaya menganggap bahwa bencana adalah musibah yang bisa terjadi kapan saja dan menimpa siapa saja. Oleh karena itu, petani nilam menganggap bahwa musibah tersebut harus diterima. Meskipun usaha antisipasi telah dilakukan, musibah tetap bisa terjadi.

Kedua, upaya mitigasi secara fisik dengan cara membangun infrastruktur tanggul membutuhkan biaya yang sangat besar. Tanggung jawab tersebut seharusnya dimiliki oleh pemerintah daerah. Dampak banjir yang begitu besar melebihi kapasitas petani nilam meskipun dilakukan secara komunal.

Meskipun demikian, berdasarkan hasil wawancara seperti yang dijelaskan pada tabel 4 diketahui bahwa petani nilam biasanya telah memindahkan aset berharga yang dimiliki ke tempat yang lebih tinggi (loteng/lumbung). Berdasarkan pengalaman banjir yang pernah dialami di masa lalu, petani nilam telah memetakan (dalam ingatan) lokasi mana saja yang akan terendam air jika banjir melanda. Oleh karena itu, petani nilam memilih memindahkan lahannya ke lereng gunung untuk menghindari resiko banjir.

Tabel 4. Langkah Mitigasi Resiko

Sumber: Hasil Wawancara (2018)

Profil		Karakteristik
Langkah mitigasi yang dilakukan sebelum musim hujan	:	Menyelamatkan aset
Langkah yang biasa dilakukan untuk mengatasi kerusakan pasca banjir	:	Menggunakan simpanan; Menjual aset
Kesediaan membeli asuransi perlindungan banjir	:	antara Tidak hingga Ya
Kepercayaan Perusahaan Asuransi membayar ganti rugi	:	antara sedikit percaya hingga netral

Jika terjadi kerusakan baik tempat tinggal maupun lahan nilam yang disebabkan oleh banjir, petani nilam masih mengandalkan cara konvensional seperti menggunakan simpanan dan menjual aset berharga yang dimiliki seperti perhiasan dan hewan ternak. Pengetahuan tentang ex-ante financing mechanism seperti penggunaan asuransi hampir tidak ada di daerah ini.

Berdasarkan hasil wawancara, tingkat willingness to join petani nilam untuk bergabung dalam program asuransi banjir (bencana) masing sangat rendah. Premi asuransi masih dipersepsikan sebagai tambahan biaya yang enggan dibayarkan oleh petani nilam, meskipun beberapa diantara responden tertarik dengan

mekanisme ganti rugi yang ditawarkan. Terlebih lagi jika peril nya bersifat jamak mencakup banjir, kekeringan dan hama penyakit tanaman seperti yang ditawarkan pada program asuransi padi.

Secara umum terdapat hubungan antara pilihan keputusan terkait mekanisme perlindungan diri dan kemauan untuk bergabung dan menggunakan asuransi sebagai alat melindungi diri dari resiko bencana. Petani nilam masih merasa “nyaman” dengan pilihan konvensional dibandingkan dengan mengadopsi sebuah sistem yang baru. Hal ini wajar dijumpai pada proses adopsi teknologi dan inovasi dalam masyarakat petani di pedesaan. Willingness to join biasanya dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan terhadap manfaat dan pengalaman (melihat proses ganti rugi yang pernah didapatkan).

Fenomena serupa juga terjadi pada program percontohan asuransi padi dimana pemerintah telah memberikan subsidi hingga hampir 80 persen atas premi yang seharusnya dibayarkan oleh petani. Kesiediaan untuk bergabung dan membayar premi asuransi memerlukan proses sosialisasi yang lama. Kaitannya dengan budidaya nilam, hasil wawancara menunjukkan bahwa kesiediaan membayar premi terletak antara 50-100 ribu dengan klaim yang diharapkan berupa penggantian biaya produksi nilam sejumlah 7 juta rupiah.

4. KESIMPULAN

Nilam merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang diperdagangkan di pasar global dan minyak nilam Aceh memiliki kualitas kandungan patchouli alcohol yang sangat baik. Namun bencana banjir menyebabkan kerusakan lahan sehingga sebagian petani nilam memilih menanam nilam dengan cara ladang berpindah di lereng gunung dan perbukitan, dan sebagian lainnya berubah menjadi petani padi.

Lokasi pemukiman dan lahan yang terletak di sekitar daerah aliran sungai menjadikan petani nilam memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap resiko bencana banjir dan longsor. Intensitas frekuensi hazard yang semakin meningkat tanpa diiringi peningkatan kapasitas menjadikan resiko banjir tersebut dirasakan semakin besar oleh petani nilam.

Ketergantungan terhadap pembiayaan bencana yang bersifat ex-post ditambah dengan keterbatasan anggaran yang dimiliki pemerintah, membuat pemerintah harus memfokuskan pada alternatif program rehabilitasi dan rekonstruksi yang dirasa strategis dan tentunya membutuhkan waktu yang cukup lama. Salah satu yang belum tersentuh adalah mekanisme bantuan jangka panjang semisal perbaikan lahan dan pemberian bibit dan sarana produksi pertanian agar petani mampu kembali beraktifitas normal.

Peran pemerintah sangat penting dalam mengurangi resiko bencana yang mungkin akan terjadi di masa depan. Mulai dari pilihan konvensional yang mudah seperti pelarangan penebangan hutan, pengerukan sedimentasi sungai,

pembangunan dam dan tanggu penahan banjir hingga pilihan sulit berupa rencana relokasi pemukiman.

Pilihan lainnya adalah sudah saatnya pemerintah menerapkan kebijakan pembiayaan bencana yang bersifat *ex-ante* seperti asuransi atau resi gudang. Manfaatnya adalah resiko bencana mampu ditransfer pada pihak lain (perusahaan asuransi) serta mengurangi beban anggaran. Meskipun, dalam konteks penerapan asuransi pada budidaya nilam masih sangat tergantung dengan permasalahan *anti-selection* dan *big number*.

Perkembangan yang lebih maju adalah sudah saatnya pemerintah mengkaji penerapan *index based insurance* (misal *weather index*) yang lebih bersifat *parametric* sehingga petani nilam lebih memiliki jaminan kepastian. Dalam *index based insurance*, petani nilam akan mendapatkan ganti rugi walau belum terjadi kerugian akibat bencana selama parameter (indeks) yang menjadi acuan asuransi terpenuhi seperti jumlah curah hujan dan parameter lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dummond, H. M. (1960). Patchouli oil. *Perfumery and Essential Oil Record*, 51, 484-92.
- Indra, Ernawati, Syaifullah Muhammad, Elly Supriadi, dan T. Miftahul Rizki. 2017. Keragaan Usahatani Nilam Di Kecamatan Sampoinet Kabupaten Aceh Jaya. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah 2017*, April 13, 2017, Banda Aceh, Indonesia
- Kostradini, F. (2017). Pengaruh Efikasi Diri Terhadap Kinerja Organisasi Kelurahan Se-Kota Banjar (Doctoral dissertation, UNPAS).
- Mardiningsih, T. L., Tobing, S. L., & Rusli, S. (1995). Patchouli oil products as insects repellent. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri (Indonesia)*.
- Melati, M., & Rusmin, D. (2008). Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Mutu Dan Pertumbuhan Setek Nilam Berakar (*Pogostemon Cablin Benth*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 14(1), 1-6.
- Nurmanaf, A. R., Sumaryanto, S., & Ening Ariningsih, Y. S. (2007). Analisis Kelayakan dan Perspektif Pengembangan Asuransi Pertanian pada Usahatani Padi dan Sapi Potong. Laporan Tengah Tahun. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor.

ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT RESILIENSI ANTARA PETANI DAN PEDAGANG : STUDI KASUS PASCA GEMPABUMI PIDIE JAYA

Dedi Kurniawan¹, Nadlia Ariyati², Agus Nugroho^{1,3}

¹Agribusiness Department, Agriculture Faculty, Syiah Kuala University, Banda Aceh, 23111, Indonesia

²Islamic Economics and Business Faculty. Ar Raniry Islamic State University. Banda Aceh.

³Tsunami and Disaster Mitigation Research Center (TDMRC), Syiah Kuala University, e-mail: nugroho@tdmrc.org

ABSTRAK

Dampak gempa di Pidie Jaya tidak hanya berupa kehilangan nyawa, rusaknya infrastruktur, tetapi juga kerugian pada sektor ekonomi dan sosial. Sektor perdagangan dan pertanian merupakan dua sektor yang terdampak besar pasca gempa tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat resiliensi antara pedagang dan petani pasca gempa bumi di kabupaten Pidie Jaya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penghasilan pedagang mengalami penurunan sekitar 50 persen dari pendapatan sebelum gempa. Sedangkan dampak ekonomi yang dirasakan oleh petani adalah berkurangnya hasil panen akibat tidak dilakukan perawatan tanaman karena rasa trauma. Pedagang memiliki kecepatan waktu sembuh dibandingkan dengan petani. Petani cenderung lebih memilih pekerjaan lain sebagai mekanisme bertahan hidup selama tahap rehabilitasi dan rekonstruksi. Tidak terdapat perubahan mata pencaharian pada pedagang. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pedagang memiliki tingkat resiliensi yang lebih tinggi di bandingkan dengan petani.

Katakunci : gempabumi, pedagang, petani, resiliensi, pidie jaya.

ABSTRACT

The impacts of the Pidie Jaya earthquake in 2016 not only resulted in casualties and damaged infrastructure but also loss in economic and social sectors. Trades and agriculture sectors were two sectors that were significantly affected after the earthquake. This study aims to compare the level of resilience between traders and farmers after the earthquake in Pidie Jaya District. The results of this study indicate that the income of traders has decreased about 50 percent of comparing to the situation before the earthquake. While farmers experienced reduction of production due to abandoned farmings. The speed of recovery period of traders was faster than the farmers'. Farmers tend to apply another jobs as survival mechanisms during the rehabilitation and reconstruction phase while there was no change of livelihood on traders. The results of this study also indicate that traders have a higher level of resilience.

Keywords : earthquake, trader, farmer, resilience, pidie jaya.

1. PENDAHULUAN

Aceh merupakan salah satu provinsi yang rawan bencana gempa bumi. Salah satunya adalah gempa bumi yang terjadi di kabupaten Pidie Jaya pada tanggal 7 Desember 2016 dengan kekuatan 6.5 Mw. Epicenter gempa diperkirakan berada di 5.2810N dan 96.1080E dengan kedalaman sekitar 8.7 km. Gempa tersebut dirasakan hingga ke Banda Aceh, Medan, dan beberapa kota lainnya (BNPB, 2016).

Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), kerusakan yang diakibatkan gempa ini cukup besar dan tersebar di 3 kabupaten yaitu, Pidie Jaya, Pidie dan Bireun. Kerusakan yang terjadi diantaranya rumah, bangunan sekolah, fasilitas peribadatan (mesjid atau meunasah), gedung pemerintahan, fasilitas kesehatan, dan pasar. Jumlah korban jiwa tercatat 103 meninggal dunia, 267 luka berat dan 127 luka ringan. (BNPB, 2016)

Gempa bumi juga memberi dampak pada sosial dan ekonomi masyarakat baik dampak secara langsung dan tidak langsung seperti gangguan kesehatan dan kestabilan mental serta emosi, kehilangan mata pencaharian, gangguan aktifitas pendidikan dan lain-lain yang dinilai sepadan atau lebih berarti dibandingkan dengan dampak kerusakan bangunan. Nilai kerusakan yang bersifat langsung mungkin dapat segera dihitung dan dilanjutkan dengan rehabilitasi dan rekonstruksi dengan segera. Namun dampak tidak langsung membutuhkan penanganan lebih khusus dan memperhitungkan aspek keberlanjutan dari sisi waktu. Oleh karena itu, perlu dikaji lebih lanjut program rehabilitasi dan recovery paska gempa yang cocok dan memberikan dampak kestabilan jangka panjang terhadap korban secara menyeluruh dari aspek ekonomi, sosial, lingkungan, kesehatan, pendidikan dan lainnya.

Perdagangan dan pertanian merupakan dua sektor yang menjadi sektor utama penggerak ekonomi Kabupaten Pidie Jaya. Sehingga, jumlah penduduk yang berprofesi sebagai petani dan pedagang lebih besar dibandingkan jumlah penduduk dengan profesi lainnya. Pedagang di Pidie Jaya rata-rata beraktifitas di pusat perdagangan seperti pasar, ruko dan kios tradisional. Sedangkan petani rata-rata adalah petani padi dan palawija. Pidie Jaya merupakan salah satu daerah utama penghasil padi, jagung, semangka dan cabe sebagai sumber pasokan di provinsi Aceh.

Gempabumi 7 Desember 2016 membuat beberapa bangunan utama di beberapa pasar induk mengalami rusak berat. Bangunan yang roboh atau rusak berat ditemukan antara lain di Pasar Meureudu, Ulee Glee, Trieng Gading. Akibatnya, aktifitas ekonomi pelaku usaha di ketiga lokasi tersebut terhenti untuk beberapa waktu. Di sektor pertanian, kerusakan fisik tidak terlihat dominan. Namun, trauma yang dialami oleh petani menyebabkan petani menghentikan aktifitas penanaman. Oleh karena itu, baik petani maupun pedagang sama-sama mengalami penurunan kesejahteraan yang disebabkan hilangnya mata pencaharian akibat gempa.

Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat resiliensi antara pedagang dan petani pasca gempa bumi di kabupaten Pidie Jaya. Penelitian terkait identifikasi dan proses recovery terkait aktifitas pedagang di Nepal pernah dilakukan oleh Chatterjee et, al (2018) dan Chatterjee and Okazaki (2018). Pertama penelitian ini akan mengidentifikasi tingkat kerentanan dan kerugian yang di alami oleh petani dan pedagang. Kedua, penelitian ini akan mengidentifikasi rerata waktu yang dibutuhkan oleh petani dan pedagang untuk bisa beraktifitas normal. Selanjutnya, mekanisme pilihan bertahan hidup selama masa tanggap darurat juga akan diidentifikasi. Pemahaman terhadap karakteristik yang dimiliki dan respon oleh petani dan pedagang terhadap gempabumi merupakan fungsi penting untuk memperkuat resiliensi di dalam masyarakat (Chatterjee and Okazaki, 2018).

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di kabupaten Pidie Jaya. Pengamatan dan wawancara menggunakan kuesioner dilakukan di 3 pasar yaitu Pasar Triengadeng, Meureudu, dan Pasar Ule Gle serta beberapa lokasi pertanian. Waktu penelitian dilakukan pada saat masa tanggap darurat dan periode tertentu (bulan pertama, bulan ketiga, bulan keenam dan satu tahun pasca gempa). Objek penelitian ini adalah petani dan pedagang dengan ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada resiliensi petani dan pedagang terhadap dampak gempa bumi di Pidie Jaya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Dampak Gempa Terhadap Perekonomian Pedagang dan Petani

Dampak gempa sangat berpengaruh pada perekonomian masyarakat pada umumnya dan petani serta pedagang pada khususnya. Pada hari terjadinya gempa, bangunan pertokoan di ketiga pasar induk (Trieng Gadeng, Meureudu, Ule Gle) mengalami rusak parah. Beberapa masih dapat bertahan, namun sebagian besar roboh. Kerugian yang dialami pedagang bervariasi dari barang dagangan yang diperjualbelikan seperti telur, botol, rak kaca hingga kerusakan total bangunan. Rata-rata kerugian yang dialami oleh pedagang akibat kerusakan dagangan tersebut berkisar 5 juta rupiah.

Kerugian lainnya adalah hilangnya transaksi (*opportunity cost*) yang berkisar 2 juta/hari untuk pedagang kecil dan 5 juta untuk pedagang besar/hari. Dampak gempa menyebabkan penurunan pendapat per hari hingga 50 %. Turunnya pendapatan yang di alami pedagang besar dan kecil diperparah dengan berpindahnya konsumen ke pedagang kecil di sekitar desa yang muncul pasca gempa. Konsumen lebih memilih untuk membeli di lokasi terdekat disebabkan oleh trauma.

Kerugian yang dialami petani lebih bersifat non fisik sebab tidak banyak lahan sawah atau infrastruktur pertanian yang rusak akibat gempa. Namun, saat wawancara didapatkan informasi bahwa beberapa lahan mengalami gagal panen

akibat tidak dilakukan perawatan terhadap tanaman padi yang ditanam. faktor utamanya adalah trauma yang dialami oleh petani untuk beraktifitas ke lahan pertanian. petani engga pergi kesawah karena khawatir akan terjadi gempa susulan. saat observasi juga ditemukan fenomena hilangnya pasokan pupuk dilokasi penelitian, akibatnya beberapa lahan yang sudah ditanami bibit padi terancam gagal. Meskipun fenomena hilangnya pupuk atau keterlambatan peredaran pupuk ini hampir terjadi di setiap awal musim tanam, Kondisi tersebut semakin menurunkan minat petani untuk kembali ke sawah.

3.2 *Idle Period* Pasca Bencana

Sektor pertanian membutuhkan waktu yang lama untuk kembali normal disebabkan oleh banyaknya faktor yang mempengaruhi antara lain, kesesuaian iklim, ketersediaan bibit dan pupuk, ketersediaan modal, dan tenaga kerja. Jika salah faktor tersebut tidak terpenuhi maka di pastikan petani tidak akan mampu melakukan aktifitas budidaya. Demikian halnya jika terjadi penurunan fungsi dan kesuburan lahan (Kanno, 2017). Dari hasil wawancara menunjukkan bahwa petani membutuhkan waktu sekitar 6 hingga 12 bulan untuk kembali ke lahan pertanian. Salah satu faktor utamanya adalah trauma pasca gempa. Dampaknya ketersediaan tenaga kerja pada sektor pertanian mengalami kekurangan. Meskipun demikian, petani masih mampu bertahan hidup karena masih memiliki cadangan beras dari hasil panen sebelumnya.

Berbeda dengan kondisi yang dialami petani, pedagang hanya membutuhkan waktu sekitar 2 minggu hingga 4 minggu. Bahkan pada pedagang makanan (warung makan), hari H+1 mereka sudah kembali membuka kembali warungnya dan berjualan seperti sedia kala. Keramaian akibat datangnya personil kemanusiaan dari berbagai daerah merupakan daya tarik bagi pedagang untuk berjualan makanan. Pedagang yang mengalami rusak ringan pada bangunan tokonya memilih untuk tetap bertransaksi di lokasi yang sama. Namun pada pedagang yang mengalami kerusakan total pada bangunannya, mereka memilih untuk menjual dagangannya dengan cara memasang tenda sementara hingga toko mereka diperbaiki kembali.

3.3 Mekanisme Bertahan Hidup Pasca Gempa.

Selama masa tanggap darurat, petani dan pedagang melakukan beberapa cara untuk bertahan hidup antara lain: (1) mengharapakan bantuan dari pemerintah; (2) tinggal dengan keluarga dan saudara dekat; (3) menggunakan simpanan harta benda yang dimiliki; (4) beralih ke mata pencaharian lainnya.

Pada umumnya, petani mengantungkan hidupnya pada bantuan pemerintahan dan menggunakan cadangan beras yang telah disimpan dari hasil panen sebelumnya. Selama masa transisi hingga rehabilitasi dan rekonstruksi, kebutuhan tenaga kerja bangunan meningkat tajam. Oleh karena itu, banyak petani beralih profesi menjadi buruh bangunan dan mendapatkan penghasilan dari profesi

tersebut. Fenomena ini juga pernah diteliti oleh DiCarlo *et, al* (2018) pada kasus gempa di Nepal. Ditambah lagi, trauma yang dialami oleh petani serta kebutuhan yang sangat kompleks untuk memulai aktivitas pertanian membuat petani memilih menjadi buruh bangunan dan profesi lainnya.

Pedagang lebih mengharapkan adanya bantuan berupa dana sebagai modal awal atau uang perbaikan toko dan kios mereka. Hampir tidak ditemukan perubahan profesi yang terjadi pada pedagang seperti yang dijumpai pada petani.

3.4 Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Ketahanan Pada Petani dan Pedagang

Gempabumi di Pidie Jaya sama-sama memberikan dampak kepada pedagang dan petani. Namun, terdapat indikasi bahwa tingkat ketahanan yang dimiliki oleh pedagang berbeda dengan ketahanan yang dimiliki oleh petani. Salah satu indikasinya adalah kecepatan waktu pulih untuk beraktifitas normal seperti sedia kala.

Pedagang secara mental terbiasa dengan aktifitas untung rugi setiap harinya. Sehingga, saat pedagang mengalami kerugian (misal akibat bencana), motivasi untuk mencari untung di kesempatan lainnya dengan cepat muncul dari dalam dirinya. Terlebih lagi, berdagang merupakan satu-satunya aktifitas pilihan mereka. Sehingga semakin lama pedagang tidak melakukan transaksi perdagangan, tingkat kerugian yang akan dialaminya akan semakin tinggi (sewa toko, produk kadaluarsa). Walaupun di banyak kejadian, pedagang sering mengalami ketidakadilan akibat berkurangnya ruang berdagang (Firdaus and Zusmelia, 2016)

Petani terbiasa dengan aktifitas yang berselang atau memiliki periode tertentu misal musim tanam hingga panen. Biasanya petani mencari pekerjaan lain sembari menunggu masa panen. Dampak gempa sangat mempengaruhi kondisi mental dan ekonomi petani, khususnya pada petani yang menggantungkan penghasilan sepenuhnya dari sektor pertanian dan tidak memiliki keahlian di bidang lainnya. Meskipun petani memiliki cadangan beras untuk kebutuhan sehari-hari, namun penghasilan petani masih relatif rentan akibat kehilangan mata pencaharian sebagai dampak bencana

4. KESIMPULAN

Dampak gempabumi Pidie Jaya 2016 tidak hanya menyebabkan kehilangan jiwa dan kerusakan bangunan, namun juga menurunkan tingkat kesejahteraan masyarakat akibat hilangnya sumber penghasilan untuk sementara. Salah satu sektor yang terdampak berat adalah sektor perdagangan dan pertanian.

Dampak ekonomi yang dialami oleh pedagang adalah adanya penurunan penghasilan hingga 50 persen dibandingkan saat sebelum terjadinya gempa. Sedangkan dampak ekonomi yang dirasakan oleh petani adalah berkurangnya hasil panen akibat tidak dilakukan perawatan tanaman karena rasa trauma.

Secara umum, pedagang memiliki waktu sembuh lebih cepat dibandingkan dengan petani. Petani umumnya bergantung pada banyak faktor alam dan modal serta tenaga kerja untuk bisa memulai kembali aktifitas pertaniannya. Ketergantungan semacam ini tidak dijumpai oleh pedagang. Dengan kata lain, pedagang mampu melakukan aktifitas perdagangan dengan sisa-sisa barang dagangan yang ada dalam kurun waktu setelah gempa.

Terdapat perbedaan mekanisme bertahan hidup antara pedagang dengan petani. Petani cenderung beralih ke pekerjaan lainnya semisal menjadi buruh bangunan untuk mendapatkan penghasilan. Sedangkan pedagang lebih memilih untuk tetap pada profesi yang sama pasca gempa.

Banyak faktor yang mempengaruhi perbedaan tingkat ketahanan (*resiliensi*) yang dimiliki oleh petani dan pedagang. Secara umum, terdapat indikasi bahwa pedagang lebih resilien dibandingkan dengan petani.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chatterjee, R., Okazaki, K., & Shaw, R. (2018). Understanding recovery process of small-and medium-scale enterprises after 2015 Nepal earthquake and impact on resilience building. *In Science and Technology in Disaster Risk Reduction in Asia* (pp. 253-272).
- Chatterjee, R., & Okazaki, K. (2018). Household Livelihood Recovery after 2015 Nepal Earthquake in Informal Economy: Case Study of Shop Owners in Bungamati. *Procedia Engineering*, 212, 543-550.
- DiCarlo, J., Epstein, K., Marsh, R., & Måren, I. (2018). Post-disaster agricultural transitions in Nepal. *Ambio*, 1-12.
- Kanno, H. (2018). Impact of the 2011 Tohoku-oki Earthquake Tsunami on Cultivated Soil in Miyagi Prefecture, Northeastern Japan: An Overview. *In The 2011 Japan Earthquake and Tsunami: Reconstruction and Restoration* (pp. 341-354).
- Zusmelia, Z., & Firdaus, F. (2016). Dinamika Ruang Ekonomi Tradisional di Kota Padang (Studi Perubahan Penggunaan Ruang Ekonomi Tradisional di Pasar Raya Padang Pasca Bencana 2009). *Turast: Jurnal Penelitian dan Pengabdian (e-Journal)*, 3(2), 181-198.

Psikologi, Media dan Bencana Aviasi

Margaretha

Fakultas Psikologi Universitas Airlangga
margaretha@psikologi.unair.ac.id

ABSTRACT

*On **December 28, 2014**, the disaster QZ 8501 became the starting point of the traumatic experience of the family of the passengers. An aviation disaster had caused families to be separated from their loved ones forever. After the disaster, some families are still struggling to process grief and wait for news to be reunited with the remains of their family. News is something to wait for, not just for the family but also for the society. In early 2015, Indonesia was bombarded by the media-hype over the disaster of QZ 8501, intensively and continuously. The Indonesian Psychological Association (HIMPSI) was involved in this humanitarian mission, such that, in providing psychological services to people affected by this aviation disaster, and also played a role in providing psycho-education to the media and society at large. This paper discusses the psychological perspectives in the relationship between aviation, human media and human psychology.*

Keywords : psychology, aviation disaster, media

ABSTRAK

Pada 28 Desember 2014, hilangnya flight QZ 8501 menjadi titik awal pengalaman keluarga penumpang menghadapi bencana. Bencana kecelakaan pesawat yang menyebabkan keluarga terpisah dari orang-orang yang dikasihi selamanya. Setelah bencana, sebagian keluarga masih berjuang memproses duka dan menunggu berita apakah bertemu kembali dengan jenazah keluarganya. Berita menjadi sesuatu yang ditunggu, bukan hanya keluarga namun juga masyarakat. Di awal tahun 2015, Indonesia menyaksikan pemberitaan peristiwa bencana QZ 8501 berkembang meluas, intensif dan terus-menerus. Himpunan Psikologi Indonesia (HIMPSI) terlibat dalam misi kemanusiaan ini, baik dalam memberikan layanan psikologis pada orang-orang yang terdampak dari bencana penerbangan ini, namun juga berperan dalam memberikan psikoedukasi bagi media dan masyarakat secara luas. Tulisan ini akan mengulas perspektif psikologi dalam dalam hubungan antara bencana aviasi, media dan psikologi manusia.

Kata kunci : psikologi, bencana aviasi, media

1. PSIKOLOGI DUKA DAN KECELAKAAN AVIASI

Berpisah dengan orang yang dikasihi akan menciptakan duka besar bagi keluarga. Duka muncul dalam bentuk tangis, sedih dan reaksi emosional. Hal-hal ini adalah reaksi wajar manusia ketika berhadapan dengan berita kematian. Dalam satu waktu hidup manusia, seseorang akan menghadapi kematian orang yang dikasihinya; maka dapat disimpulkan bahwa reaksi duka adalah suatu peristiwa alamiah. Terlebih lagi dalam peristiwa kecelakaan penerbangan (kecelakaan aviasi)

QZ 8501, dimana berita duka terjadi sangat tiba-tiba, duka luar biasa merupakan reaksi normal dalam situasi tidak normal (normal reaction in abnormal situation).

Ketika menghadapi berita kematian orang yang dikasihi, manusia umumnya mengalami lima tahap duka (grief), yaitu: penyangkalan, kemarahan, tawar-menawar, depresi, dan diakhiri dengan penerimaan (Kubler-Ross, 1969). Penyangkalan ditandai dengan munculnya reaksi yang menunjukkan kesulitan keluarga menerima berita duka, bahkan sebagian menolak mempercayainya. Lalu diikuti tahap dengan munculnya reaksi kemarahan, biasanya mulai muncul pertanyaan seperti: "mengapa keluarga saya?", "mengapa Tuhan membiarkan ini semua terjadi?". Pada fase ini, keluarga akan agak sulit dibantu karena reaksi mereka akan sering memproyeksikan kemarahan pada orang-orang terdekat di sekelilingnya. Fase ketiga muncul tawar-menawar, dimana keluarga berusaha menghindari atau meniadakan perasaan sedih yang melandanya dengan cara melakukan negosiasi. Misalkan muncul pemikiran, "jika saya berdoa keras mungkin Tuhan akan memberikan mukjizat", namun akhirnya keluarga harus kembali menghadapi dukanya karena penawaran tidak memberikan solusi atas kehilangannya. Fase ke-empat adalah depresi, dimana keluarga menyadari bahwa kematian tidak dapat ditawar dan dihindari lagi, maka seakan-akan semua usahanya gagal. Muncul perasaan tidak berdaya menghadapi berita kehilangan. Kadang disertai dengan usaha menyendiri, tidak mau menikmati hidup, lebih banyak sedih, menyesal dan menangis. Perlu dipahami bahwa respon emosional dalam fase ini adalah alamiah, bahkan sering akan diikuti dengan fase terakhir, yaitu penerimaan. Dalam penerimaan, keluarga menerima perpisahan yang disertai dengan perasaan tenang, misalkan muncul ide, "walaupun dia pergi, namun semua akan baik-baik saja." Fase penerimaan biasanya menjadi tanda penyelesaian duka secara alamiah. Masing-masing individu mencapai fase ini secara unik, ada yang lebih cepat, adapula yang membutuhkan waktu lebih lama. Pendampingan psikologis dibutuhkan dalam mendampingi individu berproses dengan emosi yang dialaminya hingga mengarahkannya mencapai penerimaan.

Namun, Butcher & Hatcher (1988) menjelaskan bahwa duka kehilangan keluarga dalam peristiwa kecelakaan pesawat memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan kehilangan karena sebab lain, yaitu:

1. peristiwa kecelakaan pesawat sangat tiba-tiba sehingga tidak memberikan kesempatan keluarga untuk menyiapkan diri menghadapi kehilangan. Kebanyakan penumpang dalam masa produktif, maka kehilangan menjadi pukulan berat bagi kelangsungan hidup keluarga.
2. Kecelakaan pesawat biasanya cukup parah karena berkaitan dengan kerusakan baik bagian tubuh dan harta-benda penumpang. Akibatnya keluarga yang ditinggalkan mengalami shock dan kewalahan secara psikis.
3. Kecelakaan pesawat dapat mengakibatkan efek trauma yang meluas, bukan hanya bagi penumpang tapi bagi orang-orang yang melihatnya. Biasanya

penumpang berasal dari berbagai daerah, maka mudah bagi komunitas asal penumpang untuk turut merasakan duka karena merasa mengalami kehilangan. Begitupula dengan pekerja dalam maskapai penerbangan yang mengalami kecelakaan. Dan saat ini, media menyebarkan berita sehingga penerima berita pun dapat merasakan kesedihan.

4. Kecelakaan pesawat bukan seperti bencana alam, dimana atribusi diletakkan pada alam; namun sering juga dikaitkan dengan kesalahan manusia (human error). Akibatnya dapat muncul kemarahan dan menuntut pertanggungjawaban, hal-hal ini dapat memperpanjang masa duka dan penyesuaian keluarga pasca-kecelakaan.

Maka dapat dipahami bahwa keluarga penumpang QZ 8501 dapat mengalami proses duka yang berbeda. Proses pencarian yang memakan waktu lama dialami sebagian keluarga penumpang; hal ini dapat menyebabkan proses duka berkepanjangan. Dalam proses pencarian, bagi keluarga penumpang dapat muncul harapan, kesedihan, penolakan dan kemarahan dan juga cemas menunggu kabar yang tidak jelas. Namun walaupun begitu, keluarga yang ditinggalkan tetap dapat melanjutkan proses duka hingga pada fase penerimaan dan melanjutkan hidup. Dukungan terbaik yang dapat dilakukan oleh orang-orang di sekeliling mereka adalah memberikan kesempatan bagi keluarga untuk berduka secara alamiah. Namun, perlu dipahami jika keluarga tampak kewalahan mengelola duka mereka, maka bantuan perawatan psikologis oleh profesional dalam bidang Kesehatan Mental (professional mental health) dapat diberikan.

2. LAYANAN PSIKOLOGIS YANG DILAKUKAN DALAM KECELAKAAN AVIASI

Relawan HIMPSI memberikan layanan psikologis bagi keluarga penumpang Airasia QZ 8501. Sejak Minggu, 28 Desember 2014, puluhan psikologi dan relawan psikologi telah memberikan pendampingan dan layanan psikologis bagi pada keluarga penumpang. Posko Bantuan Psikologi HIMPSI berkoordinasi dengan seluruh unit yang memberikan layanan kesehatan, seperti Dinas Kesehatan Propinsi Jatim, BIDDOKES Polda Jatim, KKP, dan lembaga lainnya. Posko Bantuan Psikologi HIMPSI terletak satu lokasi dengan Pemeriksaan Ante-Mortem di Airport Juanda (sebelum pindah ke Polda Jatim). Posko Bantuan Psikologi HIMPSI diselenggarakan dengan kordinator HIMPSI Wilayah Jatim bekerjasama dengan Dinas Psikologi Angkatan Laut, Bagian Psikologi Polda Jatim, Fakultas Psikologi di Surabaya (UNAIR, Ubaya, Untag, UWM, UHT, UMG), dan RSJ Menur. Dengan koordinasi utama HIMPSI Jatim, tim juga dibantu oleh ahli Trauma Healing dan Psikologi Penerbangan dari HIMPSI.

Dalam bencana aviasi QZ 8501, HIMPSI memberikan Layanan Psikologis Pertama (Psychological First Aids; PFA) bagi keluarga penumpang. Layanan psikologis adalah respon manusiawi yang diberikan bagi individu atau kelompok manusia yang mengalami musibah/bencana dan mungkin membutuhkan bantuan (World

Health Organization, 2011). Beberapa bentuk layanan yang dapat diberikan pada korban bencana adalah:

1. memberikan bantuan praktis dan dukungan yang tidak
2. menilai kebutuhan dan perhatian
3. membantu pemenuhan kebutuhan dasar (makanan, minuman, informasi)
4. mendengarkan, tapi tidak memaksa mereka untuk bicara
5. mendukung perasaan aman dan membantu untuk dapat tenang
6. membantu agar dapat mengakses layanan informasi, layanan fisik dan dukungan sosial
7. menjaga agar tidak mengalami luka/masalah lebih lanjut

Layanan psikologis pertama diberikan oleh sukarelawan psikologi yang telah mendapatkan latihan dasar. Bahkan dalam perjalanan pemberian layanan, HIMPSI memberikan pembekalan layanan psikologis pertama bagi sukarelawan psikologi yang terlibat dalam bencana QZ 8501.

Perlu dipahami, layanan psikologis pertama bukanlah psychological debriefing yang bertujuan untuk mencegah terjadinya stress setelah trauma (Post-Traumatic Stress Disorder) dengan cara membicarakan trauma dan cara-cara yang dapat mereka lakukan untuk mengelola traumanya. Namun beberapa penelitian terakhir menemukan bahwa psychological debriefing tidak memberikan efek yang signifikan dalam penanganan trauma (Lilienfeld, 2007).

Maka dalam bencana aviasi QZ 8501, HIMPSI memilih memberikan layanan layanan psikologis pertama yang tidak fokus pada membicarakan duka keluarga, namun lebih mengarahkan layanan agar keluarga yang ditinggalkan menjadi lebih tenang dan mampu melampaui proses dukanya secara alamiah. Secara umum, pemberian layanan psikologis pertama yang dilakukan dalam bencana aviasi QZ 8501 dilakukan dalam 3 tahap.

1. Stabilitas, dimana individu diarahkan untuk mampu mengelola kestabilan emosinya. Jika individu sangat sedih hingga emosi meluap-luap maka akan dibantu untuk menurunkan emosinya, sebaliknya jika individu sangat sedih hingga menjadi pasif dan tidak berdaya, maka akan dibantu untuk menaikkan semangatnya.
2. Rekonstruksi, dimana individu dibantu untuk menyusun baru harapan dalam hidupnya. Perlu dipahami bahwa kehilangan anggota keluarga berakibat perubahan dalam hidup seseorang, maka bisa terjadi perubahan harapan, misalkan: kehilangan ayah artinya perlu merencanakan siapa yang akan menjadi tulang punggung keluarga atau kehilangan anak akan merubah pengasuhan anak di keluarga. Namun perencanaan hanya bisa optimal jika individu telah mencapai penerimaan (acceptance). Psikolog akan membantu individu untuk mencapai penerimaan agar bisa melakukan perencanaan dan melanjutkan hidup.
3. Reintegrasi, dimana individu akan dibantu untuk dapat masuk, menyesuaikan diri dan melanjutkan aktivitas dalam hidup barunya. Melanjutkan hidup bagi

keluarga yang ditinggalkan dapat menjadi suatu hal yang berat jika tidak disokong oleh dukungan sosial. Keluarga yang ditinggalkan mungkin pada satu waktu merasa kangen atau sedih atas kehilangannya, maka peran orang-orang di sekelilingnyalah yang perlu memberikan penghiburan, dukungan dan semangat bagi keluarga yang ditinggalkan untuk terus melanjutkan hidupnya.

Pada fase awal, layanan psikologis yang banyak diberikan sukarelawan psikologi di Crisis Center fokus dalam menyediakan stabilisasi emosi, terutama ketika keluarga mengalami kesedihan mendalam ketika mendengar peristiwa kecelakaan. Pada keluarga yang telah mencapai emosi yang lebih stabil, maka sukarelawan psikologi mendampingi dalam proses pemberian informasi Ante-mortem untuk pencarian jenazah ke Tim Disaster Victim Identification (DVI) hingga identifikasi Post-mortem dan pemulangan jenazah kepada keluarga. HIMPSI juga memberikan penanganan psikologis lebih intensif bagi keluarga yang membutuhkan. Dan selanjutnya, sukarelawan bertahap memberikan pendampingan bagi keluarga yang membutuhkan untuk berproses dalam fase rekonstruksi dan reintegrasi.

3. PEMBERITAAN BENCANA DAN MEDIA-HYP

Sejak hari pertama dinyatakan hilang, berbagai media meliput pemberitaan bencana QZ 8501. Media elektronik (televisi, radio), media cetak, dan internet dibanjiri dengan berbagai berita mengenai QZ 8501. Up-date informasi yang dilakukan juga sangat sering, pemberitaan diulang-ulang, bahkan dengan durasi panjang. Masyarakat menyaksikan bencana yang diikuti dengan gelombang pemberitaan besar, sebuah media-hype. Media-hype adalah gulir gerak media dimana pemberitaan diperkuat karena terus-menerus melahirkan berita-berita baru. Dalam media-hype, berita bencana QZ 8501 terus bergulir dari peristiwa hilangnya pesawat, penemuan puing dan korban, hingga mengenai reaksi duka keluarga, analisis pakar, reaksi masyarakat atas peristiwa ini, dan berbagai liputan lainnya. Belum lagi, di sosial-media masyarakat saling mencari dan berbagi pemberitaan, re-sharing dan re-posting, sehingga pemberitaan bencana QZ 8501 menjadi semakin meluas. Hal-hal ini seakan menegaskan betapa pentingnya berita ini bagi masyarakat. Dalam pusaran media-hype, fokus media pada bencana seperti tidak terkendali hingga beberapa minggu. Masyarakat seakan-akan terkunci dalam pemberitaan bencana, dengan sorotan utama keluarga yang sedang berduka.

Bagi masyarakat pada umumnya, berita bencana QZ 8501 adalah informasi menarik. Orang-orang saling berbagi cerita dengan intens tentang bencana QZ 8501 di media. Di berbagai media sosial menjadi topik pembicaraan hangat yang terus menyedot perhatian banyak orang, akibatnya pemberitaan bencana QZ 8501 diproduksi terus menerus. Ada beberapa orang yang tidak terkena dampak namun tertarik pada berita bencana; mereka merasa terlibat dalam fenomena ini dengan cara menggali berita terus-menerus, berbagi cerita dalam media sosial dan akhirnya menjadi lebih haus akan informasi agar terus up-to-date. Pada sebagian

orang, berita bencana menghentak mereka dan membuat mereka ingin membantu dan berbagi perasaan melalui media dan karya.

Sayangnya, pemberitaan intensif tidak selalu dilakukan memberikan layanan informasi sesuai dengan kebutuhan keluarga korban bencana. Dalam bencana QZ 8501, beberapa berita disampaikan oleh media secara tidak etis. Pada hari ketiga kecelakaan QZ 8501, media di Indonesia menampilkan foto korban yang berada di laut tanpa usaha edit atas azas kemanusiaan dan empati bagi keluarga penumpang yang ditinggalkan (Haq & Surya, 2014). Pemunculan visual kondisi korban yang tanpa disamarkan, tambah memukul keluarga penumpang di tengah duka mereka. Melihat kondisi korban bencana membuat ngeri karena sebagian keluarga membayangkan rasa sakit dan sedih yang dialami keluarga yang dikasihinya tersebut menjelang kecelakaan itu merenggut nyawanya.

Media-hype juga melahirkan kehausan informasi yang berlebihan. Beberapa media mencari berita secara kurang empatik, misalkan: mengambil gambar dekat tepat di wajah orang yang sedang berduka bahkan sering tanpa ijin pihak yang diambil gambarnya. Liputan berita juga sering dilakukan tanpa pertimbangan kemanusiaan, seperti: memaksa wawancara bahkan pada saat keluarga penumpang sedang berduka atau dalam keadaan terpukul. Akhirnya, beberapa media lokal yang cukup sering bertindak kurang empatik akhirnya mendapat teguran oleh Komisi Penyiaran Indonesia serta kritik dari masyarakat umum (Nistanto, 2014).

Secara umum, media-hype bencana QZ 8501 memberikan pengaruh baik positif dan negatif. Kontribusi positif pertama adalah dalam aspek informatif, dimana keluarga juga menantikan berita atau informasi dari Badan SAR Nasional (BASARNAS) dalam upayanya mencari pesawat dalam rangka menjelaskan apa yang terjadi. Dengan berita, keluarga juga dapat melakukan antisipasi dan perencanaan apa yang harus dilakukan untuk menghadapi musibah ini. Kedua, berita dapat menyebar kesadaran akan kejadian, yang juga dapat membangun kepekaan dan empati. Ketiga, pemberitaan bencana juga terjadi proses edukasi, dimana masyarakat belajar bahwa proses pencarian dan penyelamatan bagian pesawat membutuhkan kerjasama berbagai bidang.

Akan tetapi, pengaruh negatif juga muncul. Pertama, pemberitaan juga dapat menimbulkan korban sekunder. Media-hype dapat mendistorsi pikiran penerimanya karena menyebarkan kecemasan dan kesedihan bagi yang menerima berita walaupun tidak memiliki hubungan dengan musibah sama sekali. Pemaparan berita bencana QZ 8501 berulang-ulang dapat menjadi bagian hidup sehari-hari dan bahkan dapat berkembang membuat kecemasan dan panik berlebihan, seperti: orang mulai cemas naik pesawat terbang. Kedua, berita dapat mengalihkan perhatian individu dari hal-hal lain dalam hidup yang juga penting diperhatikan. Sebagian orang menerima mentah-mentah penjelasan media dan menganggap sebagai bagian kenyataan tanpa sikap kritis.

4. PERAN PSIKOLOGI DALAM PELIPUTAN BENCANA

Dalam media-hype ini HIMPSI mengambil peran dalam memberikan psikoedukasi bagi masyarakat dan media, terutama dalam memberikan masukan peliputan yang lebih etis dan empatik dalam situasi bencana. HIMPSI menyarankan agar:

1. Media dan masyarakat memberikan kesempatan berduka bagi keluarga penumpang. Dalam hal ini, artinya media dan masyarakat berusaha untuk tidak terus-menerus mengeksploitasi berita kedukaan keluarga, dan tidak memaksa melakukan wawancara atau mengambil gambar ketika keluarga berduka. Dalam kehidupan sehari-hari, sering orang-orang di sekitar keluarga penumpang ingin bertanya tentang kejadian bencana. Namun perlu dipahami bahwa pertanyaan ini dapat menjadi beban bagi keluarga. Dalam satu hari keluarga penumpang bisa ditanya oleh banyak orang dan berbagai media; akhirnya mereka kewalahan karena seperti dipaksa mengulang cerita sedih terus-menerus. Luka dan kesedihan yang diulang-ulang bukan memberikan kelegaan namun malah dapat memperburuk keadaan psikologis keluarga yang ditinggalkan dan menghambat mereka melampaui proses duka.

2. Media disarankan untuk mengupas sisi lain dari bencana aviasi QZ 8501 bukan hanya eksploitasi kesedihan keluarga penumpang yang ditinggalkan. Media dapat mengupas cerita-cerita menggugah kemanusiaan yang dilakukan berbagai sukarelawan dalam konteks bencana, misalkan: sukarelawan pencari puing pesawat dan jenazah yang bekerja keras dan menanggung lelah berminggu-minggu di laut. Ada pula cerita inspiratif tentang bagaimana sukarelawan dari berbagai suku, agama dan ras dapat bekerjasama dari proses pencarian, pendampingan, layanan sosial, pemberian dukungan fisik dan keamanan bagi keluarga penumpang selama beberapa minggu. Hal-hal positif ini disarankan untuk diulas oleh media sebagai penyeimbang berita; bahwa dari peristiwa bencana bukan hanya kesedihan yang muncul namun juga upaya kemanusiaan yang tinggi lahir di sana.

3. Menyarankan pada media agar menggunakan kata-kata yang netral dan non-provokatif dalam pemberitaan. Dalam pusaran media-hype beberapa kata-kata dapat dipersepsikan mengganggu atau menyinggung, misalkan: pada saat pencarian badan pesawat beberapa keluarga penumpang keberatan dan marah ketika disebut dengan "keluarga korban"; karena mereka merasa belum tentu keluarganya yang menjadi penumpang adalah korban. Hal ini menunjukkan harapan atas keselamatan penumpang; oleh karena itu media diminta berhati-hati dalam memilih kata yang tidak menyinggung harapan dan perasaan keluarga. Media disarankan menggunakan kata-kata netral dan tidak melakukan model pemberitaan yang tambah menimbulkan kecemasan bagi masyarakat luas.

Selain dari itu, HIMPSI juga memberikan psikoedukasi bagi masyarakat mengenai proses duka, melalui lima tahap duka, yaitu: penyangkalan, kemarahan, tawar-menawar, depresi, dan diakhiri dengan penerimaan (Kubler-Ross, 1969). Dengan

psikoedukasi ini, diharapkan agar masyarakat dapat memahami fenomena duka sebagai peristiwa alamiah serta memahami bagaimana pengaruh duka bagi kehidupan manusia setelah bencana (Sheras, 2005). Dan pada akhirnya, diharapkan informasi ini dapat membantu masyarakat untuk mampu menyusun respon perilaku yang paling tepat bagi orang-orang yang berduka di masyarakat.

Dari hal-hal tersebut, terlihat bahwa HIMPSI memberikan kontribusi dalam pemberdayaan media agar menyalurkan informasi yang stabil dan netral dalam rangka memberikan gambaran yang proporsional mengenai bencana. HIMPSI juga mendukung penyampaian informasi yang etis dan empatik bagi keluarga penumpang serta masyarakat secara luas.

5. KESIMPULAN

Dalam situasi bencana, orang yang terkena dampak bencana dan masyarakat pada umumnya mengalami krisis. Khususnya bagi orang-orang yang terkena dampak seperti keluarga penumpang dapat mengalami kesedihan, kemarahan, cemas, frustrasi dan depresi. Dalam jangka pendek dinamika psikologis setelah bencana tersebut dapat memperburuk kondisi relasi interpersonal, kesehatan dan kinerja individu. Jika proses duka tidak diselesaikan dalam jangka panjang, maka gangguan mental dapat muncul dan menjadi lebih sulit untuk diintervensi.

Psikologi dalam situasi bencana dapat mengambil peran baik sebagai pemberi layanan psikologis setelah bencana, dan juga sebagai pendukung pemberian informasi yang etis, empatik, berimbang dan proporsional. Media didukung untuk mempertimbangkan berbagai faktor kontekstual, memilih kata-kata yang netral dan non-provokatif dalam liputan berita dan menggunakan cara-cara non-eksploitatif dalam peliputan berita. Hal-hal ini penting dalam memberikan pendidikan bagi masyarakat untuk memahami bencana aviasi, proses duka dan akibatnya dalam hidup manusia.

HIMPSI telah menunjukkan usahanya untuk menyelaraskan hubungan antara psikologi, media dan bencana aviasi QZ 8501. Namun ke depannya, besar harapan agar berbagai usaha psikologi dikembangkan agar dapat memberikan makna dan kontribusi yang lebih optimal dalam penanganan bencana di Indonesia.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Butcher, J.N., & Hatcher, C. (1988). The Neglected Entity in Air Disaster Planning Psychological Services. *American Psychologist*, 43, 724-729.
- Haq, A.Z. & Surya (31 Desember 2014). Tayangan Televisi saat Evakuasi Penumpang AirAsia QZ8501 jadi Sorotan Dunia. *Tribun News*. Diunduh dari <http://www.tribunnews.com/internasional/2014/12/31/tayangan-televisi-saat-evakuasi-penumpang-airasia-qz8501-jadi-sorotan-dunia>.
- Lilienfeld, S. O. (2007). Psychological treatments that cause harm. *Perspectives on Psychological Science*, 2, 53-70.

- Nistanto, R.K. (28 Desember 2014). Akademisi minta media tidak wawancarai keluarga korban. National Geographic. Diunduh dari QZ 8501 <http://nationalgeographic.co.id/berita/2014/12/akademisi-minta-media-wawancarai-keluarga-korban-qz8501>
- Sheras, (2005). Disaster media psychologist: How do you spell relief? Disaster relief, that is. *The Amplifier Media Psychology*, Fall, 1-21.
- Vasterman, P.J.L.M (2005). Media-Hype: Self-Reinforcing News Waves, Journalistic Standards and the Construction of Social Problems. *European Journal of Communication*, 20, 508-530.
- World Health Organization (2011). *Psychological first aid: Guide for field workers*. WHO; Geneva.

MITIGASI BANJIR MELALUI OPERASI POMPA DENGAN PENDEKATAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIS PADA WADUK TOMANG BARAT, JAKARTA

Ngakan Putu Purnaditya

Magister Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, Indonesia
Email: ngkp.purnaditya@gmail.com

ABSTRAK

Waduk Tomang Barat merupakan bagian dari sistem polder Tomang-Tanjung Duren, Jakarta Barat. Sistem polder ini terdiri atas 8 jaringan drainase, waduk dan pompa pengendali banjir. Sebagai kontrol dan mitigasi banjir pada sistem polder, kita tidak hanya membutuhkan saluran drainase dengan kapasitas yang mencukupi, tetapi juga kapasitas pompa dan pengoperasiannya mengingat elevasi pada sistem polder lebih rendah daripada saluran utama. Waduk Tomang Barat memiliki 8 pompa untuk kontrol banjir di kecamatan Tanjung Duren yang dibagi menjadi 2 tipe meliputi 4 pompa dengan kapasitas 1 m³/dt dan 4 pompa dengan kapasitas 1,74 m³/dt. Pengoperasian pompa bergantung pada debit inflow yang masuk ke waduk yang berasal dari sistem drainase. Paper ini menggambarkan mitigasi banjir melalui pengoperasian pompa dengan tujuan efektifitas pengoperasian. Debit inflow diukur dengan HSS-SCS dan hal tersebut mengubah level muka air sepanjang waktu. Skema operasi pompa bergantung pada periode ulang banjir rencana. Berdasarkan hasil analisa, untuk periode ulang 2 tahun (Q50), pengoperasian pompa tidak signifikan, untuk periode ulang 5 tahun (Q20), pengoperasian pompa dilakukan bergantian, sedangkan untuk periode ulang 25 tahun (Q4) dan 50 tahun (Q2), seluruh tipe pompa harus dioperasikan. Skema ini dapat digunakan oleh operator pompa sebagai sebuah sistem peringatan dini untuk memulai pemompaan ketika level muka air waduk mencapai ketinggian tertentu.

Kata Kunci: Mitigasi Banjir, Banjir Perkotaan, Operasi Pompa, HSS-SCS

ABSTRACT

West Tomang Reservoir is part of polder system in Tomang-Tanjung Duren polder, West Jakarta. This polder system includes drainage system with 8 drainage networks, reservoir and pump operation. As a flood control and mitigation in polder system, we need not only drainage capacity required but also pump capacity and operation in reservoir due elevation in polder system is lower than primary channel or stream. West Tomang reservoir has 8 pumps as resources for flood control in Tanjung Duren sub-district which is distinguished into 2 type follows 4 pumps in 1 m³/s for discharge capacity and 4 pumps in 1,74 m³/s for discharge capacity. Pump operation managing depends on discharges of inflow to reservoir from along drainage system. This text describes flood mitigation through

pump operation to aims effectivity in operating. Discharges of inflow is measured from SCS synthetic unit hydrograph and it changes reservoir water level along time. The scheme of pump operation depend on return period of design of flood. Based on result of analysis, for 2 yr return period (Q50), pump operating is not significantly, for 5 yr return period (Q20), pump operation conducted in rotation, whereas for both of 25 yr return period (Q4) and 50 yr return period (Q2) all of type of pump have to operated. This schemes can be used by pump operator as an early warning system to start pumping on certain water level in reservoir.

Keywords: Flood Mitigation, Urban Flood, Pump Operation, SCS Synthetic Unit Hydrograph

1. LATAR BELAKANG

Banjir merupakan salah satu bencana yang terjadi di daerah perkotaan. Mitigasi banjir perkotaan dapat dibedakan menjadi mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural. Di Kota Jakarta, banyak daerah tergenang secara rutin saat hujan terjadi. Pemicu banjir di Kota Jakarta disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi, penurunan lahan, daerah drainase pemenuhan, peningkatan urbanisasi dan kurangnya pemeliharaan infrastruktur pengendalian banjir (Nedeco, 2010).

Saat ini, Kota Jakarta memiliki sistem pengendalian banjir. Sistem yang diterapkan di Jakarta adalah sistem polder. Suripin (2003), menulis bahwa polder adalah dataran rendah dimana hasil reklamasi atau badan air lainnya yang dibatasi oleh tanggul, dan lain-lain. Kita dapat mengatakan bahwa polder adalah daratan cekung, dimana air tidak dapat dialiri secara gravitasi, oleh karena itu pengaliran air dengan menggunakan sistem pompa sangat diperlukan. Salah satu sistem polder di Jakarta adalah sistem polder Tomang Barat.

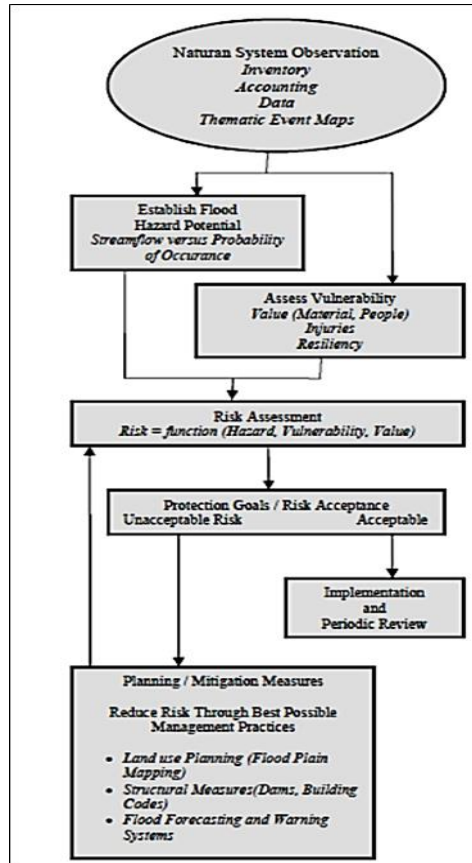
Biasanya pada sistem polder, sebelum air dialirkan ke saluran utama atau sungai, air tersebut akan ditampung di waduk terlebih dahulu. Dengan menggunakan sistem pompa, kita bisa mengalirkan air yang ditampung tersebut ke sungai atau badan air. Pengoperasian pompa sangat penting karena muka air di waduk meningkat karena curah hujan dan banjir. Manajemen operasi pompa bertujuan untuk memberikan informasi tentang waktu terbaik untuk mulai pemompaan dan menghentikan pemompaan berdasarkan karakteristik debit banjir yang masuk/inflow ke dalam waduk. Karakteristik inflow dapat dijelaskan dalam pengukuran hidrograf lapangan. Di sisi lain, terkadang timbul masalah ketidaktersediaan data lapangan. Jika tidak ada data pengukuran lapangan, kita bisa menggunakan pendekatan hidrograf satuan sintetis.

Tujuan dari teks ini adalah menggambarkan contoh manajemen operasi pompa saat terjadi banjir di sistem polder Tomang Barat. Analisis meliputi desain hidrograf banjir dan pola operasi pompa pada setiap periode ulang banjir rencana. Karena tidak tersedianya data debit aliran di lapangan, maka debit aliran masuk/inflow dianalisis dengan menggunakan pendekatan hidrograf satuan sintetis SCS (HSS-SCS).

2. TEORI DAN METODOLOGI

Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual bencana, dalam hal ini bencana banjir perkotaan dijadikan landasan berfikir untuk mengintegrasikan pemicu utama bencana, tingkat risiko dan mitigasinya. Diadopsi dari Utomo (20xx), kerangka konseptual untuk bencana banjir perkotaan dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 1. Kerangka Konseptual Mitigasi Banjir Perkotaan

(Source : Utomo)

Dari gambar 1, dapat dikatakan bahwa peramalan dan sistem peringatan banjir merupakan bagian dari pengukuran mitigasi. Selain itu, perencanaan operasi pompa merupakan salah satu sistem peringatan banjir dalam mitigasi banjir.

Hujan Rencana

Langkah pertama dalam analisis banjir rencana adalah analisa curah hujan. Analisis menggunakan distribusi Gumbel yang meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tentukan curah hujan maksimum tahunan.
2. Hitung rata-rata dan standar deviasi (S).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

3. Hitung parameter α dan u .

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}S}{\pi} \quad (2)$$

$$u = \bar{X} - 0,5772\alpha \quad (3)$$

4. Hitung parameter y_T , gunakan T sebagai periode ulang.

$$y_T = -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \quad (4)$$

5. Hitung X_T , dimana X_T adalah curah hujan pada periode ulang rencana T .

$$X_T = u + \alpha \cdot y_T \quad (5)$$

Kurva IDF

Kurva IDF (Intensity-Duration-Frequency) adalah kurva yang menghubungkan intensitas curah hujan, durasi dan frekuensi. Analisis intensitas curah hujan mengikuti persamaan Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (6)$$

Hidrograf Satuan Sintetis SCS

Keterbatasan penelitian ini adalah tidak tersedianya data debit hasil pengukuran lapangan sebagai debit aliran masuk/inflow reservoir, oleh karena itu aliran masuk dianalisis dengan menggunakan hidrograf satuan sintetis SCS. Hidrograf satuan ini menyatakan nisbah (q) sebagai fluks ke debit puncak (q_p) dan satuan waktu (t) ke waktu puncak (T_p). Prosedur analisisnya adalah sebagai berikut

1. Hitung t_p menggunakan persamaan 7

$$t_p = 0,6T_c \quad (7)$$

T_c adalah *time of concentration* yang dihitung berdasarkan pendekatan *Kirpich*

$$T_c = 0,01947 L^{0,77} S^{-0,385} \quad (8)$$

2. Hitung T_p menggunakan persamaan 9

$$T_p = 0,5 t_r + t_p \quad (9)$$

t_r adalah durasi hujan efektif.

3. Hitung q_p menggunakan persamaan 10

$$q_p = \frac{CA}{T_p} \quad (10)$$

C adalah koefisien yang memiliki nilai 2,08 dan A adalah luas daerah tangkapan air (Km^2). Seluruh parameter waktu adalah jam dalam satuan dan q_p dalam $\text{m}^3/\text{dt}/\text{cm}$.

Untuk menentukan t dan q sebagai parameter hidrograf, gunakan gambar 2 berdasarkan analisis pada langkah 1 sampai langkah 3.

t/T_p	q/q_p	t/T_p	q/q_p	t/T_p	q/q_p
0,1	0,000	1,1	0,980	2,8	0,098
0,1	0,015	1,2	0,920	3,0	0,075
0,2	0,075	1,3	0,840	3,5	0,036
0,3	0,160	1,4	0,750	4,0	0,018
0,4	0,280	1,5	0,660	4,5	0,009
0,5	0,430	1,6	0,560	5,0	0,004
0,6	0,600	1,8	0,420		0,000
0,7	0,770	2,0	0,320		
0,8	0,890	2,2	0,240		
0,9	0,970	2,4	0,180		
1,0	1,000	2,6	0,130		

Gambar 2. Nilai Nisbah HSS-SCS

(Sumber : Kamiana)

3. DATA DAN HASIL

3.1 Deskripsi Waduk Tomang Barat

Waduk Tomang Barat merupakan bagian dari sistem polder Tomang-Tanjung Duren. Terletak di Jakarta Barat, memiliki luas wilayah sekitar $2,49 \text{ Km}^2$ dan berperan sebagai sistem pengendalian banjir di kecamatan Tanjung Duren. Gambar 3 menggambarkan sistem polder Tomang termasuk semua komponennya. Ada beberapa informasi terkait dengan sistem polder Tomang seperti berikut

1. Panjang total sistem drainase adalah kurang lebih 6209 m.
2. Kemiringan rata-rata sekitar 0,002 m/m.
3. Luas waduk tomang adalah sekitar $0,061 \text{ Km}^2$.

4. Kedalaman waduk diasumsikan 6 m (tidak meliputi *dead storage*).
5. Jumlah pompa yang ada di waduk adalah 8 buah yang memiliki kapasitas 1 m^3/s (4 pompa) dan 1,74 m^3/s (4 pompa).



Gambar 3. Polder Tomang Barat

(Sumber : Portal Data Dinas Tata Air DKI)

Intensitas Curah Hujan

Analisis intensitas curah hujan dimulai dari analisis data curah hujan secara statistik. Data curah hujan maksimum tahunan diambil dari stasiun observasi Jakarta dari tahun 2006 sampai 2016. Data tersebut dapat dilihat pada gambar 4. Setelah analisa statistik dilakukan analisa intensitas curah hujan dengan pendekatan Mononobe. Kurva IDF dibuat berdasarkan periode ulang rencana pada analisa statistik.

No	Year	Max Rainfall (mm)
1	2006	69.09
2	2007	143.76
3	2008	360.93
4	2009	129.03
5	2010	106.93
6	2011	62.99
7	2012	72.39
8	2013	173.99
9	2014	128.02
10	2015	95.50
11	2016	72.90

Gambar 4. Curah Hujan Maksimum Tahunan

Data pada gambar 4 dianalisis dengan menggunakan distribusi Gumbel untuk menentukan curah hujan pada periode ulang rencana. Prosedur distribusi Gumbel telah dijelaskan sebelumnya. Analisa Melalui prosedur tersebut, diperoleh curah hujan pada beberapa periode ulang rencana seperti yang terlihat pada gambar 5.

Return Period (yr)	y_T	X_T (mm)
2	0.367	114.758
5	1.500	189.685
10	2.250	239.293
25	3.199	301.973
50	3.902	348.473
100	4.600	394.629
1000	6.907	547.144

Gambar 5. Curah Hujan Pada Periode Ulang

(Sumber : Hasil Analisa)

Selanjutnya, kurva IDF ditentukan dengan menggunakan persamaan Mononobe, dengan beberapa parameter koefisien run-off, C sebesar 0,72 (diadopsi dari Nedeco), serta durasi waktu rata-rata curah hujan diasumsikan 6 jam. Gambar 6 menjelaskan curah hujan efektif, R_e dan gambar 7 menggambarkan intensitas curah hujan pada setiap periode ulang rencana.

Ditribution	Rainfall in Return Period (mm)					
	2	5	10	25	50	100
Gumbel	114.758	189.685	239.293	301.973	348.473	394.629
C	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
R_e	82.626	136.573	172.291	217.421	250.900	284.133

Gambar 6. Curah Hujan Efektif Pada Periode Ulang

(Sumber : Hasil Analisa)

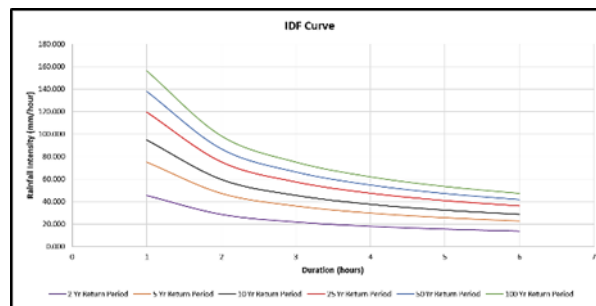
Setiap curah hujan efektif diubah menjadi intensitas curah hujan dalam 6 jam.

t (hours)	Rainfall Intensity in Return Period (mm/hours)					
	2	5	10	25	50	100
1	45.471	75.159	94.815	119.651	138.076	156.364
2	28.645	47.347	59.730	75.376	86.982	98.503
3	21.880	36.133	45.582	57.522	66.380	75.172
4	18.045	29.827	37.628	47.484	54.795	62.053
5	15.551	25.704	32.426	40.920	47.221	53.476
6	13.771	22.762	28.715	36.237	41.817	47.355

Gambar 7. Intensitas Curah Hujan Pada Periode Ulang

(Sumber : Hasil Analisa)

Kurva IDF ditentukan dari hasil gambar 7. Untuk analisis selanjutnya, tidak semua periode ulang rencana digunakan, namun hanya menggunakan 2 tahun, 5 tahun, 25 tahun dan 50 tahun sebagai representasi.



Gambar 8. Kurva IDF Tiap Periode Ulang

(Sumber : Hasil Analisa)

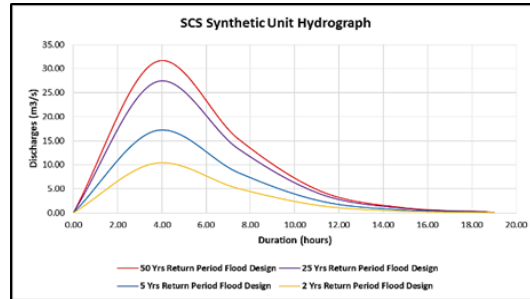
Banjir Rencana

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, dalam paper ini banjir rencana ditentukan oleh pendekatan hidrograf satuan sintetis SCS. Ini disebabkan oleh tidak tersedianya data debit. Dengan menggunakan prosedur seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, kita memperoleh hidrograf satuan sintetis SCS (kolom 2 dan 4 dari gambar 9) untuk setiap intensitas curah hujan 1 mm/jam.

t/T_p	t (hours)	q/q_p	q ($m^3/s/cm$)
0	0.00	0	0
1	3.72	1	1.394
2	7.43	0.320	0.446
3	11.15	0.075	0.105
4	14.86	0.018	0.025
5	18.58	0.004	0.006
	19.00		0.000

Gambar 9. Nisbah HSS SCS

(Sumber : Hasil Analisa)

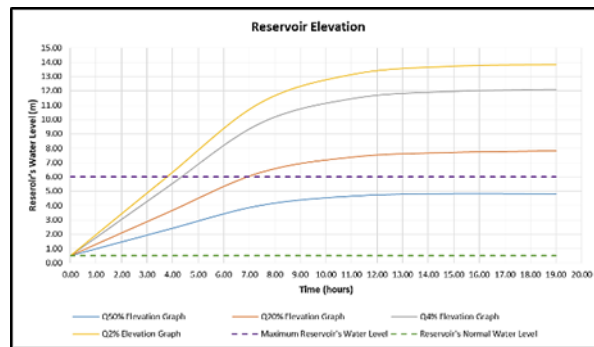


Gambar 10. Grafik HSS SCS

(Sumber : Hasil Analisa)

Operasi Pompa

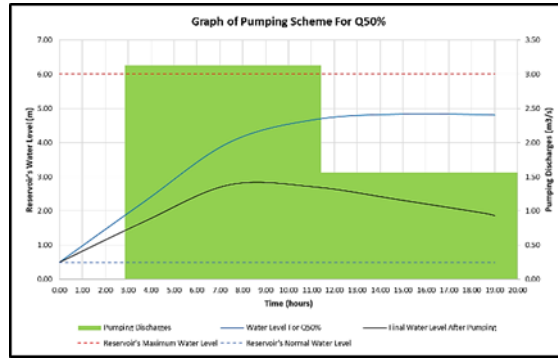
Operasi pompa dianalisa berdasarkan hidrograf yang dirancang sebelumnya. Ada 4 skema dalam operasi pompa yang bergantung pada kecenderungan periode ulang pada debit banjir yang terjadi. Gambar 11 menjelaskan tentang peningkatan level muka air di permukaan waduk yang didasarkan pada hidrograf inflow.



Gambar 11. Kenaikan Level Muka Air

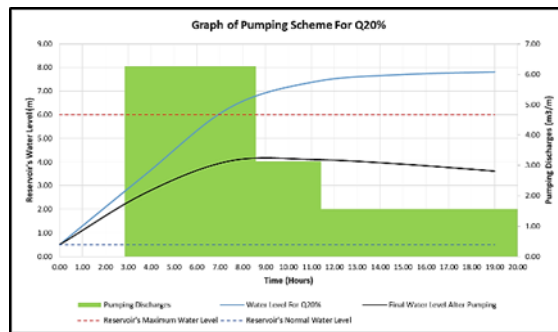
(Sumber : Hasil Analisa)

Dari gambar 11, dijelaskan bahwa jika pompa tidak dioperasikan, level muka air di waduk akan meningkat hingga melebihi batas maksimumnya, kecuali untuk periode banjir 2 tahun (Q50). Hasil analisa operai pompa diperoleh bahwa untuk Q50 dan Q20, pengoperasian semua pompa tidak diperlukan atau dilakukan bergantian, sedangkan untuk Q4 (banjir periode ulang 25 tahun) dan Q2 (banjir periode ulang 50 tahun) semua pompa harus dioperasikan. Semua skema pemompaan digambarkan dari gambar 12 sampai gambar 15.



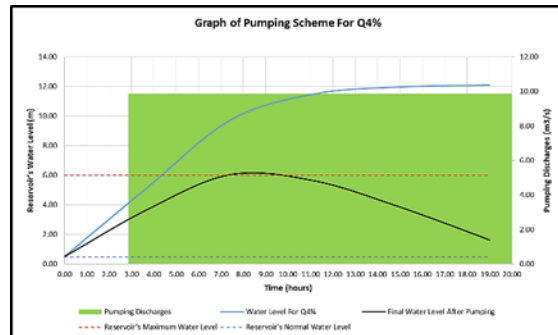
Gambar 12. Skema Pompa Untuk Banjir Q50

(Sumber : Hasil Analisa)



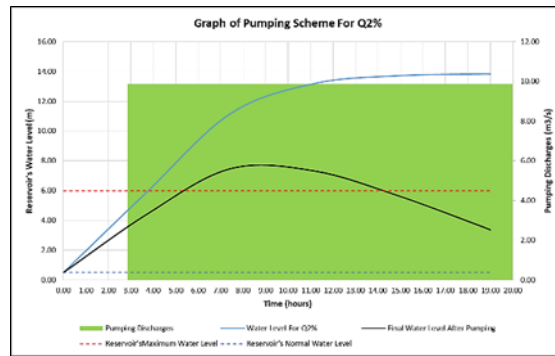
Gambar 13. Skema Pompa Untuk Banjir Q20

(Sumber : Hasil Analisa)



Gambar 14. Skema Pompa Untuk Banjir Q4

(Sumber : Hasil Analisa)



Gambar 15. Skema Pompa Untuk Banjir Q2

(Sumber : Hasil Analisa)

4. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian ini dapat kita diskusikan tentang perkiraan debit run-off maksimum pada polder Tomang Barat dengan menggunakan pendekatan hidrograf satuan sintetis SCS. Dari analisis hidrograf, diperoleh debit maksimum untuk 2 tahun periode ulang adalah sekitar 10,33 m³/dt, sedangkan untuk periode ulang 5 tahun diperoleh sekitar 17,1 m³/dt. Biasanya, untuk disain dimensi saluran drainase, debit periode ulang 5 tahun digunakan sebagai debit rencana. Hasil yang lebih ekstrem ditunjukkan oleh debit pada periode ulang 25 tahun dan periode ulang 50 tahun dimana masing-masing nilainya 27,2 m³/dt dan 31,4 m³/dt secara berurutan.

Semua periode ulang banjir rencana memberi pengaruh pada level muka air waduk terutama pada periode ulang 5 tahun, 25 tahun dan 50 tahun. Debit banjir rencana dari periode ulang tersebut meningkatkan level muka air di waduk yang melebihi nilai kapasitas maksimumnya. Oleh karena itu, jika periode ulang tersebut terjadi, pemompaan di waduk harus dilakukan. Khusus untuk periode ulang 2 tahun, tidak memberikan pengaruhnya pada peningkatan level muka air di permukaan waduk secara signifikan.

Meskipun debit banjir dari 2 tahun periode ulang tidak memberikan pengaruh dalam peningkatan level muka air di waduk, operasi pompa masih dilakukan namun dalam skala yang kecil. Gambar 12 adalah salah satu contoh untuk kasus ini. Debit pemompaan dilakukan pada awal puncak banjir atau bila permukaan air sekitar 2 m pada kurun waktu 1 hingga 2 jam adalah sekitar 3,2 m³/det. Debit pemompaan ini dapat diperoleh dengan berbagai cara seperti mengoperasikan 2 pompa yang masing-masing pompa memiliki kapasitas 1,74 m³/dt atau kombinasi operasi pompa lainnya. Setelah debit puncak terjadi, operator bisa mematikan salah satu pompa, oleh karena itu hanya satu pompa yang aktif sampai level muka air waduk kembali ke level normal pada 0,5 m.

Kasus selanjutnya adalah jika level muka air waduk sedikit melebihi 1 m setelah satu jam, maka potensi debit periode ulang 5 tahun akan terjadi. Untuk kondisi ini

operator dapat mengoperasikan beberapa pompa untuk mendapatkan debit total pemompaan 6,25 m³/dt. Semua pompa yang berkapasitas 1.74 m³/dt dapat dioperasikan sampai puncak banjir terjadi. Setelah puncak banjir atau saat mulai penurunan permukaan air, satu per satu pompa dimatikan secara bertahap sampai level muka air kembali ke level normal 0,5 m.

Kasus terakhir adalah jika level muka air waduk meningkat secara ekstrem dalam 1 jam. Seiring waktu itu, jika permukaan air hampir atau lebih dari 2 m, tanpa terkecuali, semua pompa harus dioperasikan sampai puncak banjir, sehingga debit pemompaan sekitar 10 m³/dt.

Setelah menentukan skema pemompaan untuk semua periode ulang rencana, masalah yang penting adalah meningkatkan kapasitas waduk tanpa pompa tambahan. Hal ini dianggap karena jika debit banjir periode ulang 50 tahun terjadi, maka besarnya inflow menyebabkan peningkatan level air waduk melebihi batas kapasitasnya. Kasus ini dijelaskan pada gambar 15. Dari gambar tersebut, dapat kita katakan bahwa dibutuhkan tambahan kedalaman waduk sekitar 2 m.

Catatan yang paling penting dari paper ini adalah, bagaimanapun teknis skema operasi pemompaan (seperti gambar 12 sampai gambar 15), gambar 11 tetap selalu menjadi acuan utama untuk menentukan skema lain jika diperlukan. Semua prosedur analisis dapat diaplikasikan di daerah tangkapan air lainnya atau sistem polder lainnya.

5. KESIMPULAN

Dari pembahasan penelitian ini, diperoleh beberapa kesimpulan berikut :

1. Hidrograf satuan sintetis dapat digunakan untuk merancang operasi pemompaan pada reservoir dari suatu sistem polder.
2. Kasus khusus di Waduk Tomang Barat, kapasitas waduk memenuhi kebutuhan debit masuk dari debit periode ulang 2 tahun sampai 25 tahun tanpa perlu penambahan atau peningkatan kapasitas pompa.
3. Meskipun probabilitas periode ulang 50 tahun hanya 2%, namun jika pemerintah daerah selaku otoritas telah memiliki rencana untuk meningkatkan kapasitas waduk, maka diperlukan peningkatan kedalaman waduk sebesar 2 m.

Karena beberapa keterbatasan penelitian ini, beberapa rekomendasi untuk penelitian sejenis atau penelitian selanjutnya yaitu :

1. Gunakan pengukuran hidrograf lapangan sebagai data arus masuk atau inflow di waduk.
2. Pengukuran batimetri pada waduk diperlukan untuk memperkirakan kedalaman aktual, menggambarkan morfologi waduk serta kondisi dasar.

3. Analisis optimasi dan efektifitas skema pemompaan sangat dibutuhkan. Data yang diperlukan dapat berupa data biaya operasional untuk jenis pompa dan data lain yang terkait dengan optimasi.

6. PERNYATAAN

Penelitian ini merupakan salah satu bagian dari pengembangan proyek akhir semester dalam mata kuliah bangunan air di Jurusan Teknik Sipil Universitas Indonesia (2017). Sebagian data dan informasi didasarkan pada kunjungan lapangan yang dilakukan pada bulan Mei 2017, terutama informasi tentang level muka air normal di waduk Tomang Barat, sistem aliran pada sistem polder dan kondisi intake. Penulis berharap penelitian ini dikembangkan dalam penelitian lebih lanjut sesuai dengan rekomendasi dan saran sebelumnya.

7. REFERENSI

- Chow, V.T et al. 1988. Applied Hydrology. Singapore : McGraw-Hill.
- Kamiana, I Made. 2012. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Nedeco. 2010. Laporan Desain Awal Daerah Genangan Tanjung Duren.
- Prasetyo Utomo, Andy. Penggunaan Framework Manajemen Risiko Sistem Informasi Untuk Penanganan Bencana Alam Banjir. Fakultas Teknik Universitas Muria, Kudus.
- Subramanya. 2008. Engineering Hydrology, 3rd Edition. New Delhi : McGraw-Hill.
- Suripin. Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. Hidrologi Terapan. Yogyakarta : Beta Offset.
- <http://portaldataadsda.jakarta.go.id/>

ANALISIS KEPUASAN MASYARAKAT KOTA PALOPO TERHADAP KEGIATAN PENANGGULANGAN BENCANA PALOPO CITY SATISFACTION ANALYSIS OF DISASTER MANAGEMENT ACTIVITIES

Ratih Nurmasari¹, Ainun Rosyida¹, dan Supriadi²

¹Pusat Data, Informasi dan Humas BNPB, Jl. Pramuka Kav. 38, Jakarta Timur 1310, Indonesia, email: ratih.nurmasari@bnpb.go.id

²Indonesia Local Victory, Jl. Adiyaksa Baru, Komp. Ruko Masalle, Blok L No. 4-5, Panakkukang, Makassar, Indonesia

ABSTRAK

Kota Palopo adalah salah satu kota yang memiliki risiko bencana cukup tinggi, bahkan merupakan yang tertinggi di Provinsi Sulawesi Selatan. Pemerintah Kota Palopo sudah melakukan beberapa kegiatan terkait penanggulangan bencana di wilayahnya. Importance and Performance Analysis digunakan untuk mengevaluasi kegiatan penanggulangan bencana yang telah dilakukan sekaligus untuk mengetahui kegiatan apa yang perlu ditingkatkan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kegiatan yang perlu ditingkatkan adalah rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana serta pengelolaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana.

Katakunci : analisis kepuasan, bencana, penanggulangan bencana.

ABSTRACT

Palopo is one of the cities with high disaster risk. It has the highest disaster risk in South Sulawesi Province. The Government of Palopo City has conducted several activities related to disaster management. Importance and Performance Analysis is used to evaluate disaster management activities that have been done and also to find out which activities need to be improved. The results show that the activities that need to be improved are the rehabilitation and reconstruction of the disaster area and management of facilities and infrastructure for disaster management.

Keywords : importance and performance analysis, disaster, disaster management.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Palopo merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan. Provinsi ini dibentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2002 tentang Pembentukan Kabupaten Mamasa dan Kota Palopo di Provinsi Sulawesi Selatan. Kota Palopo merupakan pusat kegiatan ekonomi bagi daerah-daerah di sekitarnya.

Sesuai dengan konteks Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional, Kota Palopo merupakan salah satu kawasan andalan di Provinsi Sulawesi Selatan dengan sektor unggulan pertanian, perkebunan, perikanan dan pariwisata.

Posisi astronomis Kota Palopo terletak pada 2053'15"-3004'08" Lintang Selatan dan 120003'10"-120014'34" Bujur Timur. Berdasarkan dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Palopo, luas wilayah Kota Palopo seluas 258,17 km² dengan batas-batas wilayah administrasi sebagai berikut :

- a. sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Luwu;
- b. sebelah timur berbatasan dengan Teluk Bone;
- c. sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Luwu;
- d. sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Toraja Utara.

Sebagai wilayah yang cukup strategis, Kota Palopo ternyata juga memiliki risiko bencana yang cukup besar. Hasil kajian risiko bencana yang dilakukan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2015 menunjukkan bahwa skor risiko bencana Kota Palopo adalah yang tertinggi diantara kabupaten/kota lainnya di Provinsi Sulawesi Selatan seperti yang terlihat pada Tabel 1. Skor risiko bencana yang dimaksud pada Tabel 1 ini adalah risiko terhadap semua ancaman (multihazards).

Tabel 1. Skor dan Kelas Risiko Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan.

No.	Kabupaten/Kota	Skor	Kelas risiko
1	Kota Palopo	211	Tinggi
2	Luwu	203	Tinggi
3	Luwu Utara	202	Tinggi
4	Luwu Timur	202	Tinggi
5	Bone	191	Tinggi
6	Barru	180	Tinggi
7	Wajo	179	Tinggi
8	Pinrang	179	Tinggi
9	Bantaeng	174	Tinggi
10	Maros	168	Tinggi
11	Pangkajene Kepulauan	168	Tinggi
12	Sinjai	166	Tinggi
13	Bulukumba	163	Tinggi
14	Gowa	163	Tinggi
15	Kepulauan Selayar	155	Tinggi
16	Kota Pare Pare	155	Tinggi
17	Jeneponto	151	Tinggi
18	Enrekang	150	Tinggi
19	Tana Toraja	150	Tinggi
20	Toraja Utara	150	Tinggi
21	Takalar	144	Tinggi
22	Kota Makasar	144	Tinggi
23	Soppeng	131	Sedang
24	Sidenreng Rappang	119	Sedang

Kota Palopo, Pemerintah Kota Palopo telah melakukan beberapa upaya terkait penanggulangan bencana. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Palopo merupakan salah satu BPBD yang pertama dibentuk, yaitu melalui

Peraturan Daerah Nomor 3 Tahun 2010. Dalam Rancangan Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Palopo tahun 2013-2018 juga telah disebutkan bahwa guna mengantisipasi besarnya dampak buruk dari terjadinya bencana alam, maka di beberapa wilayah di Kota Palopo telah ditentukan sebagai kawasan rawan bencana banjir, kawasan rawan bencana tanah longsor, kawasan rawan bencana gelombang pasang, kawasan rawan bencana abrasi dan kawasan rawan kebakaran yang tertuang dalam dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Palopo 2012 - 2032.

Agar penanggulangan bencana dapat berjalan dengan baik dan efektif dibutuhkan kerja sama dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, masyarakat, dan dunia usaha. Kegiatan penanggulangan bencana yang telah dilakukan oleh Pemerintah Kota Palopo sebaiknya harus dapat diterima dengan baik oleh masyarakat agar masyarakat terdorong untuk berpartisipasi aktif dalam penanggulangan bencana. Menurut Handayani (2011), keadaan dan unsur penting yang dapat menimbulkan partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan kegiatan pembangunan atau kebijaksanaan daerah adalah adanya proses penentuan rencana (pembuatan keputusan) yang akomodatif terhadap aspirasi masyarakat dan disesuaikan dengan kebutuhan/ keinginan/kepentingan masyarakat yang nyata (*felt need*). Untuk itu, penelitian ini akan menganalisis kepuasan masyarakat yang dihadapkan dengan keinginan/kepentingan terhadap kegiatan penanggulangan bencana di Kota Palopo.

1.2 Tujuan

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini memiliki 2 tujuan, yaitu:

1. mengetahui profil kebencanaan di Kota Palopo,
2. menganalisis kepuasan masyarakat Kota Palopo terhadap kegiatan penanggulangan bencana.

2. METODOLOGI

2.1 Landasan Teori

Bencana didefinisikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Definisi tersebut merupakan definisi yang tertuang dalam Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

Secara umum kegiatan manajemen bencana dapat dibagi dalam kedalam tiga kegiatan utama (Handayani, 2011), yaitu:

1. kegiatan pra bencana yang mencakup kegiatan pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, serta peringatan dini;

2. kegiatan saat terjadi bencana yang mencakup kegiatan tanggap darurat untuk meringankan penderitaan sementara, seperti kegiatan search and rescue (SAR), bantuan darurat dan pengungsian;
3. kegiatan pasca bencana yang mencakup kegiatan pemulihan, rehabilitasi, dan rekonstruksi.

Paradigma penanggulangan bencana saat ini mulai bergeser dari sebelumnya responsif menjadi preventif. Hal ini penting karena melalui pendekatan preventif atau pencegahan dampak bencana dapat dikurangi. Kegiatan preventif yang merupakan kegiatan pada tahap pra bencana ini selama ini banyak dilupakan, padahal justru kegiatan pada tahap pra bencana ini sangatlah penting karena apa yang sudah dipersiapkan pada tahap ini merupakan modal dalam menghadapi bencana dan pasca bencana.

Kegiatan pada saat terjadi bencana dilakukan segera pada saat kejadian bencana. Bertujuan untuk menanggulangi dampak yang ditimbulkan, terutama berupa penyelamatan korban dan harta benda, evakuasi dan pengungsian, akan mendapatkan perhatian penuh baik dari pemerintah bersama swasta maupun masyarakatnya. Pada saat terjadinya bencana biasanya begitu banyak pihak yang menaruh perhatian dan mengulurkan tangan memberikan bantuan tenaga, moril maupun material. Banyaknya bantuan yang datang sebenarnya merupakan sebuah keuntungan yang harus dikelola dengan baik, agar setiap bantuan yang masuk dapat tepat guna, tepat sasaran, tepat manfaat, dan terjadi efisiensi (Handayani, 2011).

Kegiatan pada tahap pasca bencana, terjadi proses perbaikan kondisi masyarakat yang terkena bencana, dengan memfungsikan kembali prasarana dan sarana pada keadaan semula. Pada tahap ini yang perlu diperhatikan adalah bahwa rehabilitasi dan rekonstruksi yang akan dilaksanakan harus memenuhi kaidah-kaidah kebencanaan serta tidak hanya melakukan rehabilitasi fisik saja, tetapi juga perlu diperhatikan juga rehabilitasi psikis yang terjadi seperti ketakutan, trauma atau depresi (Handayani, 2011).

2.2 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dengan metode wawancara langsung tatap muka. Pengumpulan data primer dilakukan oleh Indonesia Local Victory (ILV) pada 10-15 Oktober 2017. Jumlah responden sebanyak 440 orang. Pemilihan sampel menggunakan teknik multistage random sampling dimana semua masyarakat memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih menjadi sampel.

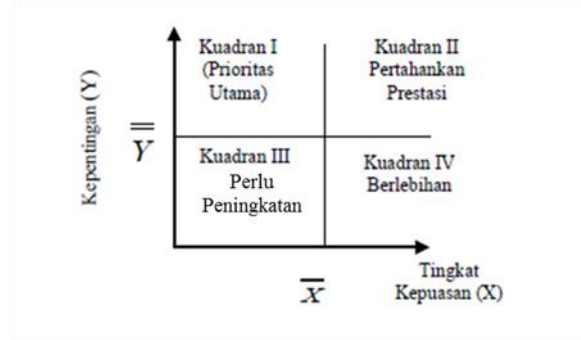
Data sekunder diperoleh dari BNPB, yaitu data bencana dan hasil kajian risiko bencana. Data bencana yang digunakan merupakan data historis yang diambil dari Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI). Data historis kejadian bencana ini

menggunakan data selama 9 tahun terakhir (2009-2017). Data hasil kajian risiko bencana yang digunakan adalah hasil kajian risiko bencana tahun 2015.

2.3 Metode

Penelitian ini menggunakan dua analisis yaitu analisis deskriptif dan Importance and Permonfance Analysis. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi kebencanaan di Kota Palopo.

Menurut Ong (2014), IPA dikemukakan pertama kali oleh Martilla dan James pada tahun 1977 dalam artikel mereka "Importance-Performance Analysis" yang dipublikasikan di Journal of Marketing. Analisis ini biasanya digunakan pada penelitian-penelitian ekonomi. Teknik analisis ini meminta responden untuk menilai kinerja/kepuasan dan kepentingan. Selanjutnya nilai rata-rata tingkat kepentingan dan kinerja tersebut dianalisis pada Importance-Performance Matrix, yang mana sumbu x mewakili kinerja sedangkan sumbu y mewakili kepentingan. Hasil yang diperoleh berupa empat kuadran seperti Gambar 1.



Gambar 1. Kuadran Importance Performance Analysis.

Interpretasi dari keempat kuadran di atas adalah sebagai berikut:

- Kuadran I: Prioritas Utama**
Pada kuadran ini terdapat faktor-faktor yang dianggap penting dan atau diharapkan masyarakat akan tetapi kinerja pemerintah dinilai belum memuaskan sehingga pemerintah perlu berkonsentrasi untuk mengalokasikan sumber dayanya guna meningkatkan performa yang masuk pada kuadran ini.
- Kuadran II: Pertahankan Prestasi**
Pada kuadran ini terdapat faktor-faktor yang dianggap penting dan diharapkan sebagai faktor penunjang kepuasan sehingga perusahaan wajib untuk mempertahankan prestasi kinerja tersebut.
- Kuadran III: Perlu Peningkatan**
Pada kuadran ini terdapat faktor-faktor yang dianggap mempunyai tingkat persepsi atau kinerja aktual yang rendah dan tidak terlalu penting dan atau tidak terlalu diharapkan oleh masyarakat sehingga pemerintah tidak perlu

memprioritaskan atau memberikan perhatian lebih pada faktor-faktor tersebut.

d. Kuadran IV: Berlebihan

Pada kuadran ini terdapat faktor-faktor yang dianggap tidak terlalu penting dan tidak terlalu diharapkan oleh masyarakat sehingga pemerintah lebih baik mengalokasikan sumber daya yang terkait pada faktor tersebut kepada faktor lain yang lebih memiliki tingkat prioritas lebih tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Profil Kebencanaan Kota Palopo

Selama 9 tahun terakhir (2009-2017) terjadi 24 kejadian bencana di Kota Palopo. Bencana yang terjadi meliputi kejadian bencana banjir, tanah longsor, puting beliung, kekeringan, serta banjir yang disertai tanah longsor. Korban meninggal dan hilang akibat bencana di Kota Palopo selama 9 tahun terakhir adalah sebanyak 26 orang. Korban meninggal dan hilang di Kota Palopo disebabkan oleh bencana banjir dan bencana tanah longsor. Korban mengungsi dan terdampak bencana sebanyak 7.359 orang dimana yang terbanyak disebabkan oleh bencana banjir.

Tabel 2. Jumlah Kejadian Bencana dan Dampaknya di Kota Palopo Tahun 2009-2017.

Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Meninggal & Hilang	Luka-Luka	Mengungsi & Terdampak	Kerusakan Rumah			
					Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Terendam
		Jiwa				Unit		
Banjir	11	13	13	6.128	23		1	3.373
Puting Beliung	5	-	-	181	7	5	54	
Tanah Longsor	4	13	156	1.050	239	1	92	
Kekeringan	3	-	-	-				
Banjir dan Tanah Longsor	1	-	-	-				1.000
Total	24	26	169	7.359	269	6	147	4.373

Kerusakan rumah akibat bencana sebanyak 422 unit, yaitu 269 rusak berat, 6 rusak sedang, dan 147 rusak ringan. Kerusakan rumah paling banyak disebabkan karena bencana tanah longsor. Adapun bencana banjir telah merendam permukiman sebanyak 3.373 unit.

Dilihat dari kerawannya, Kota Palopo memiliki skor risiko bencana multi ancaman paling tinggi diantara kabupaten/kota lainnya di Provinsi Sulawesi Selatan. Dilihat dari skor risiko bencana masing-masing jenis kejadian, dari 9 jenis kejadian bencana yang dikaji, Kota Palopo memiliki risiko tinggi terhadap 6 kejadian, yaitu tanah longsor, gelombang pasang, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, tsunami, dan angin kencang. Skor risiko untuk 2 kejadian lain (banjir dan gempa bumi) termasuk kategori sedang. Sedangkan 1 jenis bencana lainnya

yaitu letusan gunung api tidak ada karena tidak terdapat gunung api di sekitar Kota Palopo.

Tabel 3. Skor dan Kelas Risiko Bencana Kota Palopo.

No.	Jenis Kejadian	Skor	Kelas Risiko
1	Tanah Longsor	36	Tinggi
2	Gelombang pasang	36	Tinggi
3	Kebakaran hutan dan lahan	36	Tinggi
4	Kekeringan	36	Tinggi
5	Tsunami	24	Tinggi
6	Cuaca ekstrim/Angin kencang	20	Tinggi
7	Banjir	12	Sedang
8	Gempa bumi	11	Sedang

Berdasarkan skor dan kelas risiko bencana di atas, sebaiknya Pemerintah Kota Palopo juga mengkaji kawasan yang rawan terhadap bencana kebakaran hutan dan lahan serta kekeringan karena kedua jenis bencana tersebut belum termasuk ke dalam Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Palopo.

3.2 Importance Performance Analysis Masyarakat Kota Palopo terhadap Kegiatan Penanggulangan Bencana

Secara umum, masyarakat Kota Palopo menilai bahwa penanganan bencana di Kota Palopo sudah cukup baik. Diantara 12 masalah yang ditanyakan, penanganan bencana berada di peringkat keenam dengan 82,9% responden menjawab bahwa penanganan bencana sudah baik atau sangat baik (Tabel 4). Sebanyak 5,2% masih berpendapat bahwa penanganan bencana di Kota Palopo adalah buruk atau sangat buruk, sedangkan 11,8% tidak bersedia menjawab.

Tabel 4. Penilaian Masyarakat Kota Palopo terhadap Kinerja Pemerintah Kota Palopo dalam Menangani Berbagai Masalah.

No.	Masalah Umum	Baik & Sangat Baik	Buruk & Sangat Buruk	Tidak Jawab
1	Penyediaan air bersih	94,1%	5,4%	0,5%
2	Sosial	90,2%	9,1%	0,7%
3	Lingkungan hidup	88,7%	7,7%	3,6%
4	Kebersihan	88,1%	11,3%	0,5%
5	Keamanan	85,9%	13,9%	0,2%
6	Penanganan bencana	82,9%	5,2%	11,8%
7	Infrastruktur	78,4%	21,0%	0,7%
8	Penegakan hukum	74,7%	17,3%	8,0%
9	Ekonomi	73,0%	25,5%	1,6%
10	Kesejahteraan masyarakat	73,0%	25,0%	2,0%
11	Politik	70,4%	14,9%	14,8%
12	Pertanian	59,5%	15,9%	24,5%

Importance Performance Analysis masyarakat Kota Palopo terhadap kegiatan penanggulangan bencana dilihat dari kegiatan terkait penanggulangan bencana

yang dianggarkan pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Kota Palopo tahun 2017. Ada 6 kegiatan yang terkait penanggulangan bencana, yaitu:

1. penanganan korban bencana alam dan bencana sosial;
2. pengadaan sarana dan prasarana pencegahan bahaya kebakaran;
3. peningkatan penanggulangan bahaya kebakaran;
4. pelaksanaan pencegahan penanggulangan bencana alam;
5. pengelolaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana;
6. rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana.

Kegiatan pertama yaitu penanganan korban bencana alam dan bencana sosial dinilai sudah cukup baik. Sebanyak 81,6% responden menjawab cukup puas dan sangat puas terhadap kinerja Pemerintah Kota Palopo dalam melakukan kegiatan penanganan korban bencana alam dan bencana sosial. Kegiatan ini juga dinilai penting oleh masyarakat. Sebanyak 98,4 % responden menjawab bahwa kegiatan penanganan korban bencana alam dan bencana sosial adalah cukup penting atau sangat penting.

Kegiatan pengadaan sarana dan prasarana pencegahan bahaya kebakaran dinilai cukup baik, yaitu 83,2% responden menyatakan cukup puas dan sangat puas terhadap kegiatan ini. Tingkat kepentingan kegiatan ini juga cukup tinggi yaitu 98,6%.

Sebanyak 82,2% responden menyatakan cukup puas atau sangat puas terhadap kegiatan peningkatan penanggulangan bahaya kebakaran. Tingkat kepentingan kegiatan ini juga cukup tinggi yaitu sebanyak 98,9% responden menjawab bahwa kegiatan ini cukup atau sangat penting.

Kegiatan pelaksanaan pencegahan penanggulangan bencana alam dinilai sudah cukup memuaskan. Sebanyak 80,4% responden menyatakan cukup atau sangat puas terhadap kegiatan ini. Tingkat kepentingan kegiatan ini adalah yang paling tinggi, yaitu 99,0% responden menyatakan bahwa kegiatan ini cukup atau sangat penting.

Kegiatan pengelolaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana dinilai cukup atau sangat memuaskan sebanyak 80,9%. Responden berpendapat bahwa kegiatan ini cukup penting. Sebanyak 98,2% responden menyatakan bahwa kegiatan ini cukup penting atau sangat penting.

Kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana memiliki tingkat kepuasan yang paling rendah diantara kegiatan lain, yaitu sebanyak 71,0%. Tingkat kepentingan kegiatan ini juga merupakan yang paling rendah diantara kegiatan lainnya, yaitu dinilai 96,4% cukup penting atau sangat penting.

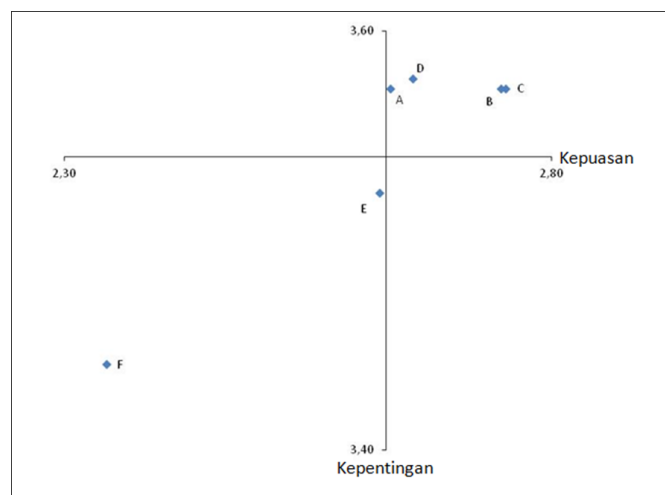
Skor kepuasan/kinerja tertinggi adalah pada kegiatan pengadaan sarana dan prasarana pencegahan bahaya kebakaran serta peningkatan penanggulangan bahaya kebakaran. Sebaliknya, skor kepuasan/kinerja terendah adalah pada kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana.

Skor kepentingan/harapan paling tertinggi adalah pada kegiatan pelaksanaan pencegahan penanggulangan bencana alam. Sebaliknya, skor kepentingan/harapan terendah adalah pada kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana.

Tabel 5. Skor Kepuasan dan Kepentingan.

	Kegiatan	Kepuasan /Kinerja	Kepentingan /Harapan
A	Penanganan korban bencana alam dan bencana sosial	2,63	3,57
B	Pengadaan sarana dan prasarana pencegahan bahaya kebakaran	2,75	3,57
C	Peningkatan penanggulangan bahaya kebakaran	2,75	3,57
D	Pelaksanaan pencegahan penanggulangan bencana alam	2,66	3,58
E	Pengelolaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana	2,62	3,52
F	Rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana	2,34	3,44
Rata-rata		2,63	3,54

Rata-rata skor kepuasan/kinerja adalah sebesar 2,63, sedangkan rata-rata skor kepentingan/harapan adalah sebesar 3,54. Hasil importance performance analysis masyarakat Kota Palopo terhadap kegiatan penanggulangan bencana dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot Importance Performance Analysis Masyarakat Kota Palopo terhadap Kegiatan Penanggulangan Bencana.

Analisis dari masing-masing kuadran adalah sebagai berikut:

- Kuadran I: Prioritas Utama

Tidak ada kegiatan yang masuk pada kuadran ini. Ini berarti tidak ada kegiatan yang dianggap penting dan atau sangat diharapkan masyarakat namun belum mendapatkan perhatian dari pemerintah. Ada 2 kemungkinan yang menyebabkan hal ini. Kemungkinan pertama adalah Pemerintah Kota Palopo sudah sangat baik dalam melaksanakan semua kegiatan terkait penanggulangan bencana. Atau kemungkinan kedua yaitu masyarakat tidak terlalu menganggap masalah penanggulangan bencana sebagai sesuatu yang penting atau serius.

b. Kuadran II: Pertahankan Prestasi

Ada 4 kegiatan yang masuk dalam kuadran ini, yaitu penanganan korban bencana alam dan bencana sosial, pengadaan sarana dan prasarana pencegahan bahaya kebakaran, peningkatan penanggulangan bahaya kebakaran, serta pelaksanaan pencegahan penanggulangan bencana alam. Tingkat kepentingan atau harapan masyarakat terhadap keempat kegiatan ini cukup tinggi dan sudah diimbangi dengan kinerja yang baik dari pemerintah. Oleh karena itu, kinerja Pemerintah Kota Palopo terhadap keempat kegiatan ini perlu dipertahankan.

c. Kuadran III: Perlu Peningkatan

Terdapat 2 kegiatan yang masuk dalam kuadran ini. Kedua kegiatan tersebut adalah pengelolaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana serta rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana. Kedua kegiatan ini memiliki kepuasan yang rendah namun tingkat kepentingannya juga rendah. Kedua

d. Kuadran IV: Berlebihan

Tidak ada kegiatan yang masuk pada kuadran ini. Ini berarti tidak terdapat kegiatan yang dianggap tidak terlalu penting dan tidak terlalu diharapkan oleh masyarakat. Ada 2 kemungkinan yang menyebabkan hal ini. Kemungkinan pertama adalah Pemerintah Kota Palopo sudah sangat baik dalam melaksanakan semua kegiatan terkait penanggulangan bencana. Atau kemungkinan kedua yaitu masyarakat tidak terlalu menganggap masalah penanggulangan bencana sebagai sesuatu yang penting atau serius.

Hasil importance performance analysis di atas menunjukkan bahwa 2 kegiatan yang saat ini perlu ditingkatkan adalah pengelolaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana serta rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana. Kegiatan pengelolaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana termasuk dalam kegiatan pra bencana yang harus dilakukan sebelum kejadian bencana. Kegiatan ini memang sangat penting agar ketika terjadi bencana suatu waktu, sarana dan prasarana dapat langsung digunakan dengan efektif.

Kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana termasuk ke dalam tahap pasca bencana. Rehabilitasi adalah perbaikan dan pemulihan semua aspek

pelayanan publik atau masyarakat sampai tingkat yang memadai pada wilayah pascabencana dengan sasaran utama untuk normalisasi atau berjalannya secara wajar semua aspek pemerintahan dan kehidupan masyarakat pada wilayah pascabencana. Sedangkan rekonstruksi adalah pembangunan kembali semua prasarana dan sarana, kelembagaan pada wilayah pascabencana, baik pada tingkat pemerintahan maupun masyarakat dengan sasaran utama tumbuh dan berkembangnya kegiatan perekonomian, sosial dan budaya, tegaknya hukum dan ketertiban, dan bangkitnya peran serta masyarakat dalam segala aspek kehidupan bermasyarakat pada wilayah pascabencana.

Kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi ini memang sangat penting terutama untuk selanjutnya menyambung pada kegiatan pra bencana yang tujuannya adalah mencegah atau mengurangi dampak yang mungkin timbul akibat bencana.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data historis kejadian bencana selama 9 tahun terakhir (2009-2017) terjadi 24 kejadian bencana di Kota Palopo. Kota Palopo memiliki skor risiko bencana multi ancaman paling tinggi diantara kabupaten/kota lainnya di Provinsi Sulawesi Selatan. Kota Palopo memiliki risiko tinggi terhadap 6 kejadian, yaitu tanah longsor, gelombang pasang, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, tsunami, dan angin kencang. Skor risiko untuk 2 kejadian lain (banjir dan gempa bumi) termasuk kategori sedang. Sedangkan 1 jenis bencana lainnya yaitu letusan gunung api tidak ada karena tidak terdapat gunung api di sekitar Kota Palopo. Berdasarkan kajian risiko bencana tersebut, sebaiknya Pemerintah Kota Palopo juga mengkaji kawasan yang rawan terhadap bencana kebakaran hutan dan lahan serta kekeringan karena kedua jenis bencana tersebut belum termasuk ke dalam Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Palopo.

Hasil importance performance analysis di atas menunjukkan bahwa kegiatan penanggulangan bencana di Kota Palopo sudah dinilai cukup baik oleh masyarakat. Dua kegiatan penanggulangan bencana yang saat ini perlu ditingkatkan adalah pengelolaan sarana dan prasarana penanggulangan bencana serta rehabilitasi dan rekonstruksi kawasan bencana.

5. DAFTAR PUSTAKA

- R Handayani. 2011, Analisis Partisipasi Masyarakat dan Pemerintah dalam Pelaksanaan Manajemen Bencana di Kabupaten Serang Provinsi Banten, Proceeding Simposium Otonomi Daerah 2011, LAB-ANE Fisip Untirta.
- Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- RW Oktaviani dkk. 2006, Analisis Kepuasan Pengunjung dan Pengembangan Fasilitas Wisata Agro. Jurnal Agro Ekonomi, Vol. 24 No. 1: 41-58.
- JO Ong dan J Pambudi. 2014, Analisis Kepuasan Pelanggan dengan Importance Performance Analysis di SBU Laboratory Cibitung PT Sucofindo (Persero). Jurnal Teknik Industri Vol. IX No. 1: 1-10.

- Dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Palopo Tahun 2013-2018.
- L Kurniawan dkk. 2015, Indeks Risiko Bencana Indonesia. BNPB.
- www.dibi.bnpb.go.id

PEMANFAATAN LIMBAH OIL SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGOLAHAN LIMBAH CAIR

Syarnubi¹, Tiara Pradita², Apriliana³, dan Arbi⁴

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Universitas Serang Raya, Jl. Raya Serang-Cilegon Km.5, Serang-Banten, Indonesia, email; muhammadsyarnubi@gmail.com

²Program Studi Teknik Kimia, Universitas Serang Raya, Jl. Raya Serang-Cilegon Km.5, Serang-Banten, Indonesia, email: t.pradita01@gmail.com

³Program Studi Teknik Kimia, Universitas Serang Raya, Jl. Raya Serang-Cilegon Km.5, Serang-Banten, Indonesia, email: apriliana.d@gmail.com

⁴Program Studi Teknik Sipil, Universitas Serang Raya, Jl. Raya Serang-Cilegon Km.5, Serang-Banten, Indonesia, email: emailarby@gmail.com

ABSTRACT

With the rapid development of industry today, will increase the amount of waste from the basil process. This has an impact on the decreasing level of health in existing living beings due to disturbed environmental balance. This research tries to reduce waste oil by using waste oil as replacement fuel. Liquid waste in the form of oil can be used as fuel to reduce the use of gas fuel. The main purpose of this study is to determine the effect of waste oil use on the gas fuel flow rate in liquid waste incineration system. The research method used is actual observation. Data collection technique is done by adding the flow rate of waste oil at the flow rate of control valve reading, and the technique of referring note. Based on the research result, it is proven that waste oil can be used as alternative fuel. The decrease of natural gas flow rate of 14.4% is in the condition of waste oil AA flow rate and waste oil ester are 600 kg / h and 400 kg / h, respectively.

Keywords : waste oil, liquid waste, efficiency, incineration system

ABSTRAK

Dengan semakin pesatnya perkembangan industri dewasa ini, akan meningkatkan jumlah limbah dari proses basil. Hal ini berdampak pada semakin menurunnya tingkat kesehatan pada makhluk hidup yang ada karena keseimbangan lingkungan yang terganggu. Penelitian ini mencoba untuk mengurangi jumlah limbah oil dengan Cara memanfaatkan limbah oil sebagai bahan bakar pengganti. Limbah cair berupa oil bisa dmanfaatkan menjadi bahan bakar untuk mengurangi penggunaan bahan bakar gas. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah oil terhadap laju alir bahan bakar gas pada sistem insenerasi limbah cair. Metode penelitian yang digunakan adalah pengamatan secara aktual. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara menambahkan laju alir limbah oil pada laju alir pembacaan control valve, dan teknik simak catat. Berdasarkan hasil penelitian, terbukti bahwa limbah oil dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Penurunan laju alir natural gas sebesar 14.4% berada pada kondisi laju

alir limbah oil .AA dan limbah oil ester berturut-turut sebesar 600 kg/h dan 400 kg/h.

Katakunci : limbah oil, limbah cair, efisiensi, insinerasi sistem

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang pesat dewasa ini tidak lain karena penerapan kemajuan teknologi oleh manusia guna mendapatkan kualitas hidup yang lebih baik, namun di sisi lain dapat menimbulkan dampak yang justru merugikan kelangsungan hidup manusia. Dampak tersebut salah satunya adalah dihasilkannya suatu limbah, berdasarkan keputusan menteri lingkungan hidup RI No 231/MPP/Kep/7/1997 Pasal 1 tentang prosedur impor limbah menyatakan bahwa limbah adalah bahan / barang sisa atau bekas dari suatu kegiatan atau proses produksi yang fungsinya sudah berubah dari aslinya. Adapun macam-macam limbah berdasarkan fasanya yaitu limbah padat, limbah gas dan limbah cair.

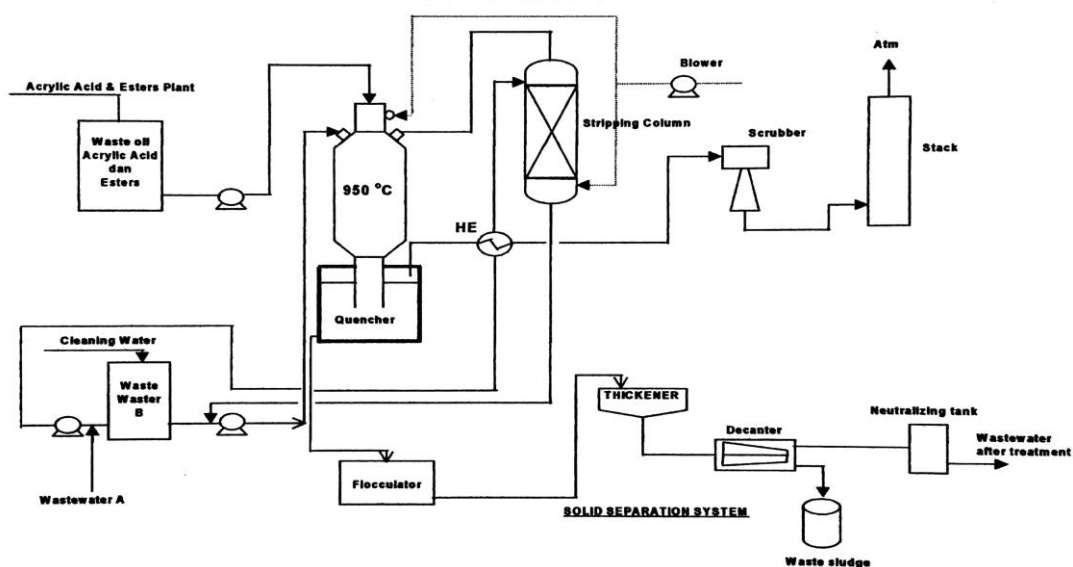
Dari beberapa kasus pencemaran lingkungan dan semakin menurunnya tingkat kesehatan masyarakat yang banyak terjadi saat ini, hal tersebut dikarenakan semakin meningkatnya jumlah limbah terutama limbah dalam bentuk cair. Akibat pencemaran tersebut, lingkungan menjadi rusak sehingga daya dukung alam terhadap kelangsungan hidup manusia menjadi berkurang. Adapun tujuan dari pengolahan limbah adalah untuk mengurangi volume, konsentrasi atau bahaya yang ditimbulkan oleh limbah sehingga dapat memenuhi baku mutu lingkungan yang dipersyaratkan (Metcalf & Eddy, 1991).

Teknologi pengolahan limbah cair adalah kunci dalam memelihara kelestarian adapun beberapa teknologi Pengolahan limbah cair yaitu Clarifier, ultrafiltrasi, Bioteknologi, dan Insinerasi. Dari beberapa teknologi yang ada salah satu teknologi yang digunakan dalam industri adalah insinerasi. Berdasarkan data penelitian EPA (*Environmental Protection Agency*) dan pengalaman operasional industri mengindikasikan bahwa insinerator salah satu teknologi terbaik untuk berbagai limbah. Insinerator dapat mereduksi volume limbah sebesar 90%. Teknologi insinerasi merupakan cara pengolahan yang baik bagi materi yang mudah terbakar dan memiliki nilai kalor yang memadai. Teknologi insinerasi dipilih untuk pengolahan limbah cair karena dapat mengurai limbah dari senyawa organik menjadi senyawa sederhana seperti CO₂ dan H₂O, menghancurkan asam anorganik atau organik secara sempurna dapat mengurangi volume hingga 90% dan mengurangi berat sebanyak 70%. Jenis limbah yang dianjurkan untuk dimusnahkan dengan insinerator adalah limbah B3 yang bersifat biologis; limbah yang tidak biodegradable, dan tetap ada di lingkungan; limbah cair yang mudah menguap dan mudah untuk menyebar, limbah cair memiliki titik nyala dibawah 400C dan limbah yang tidak bisa dibuang di secure landfill (Visvanathan, 1996).

Namun, insinerasi sistem memerlukan bahan bakar, terutama bahan bakar fosil dimana penggunaan bahan bakar ini lambat laun akan habis. Sehingga diperlukan kebijaksanaan dalam penggunaan bahan bakar tersebut. Oleh karena itu

penelitian ini berfokus pada pengaruh penggunaan limbah oil sebagai bahan bakar pengganti di sistem insinerasi limbah cair.

Sistem industri saat ini sudah banyak yang menerapkan sistem *Distributed Control System* (DCS) sebagai sistem kendalinya. DCS merupakan sebuah sistem kontrol terpusat yang terdiri dari beberapa *local control* yang saling berhubungan dan dapat diawasi langsung melalui *Central Control Room* (CCR) (Muslim dkk, 2016). DCS adalah sistem pengendali yang dihubungkan oleh jaringan data, sebagai satu sistem. Fungsionalitas, lokasi fisik, atau keduanya memisahkan pengendali ini. DCS digunakan dalam aplikasi proses kompleks dimana jumlah I/O dan data diperlukan, seperti pabrik kimia atau kilang minyak. DCS sangat cocok untuk proses batch dan memiliki kemampuan untuk menangani interlock yang kompleks dan waktu antar operasi. DCS adalah sistem multitasking yang mampu menangani database umum yang besar. DCS memungkinkan berbagai loop kontrol, menggunakan grafis representasi blok fungsi, dan lebih mudah diprogram daripada PLC berbasis logika tangga. Tingkat pemindaian bisa lebih mudah diprediksi daripada PLC. PLC memiliki tingkat pemindaian tergantung pada jumlah I/O (Julia dan Anita, 2008)



Gambar 1. Proses Insinerasi

2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang penelitian adalah

- Komputer centum DCS
- Waste Liquid Incenarator System*
- Limbah *acrylic acid*

2.2 Variabel Penelitian

Variabel tetap:

Laju alir limbah oil ester dan acrylic acid (AA)

Variabel bebas:

a. Limbah oil AA : 370, 380, 390, 400 kg/h

b. Limbah oil Ester : 370, 380, 390, 400 kg/h

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian menggunakan computer DCS (*Distribute Control System*) yang langsung terhubung dengan proses WWT (*Waste Water Treatment*). Penelitian mengambil dua data variable tetap. Data pertama yaitu limbah oil ester sebagai variable tetap dengan laju alir 210 kg/h yang dicampurkan dengan limbah oil AA sebagai variable bebas berturut-turut 370 kg/h, 380 kg/h, 390 kg/h, dan 400 kg/h. Dengan adanya penambahan laju alir disetiap variable maka akan membuat temperature menjadi naik didalam proses, amati kenaikan temperature dan amati laju alir natural gas yang otomatis berkurang hingga stabil. Catat hasil pengamatan.

Data kedua yaitu limbah oil ester sebagai variable tetap dengan laju alir 220 kg/h yang dicampurkan dengan limbah oil AA sebagai variable bebas berturut-turut 370 kg/h, 380 kg/h, 390 kg/h, dan 400 kg/h. Diamati laju alir natural gas yang otomatis berkurang hingga stabil. Catat hasil pengamatan.

Data ketiga yaitu limbah oil AA sebagai variable tetap dengan laju alir 580 kg/h yang dicampurkan dengan limbah oil ester sebagai variable bebas berturut-turut 370 kg/h, 380 kg/h, 390 kg/h, dan 400 kg/h. Dengan adanya penambahan laju alir disetiap variable maka akan membuat temperature menjadi naik didalam proses, amati kenaikan temperature dan amati laju alir natural gas yang otomatis berkurang hingga stabil. Catat hasil pengamatan.

Data keempat yaitu limbah oil AA sebagai variable tetap dengan laju alir 590 kg/h yang dicampurkan dengan limbah oil ester sebagai variable bebas berturut-turut 370 kg/h, 380 kg/h, 390 kg/h, dan 400 kg/h. Diamati laju alir natural gas yang otomatis berkurang hingga stabil. Catat hasil pengamatan.

Data kelima yaitu limbah oil AA sebagai variable tetap dengan laju alir 600 kg/h yang dicampurkan dengan limbah oil ester sebagai variable bebas berturut-turut 370 kg/h, 380 kg/h, 390 kg/h, dan 400 kg/h. Diamati laju alir natural gas yang otomatis berkurang hingga stabil. Catat hasil pengamatan.

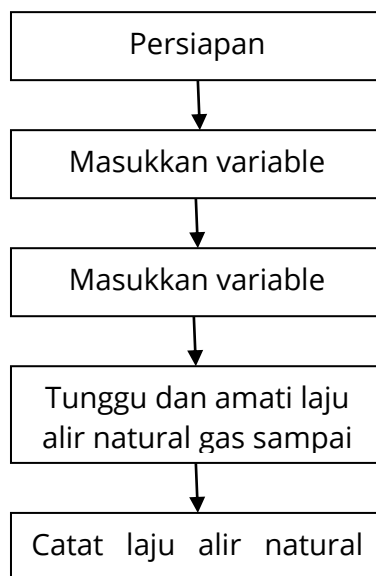
Nilai efisiensi penurunan laju alir natural gas (E_{ff}) dihitung dari persamaan

$$E_{ff} = \frac{Q_o - Q_t}{Q_o} \times 100\%$$

Dimana,

Q_o = laju alir natural gas awal (Nm^3/h)

Q_t = laju alir natural gas akhir (Nm^3/h)



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah oil sebagai bahan bakar alternative yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah cair berupa minyak yang mengandung 100% bahan organik sedangkan limbah cair sebagai limbah untuk dihilangkan merupakan air limbah dengan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebelum diolah dapat mencapai 145.000 ppm. Limbah oil AA dan limbah oil ester ini berasal dari fraksi berat setiap proses destilasi dalam unit pemurnian produk *plant acrylic acid* dan *ester* dari salah satu industri yang berada di daerah Cilegon, Banten. Teknologi *incinerator* yang digunakan memungkinkan umpan air limbah dibakar langsung dalam *incinerator* pada suhu 950°C oleh panas pembakaran dari limbah oil yang diatomisasikan oleh udara kompresi, sehingga zat-zat organik yang terdapat dalam air limbah akan terurai membentuk gas CO_2 dan uap air yang dapat dibuang langsung ke atmosfer setelah melewati bejana berisi air (*quencher*) dan alat penangkap debu. Sedangkan senyawa sulfur dan oksida anorganik dengan penambahna kaustik soda akan membentuk garam Na_2SO_4 yang terlarut dalam air dan endapan *anorganic* lainnya. Dengan penambahan flokulan seperti aluminium sulfat, endapan anorganik akan terkoagulasi membentuk partikel yang besar sehingga fasa padatan dapat dengan mudah dipisahkan dalam unit *solid separation system*. Suhu incinerator dijaga konstan mengikuti umpan limbah oil dan natural gas. Pembakaran dalam incinerator dijaga stabil sehingga zat-zat organik dalam air limbah akan terurai sempurna oleh panas oksidasi.

3.1 Laju Alir Limbah Oil Ester Sebagai Variabel Tetap

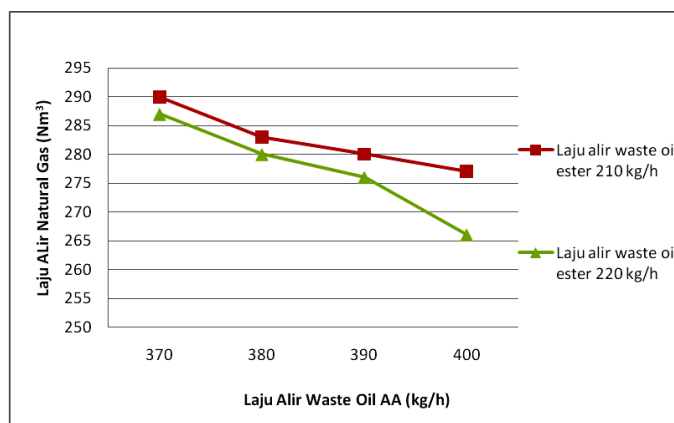
Dari hasil penelitian untuk laju alir ester tetap yang telah dilakukan didapatkan 2 data hasil pengamatan, yaitu untuk laju alir limbah oil ester pada 210 kg/h dan pada laju alir 220 kg/h

Tabel 1. Laju alir limbah oil ester 220 kg/h

No	Laju alir limbah ester (kg/h)	Laju alir limbah AA (kg/h)	Laju alir natural gas (Nm ³ /h)
1	210	370	290
2	210	380	283
3	210	390	280
4	210	400	277

Tabel 2. Laju alir limbah oil ester 220 kg/h

No	Laju alir limbah ester (kg/h)	Laju alir limbah AA (kg/h)	Laju alir natural gas (Nm ³ /h)
1	210	370	287
2	210	380	280
3	210	390	276
4	210	400	266



Gambar 3. Grafik Limbah Oil Ester 210 kg/h dan 220 kg/h

Dari gambar 3 laju alir natural gas mengalami penurunan signifikan pada laju alir limbah oil ester 220 kg/h. peningkatan laju alir limbah oil ester diatas 220 kg/h tidak dapat dilakukan, karena dengan nilai entalpi 6000 kkal dan sifat viskositas yang rendah sehingga mudah untuk proses pengabutan membuat kenaikan temperature proses cepat naik dan susah untuk dikontrol. Hal ini menghindari terjadinya interlock shutdown atau terhentinya proses pengolahan limbah cair karena temperature mencapai maksimal.

Penambahan campuran limbah oil dengan variable tetap limbah oil ester 210 kg/h terhadap natural gas menghasilkan efisiensi sebesar 4,5% sedang untuk variable tetap limbah oil ester 220 kg/h menghasilkan efisiensi sebesar 7,3%.

3.2 Laju Alir Limbah Oil AA Sebagai Variabel Tetap

Dari hasil penelitian untuk laju alir AA tetap yang telah dilakukan didapatkan 3 data hasil pengamatan, yaitu laju alir limbah oil AA pada 580 kg/h, 590 kg/h, dan 600 kg/h. Variabel bebas yang digunakan adalah limbah oil ester dengan laju alir 370 kg/h, 380 kg/h, 390 kg/h, dan 400 kg/h.

Tabel 3. Laju alir limbah oil AA 580 kg/h

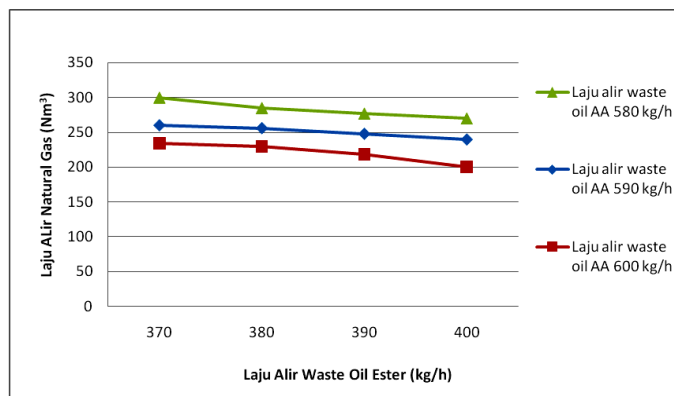
No	Laju alir limbah ester (kg/h)	Laju alir limbah AA (kg/h)	Laju alir natural gas (Nm ³ /h)
1	370	580	300
2	380	580	285
3	390	580	277
4	400	580	270

Tabel 4. Laju alir limbah oil AA 590 kg/h

No	Laju alir limbah ester (kg/h)	Laju alir limbah AA (kg/h)	Laju alir natural gas (Nm ³ /h)
1	370	590	260
2	380	590	256
3	390	590	248
4	400	590	240

Tabel 5. Laju alir limbah oil AA 600 kg/h

No	Laju alir limbah ester (kg/h)	Laju alir limbah AA (kg/h)	Laju alir natural gas (Nm ³ /h)
1	370	600	234
2	380	600	229
3	390	600	218
4	400	600	200



Gambar 4. Grafik Limbah Oil AA Flow 580 kg/h, 590 kg/h, dan 600 kg/h

Dari gambar 4 laju alir natural gas mengalami penurunan yang signifikan pada laju alir limbah oil AA tetap pada 600 kg/h. untuk grafik perbandingan dari ketiga data hasil pengamatan untuk laju alir limbah oil AA 600 kg/h dan laju alir limbah oil ester 400 kg/h dapat menurunkan laju alir natural gas hingga 200 Nm³/h (minimum flow) hal ini dikarenakan sifat asam pada limbah oil AA menjadikannya mudah terbakar pada proses. Besarnya laju alir limbah oil AA dapat meningkatkan keasaman pada saat operasi berjalan yang disebabkan oleh sifat asam dari limbah oil AA tersebut.

Hal ini dapat menyebabkan temperature proses menjadi bertambah sehingga natural gas akan berkurang sampai pembaca alir minimum. Peningkatan laju alir limbah oil AA diatas 600 kg/h tidak dapat dilakukan karena menghindari terjadinya proses yang tidak dapat dikontrol sehingga akan terjadi interlock shutdown atau terhentinya proses pengolahan limbah cair. Hal ini dikarenakan laju alir limbah oil AA sudah berada pada laju alir maximal.

Penambahan campuran limbah oil dengan variable tetap limbah oil AA 580 kg/h terhadap natural gas menghasilkan efisiensi sebesar 10% sedang untuk variable tetap limbah oil AA 590 kg/h menghasilkan efisiensi sebesar 7,6%. Untuk variable tetap limbah oil AA 600 kg/h menghasilkan efisiensi sebesar 14,8%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa laju alir natural gas dapat berkurang dengan penambahan laju alir limbah oil. Laju alir minimum untuk natural gas yaitu 200 Nm³/h didapat pada campuran laju alir limbah oil AA 600 kg/h dan limbah oil ester 400 kg/h. Efisiensi penurunan optimum laju alir natural gas adalah 14,8%, terjadi pada penambahan campuran laju alir limbah oil AA 600 kg/h dan limbah oil ester 400 kg/h. Disarankan untuk melakukan uji laboratorium guna mengetahui komposisi yang terdapat pada limbah oil AA dan ester serta melakukan cek emisi pembakaran agar layak menjadi bahan bakar yang baik untuk lingkungan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Semua ditulis dengan Titlecase, Justify, Regular, Font Arial 10 dengan format berikut ini :

- Metcalf & Eddy, 1991. Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse, Third Edition, Tata Mc Graw Hill Publishing Company Ltd, New Delhi
- Dhendy Zaki Ridwan, n/a Purwanto, M. Aziz Muslim . 2016 Perancangan Distributed Control System (Dcs) Pada Ok Mill Pabrik Tuban 1, PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Jurnal Universitas Brawijaya Vol 4, No 3
- Julia Case Bradley, Anita C. Millspaugh, "Programming in Visual C# 2008", Computer and Information Technology, <http://www.primisonline.com>.2009.
- Keputusan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan Republik Indonesia Nomor: 231/MPP/Kep/7/1997 Tentang Prosedur Impor Limbah
- Visv anathan, C. (1996), "Hazardous Waste Disposal", Resource, Conservation, and Recycling, Vol 16, Hal 201-212, Journal homepage: www.elsevier.com/locate/resourcesconservationandrecycling

DEFORESASI DAN WILAYAH JELAJAH GAJAH DI KABUPATEN ACEH TIMUR

Lady Hafidaty¹, Rahma Kautsar¹ dan Amrih Halil²

¹ Mahasiswa Magister Geografi, Pascasarjana, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok
Email: lady.hafidaty@gmail.com

² Mahasiswa Magister Geografi, Pascasarjana, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok
Email: halilamrih01@gmail.com

ABSTRACT

*Reduced forest or deforestation is widespread in East Aceh District for plantation, agriculture and settlement purposes. Forests in Sumatra, including in East Aceh District are Sumatran Elephant habitat (*Elephas maximus sumatranus*). However, encroachment resulted in this fauna threatened sustainability. Sumatran elephants are endangered species protected by law both since Dutch colonialism, post-independence, and international regulations. Elephants have an important ecosystem role, but are seen as a nuisance to the local economy in East Aceh district, so it is not electrocuted, killed and abused. This paper reviews deforestation of the Sumatran Elephant in East Aceh District. The results of the study show that elephant roaming areas intersect with deforestation that occurred in East Aceh district. As an alternative local economy, there is still the potential of ecotourism with the mascot of Sumatran elephant. Thus the Sumatran elephant is still able to be sustainable and the forest as a habitat is maintained.*

Keywords : Forest conservation, Sumatran Elephants, deforestation

ABSTRAK

*Berkurangnya hutan atau deforesasi semakin meluas di Kabupaten Aceh Timur untuk keperluan perkebunan, pertanian dan permukiman. Hutan di Sumatera, termasuk di wilayah Kabupaten Aceh Timur merupakan habitat Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*). Namun, perambahan mengakibatkan fauna ini terancam kelestariannya. Gajah Sumatera merupakan satwa langka yang dilindungi Undang-Undang baik sejak kolonial Belanda, pasca RI merdeka, maupun peraturan internasional. Gajah memiliki peran ekosistem yang penting, tetapi dipandang sebagai gangguan bagi ekonomi lokal di Kabupaten Aceh Timur, sehingga tidak sedikit disetrum, dibunuh dan dianiaya. Tulisan ini mengulas deforesasi terhadap Gajah Sumatera di Kabupaten Aceh Timur. Hasil studi menunjukkan wilayah jelajah gajah bersinggungan dengan deforesasi yang terjadi di Kabupaten Aceh Timur. Sebagai alternatif ekonomi lokal, masih ada potensi ekowisata dengan maskot Gajah Sumatera. Dengan demikian Gajah Sumatera masih tetap dapat lestari dan hutan sebagai habitatnya tetap terjaga.*

Katakunci : Pelestarian hutan, Gajah Sumatera, deforesasi

1. PENDAHULUAN

Sumatera mengalami laju pengurangan hutan atau deforesasi tercepat di Asia Tenggara, bahkan mencapai 3,2-5,9% (Archard dkk, 2002). Selama tahun 2000-2009 laju deforesasi terbesar setelah Kalimantan adalah Sumatera dengan persentase 24,49% (Forest Watch Indonesia, 2001). Penyebab hilangnya hutan Sumatera ialah penebangan kayu ilegal maupun non-ilegal, pengembangan perkebunan terutama kelapa sawit dan kayu untuk kertas, konversi lahan perladangan oleh penduduk pendatang melalui program transmigrasi pemerintah Indonesia, dan kebakaran hutan (Kinnaird, dkk, 2003).

Kabupaten Aceh Timur merupakan Kabupaten terluas dari 23 kabupaten/kota di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam (NAD), di Sumatera (seluas 6.040,60 km² atau 10,53% dari luas Provinsi NAD). Terletak pada 4 °09'21,08" - 5 °06'02,16" Lintang Utara dan 97 °15'22,07" - 97 °34'47,22" Bujur Timur, Kabupaten ini cukup strategis karena berada di pesisir timur Provinsi NAD dan dilalui oleh jalan utama Medan-Banda Aceh, sehingga memiliki potensi ekonomi yang cukup besar. Selain itu kabupaten ini juga merupakan daerah tujuan transmigrasi.

Pertanian merupakan sektor basis di Kabupaten Aceh Timur. Kontributor PDRB terbesar tiap tahunnya, ialah sektor Pertanian, Kehutanan dan Perikanan (meningkat dari 37,12% di tahun 2012 menjadi 45,97% di tahun 2016). Untuk Sektor Pertambangan dan Penggalian berhenti menjadi penyumbang PDRB terbesar kedua sejak tahun 2014. Akan tetapi dalam lima tahun terakhir ini, laju pertumbuhan PDRB Sektor Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan sangat berfluktuasi dan mulai melambat di tahun 2016 menjadi 2,31%, atau lebih lambat dari semua jenis lapangan usaha lainnya, kecuali Sektor Pertambangan dan Penggalian (-44,45%).

Berkembangnya daerah transmigrasi dan pemukiman, serta perkebunan di selatan Kabupaten Aceh Timur, menyebabkan perambahan hutan yang merupakan habitat dari satwa liar, termasuk diantaranya Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*). Gajah Sumatera termasuk satwa yang memiliki wilayah jelajah cukup besar. Daya jelajah gajah cukup bervariasi tergantung pada ketersediaan pakan dan air. Jika ketersediaan pakan dan air mencukupi, dan gangguan yang ada kecil, maka dimungkinkan wilayah jelajahnya kecil (Whyte, 1996).

Kehadiran gajah pada wilayah yang terdapat aktivitas manusia, setelah adanya deforesasi untuk ekonomi, menyebabkan terjadinya konflik antara gajah dengan manusia. Peningkatan kematian Gajah Sumatera karena faktor HEC (human elephant conflict) cukup tajam dari 8 kasus menjadi 45 kasus (Sukmantoro dan Syamsuardi, 2013).

Oleh karena itu, menjadi urgensi penelusuran lebih lanjut mengenai deforesasi dengan wilayah jelajah gajah. Mengingat, gajah merupakan satwa yang dilindungi sejak kolonial Belanda, yaitu Peraturan Perlindungan Binatang Liar Tahun 1931

Nomor 134 dan 266 (Jajak, 2004), pasca Indonesia merdeka (SK Menteri Pertanian RI No.234/Kpts/Um/1972 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan), dan peraturan internasional, yaitu CITIES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna) yang mana menggolongkan gajah dalam daftar Appendix I yang merupakan satwa liar yang tidak boleh diperdagangkan secara internasional, baik gading maupun bagian tubuh lainnya (CITIES, 2000, <http://checklist.cites.org>).

2. METODOLOGI

Data yang dipergunakan antara lain:

- Peta tutupan lahan (landcover) hutan yang diolah dari citra landsat dari tahun 2006 hingga 2016, yaitu tahun 2006, tahun 2009, tahun 2014, tahun 2015.

- Peta penggunaan lahan tahun 2015

- Peta wilayah jelajah gajah

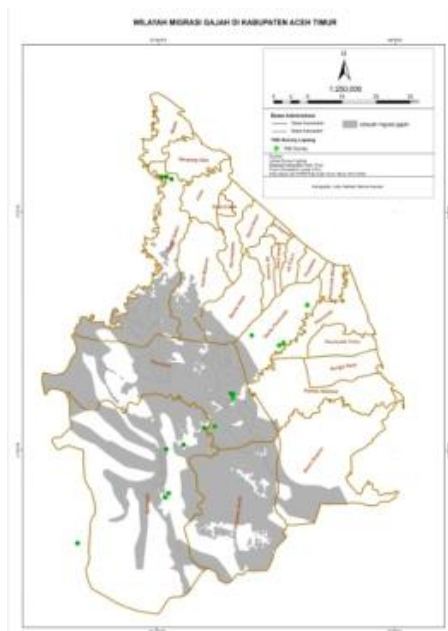
Data-data tersebut dianalisa dengan metode tumpang tindih (overlay) mempergunakan software ArcGIS 10.1. Wilayah deforesasi dengan wilayah jelajah gajah, menjadi cikal bakal lokasi potensi konflik gajah-manusia. Selain itu dari peta penggunaan lahan, akan diketahui penggunaan lahan apa dan dimana potensi konflik terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

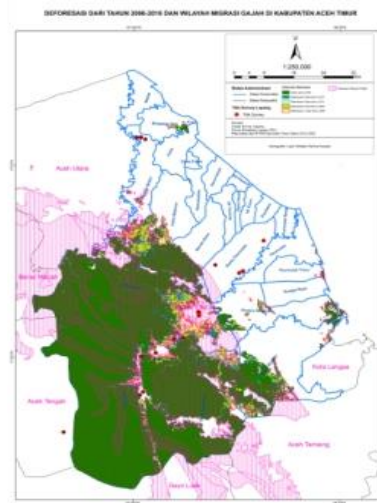
3.1 Deforesasi Kabupaten Aceh Timur

Deforesasi tertinggi pada tahun 2006-2009 terdapat pada Kecamatan Peunaron (-3071,80 hektar). Tahun 2009-2014, deforesasi tertinggi masih di Kecamatan Peunaron (4424,76 hektar). Pada tahun 2014-2015, deforesasi tertinggi di Kecamatan Serbajadi (1398,49 hektar). Setahun berikutnya masih tertinggi di Kecamatan Serbajadi, dengan peningkatan luasan deforesasi (1597,76 hektar). Secara posisi, perambahan hutan dari tengah Kabupaten Aceh Timur (Kecamatan Peunaron), semakin mengarah ke selatan (Kecamatan Serbajadi). Ini berarti perambahan hutan deforesasi semakin masif terjadi.

- 4) Kecamatan Serba Jadi (47.411,16 hektar atau 37,96% dari luas Kabupaten Aceh Timur)
- 5) Kecamatan Indra Makmur (7.194,82 hektar atau 29,35% dari luas Kabupaten Aceh Timur)
- 6) Kecamatan Banda Alam (3.818,24 hektar atau 21,17% dari luas Kabupaten Aceh Timur)
- 7) Kecamatan Birem Bayeun (9552,33 hektar atau 18,75% dari luas Kabupaten Aceh Timur)
- 8) Kecamatan Ranto Peureulak (2425.61 hektar atau 10,80% dari luas Kabupaten Aceh Timur)
- 9) Kecamatan Rantau Selamat (265,65 hektar atau 0,96% dari luas Kabupaten Aceh Timur).



3.3 Keterkaitan deforesasi Kabupaten Aceh Timur dan Wilayah Jelajah Gajah



Berdasarkan peta diatas, wilayah jelajah gajah ternyata meliputi hampir separuh dari Kabupaten Aceh Timur, tepatnya 35,60% total Kabupaten Aceh Timur atau seluas 193.181,11 hektar. Deforesasi pada wilayah jelajah gajah di Kabupaten Aceh Timur sangat berkait dengan kependudukan masyarakat Aceh Timur, terutama akibat adanya transmigrasi.

Pemerintah di Kabupaten Aceh Timur sejak tahun 2013, mencanangkan pembangunan Kawasan Terpadu Mandiri (KTM) Seumanah Jaya bertemakan "Pembangunan Transmigrasi Berbasis Kawasan Kota Terpadu Mandiri (KTM) Seumanah Jaya, dapat Membentuk Satu Kesatuan Sistem Pembangunan dan Pertumbuhan Ekonomi Wilayah Yang Lebih Cepat Tumbuh di Kabupaten Aceh Timur". Kecamatan-kecamatan dalam pembangunan tersebut meliputi Kecamatan Peunaron, Kecamatan Ranto Peureulak, dan Kecamatan Serbajadi. Adapun landasan hukum pembangunan tersebut tertuang dalam :

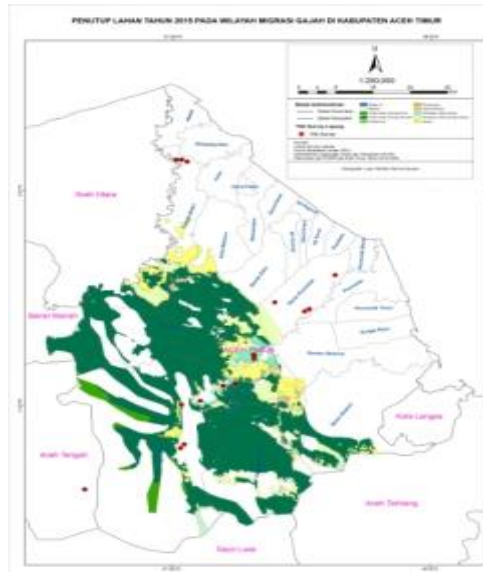
1. Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor : B.243/MEN/P2KT-PTPKT/XII/2013, Tanggal 31 Desember 2013, Perihal: Izin Prinsip Pembangunan dan Pengembangan Kota Terpadu Mandiri (KTM) Seumanah Jaya Kabupaten Aceh Timur.
2. QANUN KABUPATEN ACEH TIMUR Nomor : 10 Tahun 2015, Tanggal 16 Desember 2015, Tentang: Kawasan Kota Terpadu Mandiri Seumanah Jaya.

No	Kecamatan	Gampong (Desa)	Pola Ruang Berdasarkan RTRW Kabupaten.Aceh Timur Tahun 2012-2032	
			Kawasan Lindung	Kawasan Budidaya

1	Peunaron	1). Gampong Arul Pinang 2). Gampong Bukit Tiga 3). Gampong Sri Mulya 4). Gampong Peunaron Baru 5). Gampong Peunaron Lama	Sungai Sempadan Sungai Hutan Lindung Hutan Produksi	Permukiman Perdesaan Permukiman Perkotaan Pertanian Lahan Basah Perkebunan besar Transmigrasi Perkebunan Rakyat
2	Ranto Peureulak	1). Gampong Seumanah Jaya; 2). Gampong Punt Payong; 3). Gampong Alue Genteng; 4). Gampong Beurandang	Sungai Sempadan Sungai Hutan Produksi	Permukiman Perdesaan Pertanian Lahan Basah Pertanian Lahan Kering Perkebunan Besar Pertambangan Perkebunan Rakyat Industri Menengah
3	Serba Jadi	1). Gampong Arul Durin; 2). Gampong Bunin; dan 3). Gampong UPT - I Kuala Pango.	Sungai Sempadan Sungai Hutan Lindung Hutan Produksi	Permukiman Perdesaan Pertanian Basah Perkebunan Besar Pertambangan Transmigrasi Perkebunan Rakyat

Kontrasnya, dalam tiga kecamatan yang dicanangkan untuk wilayah transmigrasi ini, sebagian termasuk dalam wilayah jelajah gajah, sehingga potensi konflik gajah-manusia rentan terulang kembali. Wilayah jelajah gajah pada tiap kecamatan tersebut ialah Kecamatan Peunaron 79,94% (60100.88 Hektar), Kecamatan Ranto Peureulak 10,80% (2425.61 hektar), dan Kecamatan Serba Jadi 37,96% (47.411,16 hektar). Deforesasi di wilayah jelajah gajah berakibat pada hilangnya habitat, pakan gajah, dan sumber air untuk kehidupan gajah. Akibatnya, gajah semakin mencari lokasi yang sesuai untuk habitatnya, dan gajah pun merambah ke lokasi-lokasi penduduk, serta komoditas yang dibudidayakan, yang mana disukai gajah. Oleh karenanya, perlu adanya strategi untuk mencegah berulangnya konflik gajah-manusia, setelah adanya deforesasi untuk aktivitas ekonomi masyarakat.

3.4 Penggunaan Lahan terkait dengan Koflik Gajah-Manusia



Penutup lahan pada wilayah migrasi gajah di Kabupaten Aceh Timur, terdiri dari badan air, belukar, hutan lahan kering sekunder, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, tanah terbuka, perkebunan, dan sawah. Sedangkan wilayah migrasi gajah yang rawan konflik berada pada wilayah hutan yang kemudian dirambah menjadi areal aktivitas manusia, seperti sawah, perkebunan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur. Tempat tinggal pun, yang diberi istilah permukiman, juga tak luput menjadi area wilayah migrasi gajah.

Beberapa komoditas di wilayah yang bersinggungan dengan migrasi gajah ialah padi non-intensifikasi, padi intensifikasi, padi gogo, kedelai, jagung, karet, kelapa sawit, pinang, dan kakao. Rawan konflik terjadi karena gajah memiliki siklus wilayah jelajahnya untuk mencari makan. Gajah pun bukan hanya dalam kawasan hutan, tetapi sampai 20 km dari kawasan hutan, masif sekali dan dampak sosialnya tinggi sekali (FKL dan Haka, 2018, wawancara). Jika bertanam makanan yang memang disukai gajah, maka gajah akan melintasinya. Dulu, gajah tidak melintasi komoditas jeruk, dan komoditas lainnya karena bukan makanannya. Namun kini, komoditas yang ditanam adalah makanan gajah, seperti kelapa sawit, sehingga untuk mencegah konflik sosial antara manusia dan gajah, maka perlu dilakukan tindakan preventif.

Tindakan preventif yang dapat dilakukan agar tidak lagi terjadi konflik manusia-gajah ialah mengganti komoditas yang disukai gajah menjadi komoditas yang tidak disukai gajah. Selain itu deforesasi sebaiknya tidak lagi dilakukan, karena akan bersinggungan dengan wilayah jelajah gajah, sehingga menimbulkan konflik baru. Oleh karenanya optimalisasi komoditas substitusi menjadi penting. Apabila substitusi tidak mungkin dilakukan, maka dapat dibuat "pagar komoditas" yang tidak disukai gajah. Pagar komoditas ini menjadi sekat antara wilayah jelajah gajah dengan wilayah komoditas ekonomi yang disukai gajah, tetapi diberdayakan

masyarakat. Namun, perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai berapa jarak yang diperlukan terkait “pagar komoditas” ini.

Aktivitas ekonomi yang dapat menjadi alternatif ialah ekowisata dengan maskot gajah di Kabupaten Aceh Timur. Gajah Sumatera merupakan satwa langka yang dapat menjadi daya tarik wisatawan mancanegara dan domestik. Selain itu pemanfaatan nilai hutan tanpa melakukan deforesasi, misalnya ialah memberdayakan madu hutan, maupun obat-obatan yang berasal dari hutan.

4. KESIMPULAN

Deforesasi di Kabupaten Aceh Timur disebabkan oleh permukiman terutama transmigrasi, perkebunan kelapa sawit, serta pemberdayaan lahan untuk komoditas seperti padi (non-intensifikasi dan intensifikasi), padi gogo, kedelai, jagung, karet, kelapa sawit, pinang, dan kakao. Wilayah jelajah Gajah Sumatera terganggu setelah adanya deforesasi. Hal ini disebabkan ada wilayah-wilayah jelajah gajah yang bersinggungan dengan lokasi deforesasi di Kabupaten Aceh Timur. Gajah pun, sesuai instingnya, mencari habitat yang terdapat pakan dan sumber air, hingga ke wilayah penduduk. Akibatnya, terjadi konflik gajah-manusia.

Perlu adanya strategi preventif konflik, mengingat gajah merupakan satwa liar yang dilindungi, serta bermanfaat menjaga ekosistem, seperti menyebarkan biji tumbuhan dan pengendali pertumbuhan flora. Strategi ini dapat berupa mengembangkan ekowisata dengan gajah Sumatera sebagai maskot. Optimalisasi hutan sebagai komoditas ekonomi melalui mengambil hasil hutan berupa madu hutan, maupun obat-obatan dapat menjadi alternatif lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Achard F, Eva H D, Stibig H J, Mayaux P, Gallego J, Richards T And Malingreau J P. 2002. Determination of Deforestation Rates of The World's Humid Tropical Forests Science 297 999-1002.
- Jajak, M.D. 2004. Binatang-Binatang yang Dilindungi. Jakarta. Progres.
- Kinnaird, MF, EW. Sanderson, TG. O'Brien, HT. Wibisono & G. Woolmer. 2003. Deforestation Trends in a Tropical Landscape and Implications for Endangered Large Mammals. Cons. Biol., 17:245-257.
- Sukmantoro W., Syamsuardi., Sudibyo., dan Adan Suprahman. H. 2011. Desain Kanalatau Parit Gajah sebagai bagian dari teknik mitigasi konflik Gajah-Manusia di Tesso Nilo Propinsi Riau. 15 Juni 2011.
- Whyte, I.J. 1996. Studying Elephant Movements. African Wildlife Foundation. Nairobi. Kenya.
- Wirendro Sumargo et.al. 2011. Potret Keadaan Hutan Indonesia Periode Tahun 2000-2009. Bogor: Forest Watch Indonesia (FWI).
- <http://checklist.cites.org>

Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Kesiapsiagaan Menghadapi Letusan Gunung Agung Provinsi Bali (Studi: Penggunaan Aplikasi InAWARE)

Suprpto, Ratih Nurmasari, Ainun Rosyida

Pusat Data, Informasi dan Humas BNPB, Jl. Pramuka Kav. 38, Jakarta Timur 1310, Indonesia,
email:prapto@bnpb.go.id

ABSTRACT

Indonesia has 127 active volcanoes that can erupt at any time. In 2017, status of Mount Agung was stated to level III (Watch) on September 18, 2017 and increased to level IV (warning) on September 2017. The increasing level was responded by evacuating local residents living around hazard zone to safer places. InAWARE is an application managed by BNPB that is able to use for preparedness towards potential eruption. Result of the InAWARE showed that 127 schools and 26 government offices were located in the hazard zone. There were three ports that could be an assembly point for evacuating if there would have been explosive eruption. Besides, InAWARE also showed location of hospitals that could be used for urgent medical support due to the potential eruption.

Keywords : Volcanoes eruption, Mount Agung, InAWARE

ABSTRAK

Indonesia memiliki 127 gunung api aktif yang dapat meletus setiap saat. Pada tahun 2017 Gunung Agung mengalami peningkatan status ke level siaga pada tanggal 18 September 2017 dan naik level awas pada tanggal 22 September 2017. Peningkatan level ini direspon dengan mengungsikan masyarakat di Kawasan berbahaya ke tempat yang lebih aman. InAWARE merupakan aplikasi BNPB yang dapat digunakan untuk upaya kesiapsiagaan letusan Gunung Agung. Hasil dari InAWARE menunjukkan bahwa ada 127 unit sekolah dan 26 kantor pemerintahan di Kawasan rawan bencana letusan Gunung Agung. Ada 3 pelabuhan terdekat yang dapat digunakan untuk proses evakuasi jika letusan besar benar-benar terjadi. Selain itu, InAWARE juga menampilkan lokasi rumah sakit terdekat yang dapat digunakan sebagai rujukan korban akibat bencana.

Katakunci : Letusan Gunung, Gunung Agung, InAWARE

1. PENDAHULUAN

Bencana merupakan sisi lain dari perkembangan kemajuan bangsa Indonesia. Sejarah mencatat bahwa beberapa kerajaan mengalami keruntuhan bahkan hilang akibat bencana. Letusan Gunung Krakatau purba tahun 1883 menyebabkan banyak penduduk meninggal dunia dan awan dipenuhi dengan abu vulkanik dalam beberapa hari. Gempabumi dan tsunami yang terjadi tahun 2004 di Aceh menyebabkan lebih dari 160 ribu orang meninggal dan hilang. Gempabumi di

Padang, Sumatera Barat pada tahun 2009 juga berdampak pada kehidupan masyarakat kota Padang.

Indonesia memiliki 127 gunung berapi yang masih aktif dan 500 tidak aktif di Indonesia (Basyid, 2010). Aktivitas dari gunung api selalu dipantau oleh Badan Vulkanologi. Hasil dari pemantauan ini digunakan untuk memberikan rekomendasi kepada pihak terkait jika gunung mengalami peningkatan aktivitas. Bencana erupsi Gunungapi Merapi mempengaruhi status ekonomi rumah tangga setelah bencana yaitu perubahan pekerjaan, pendapatan, pengeluaran, pola konsumsi, aset rumah tangga (investasi tanah, kendaraan pribadi, barang elektronik) (Handayani, nd).

Perkembangan teknologi informasi dewasa ini semakin canggih dan pesat. Ketersediaan internet dengan kecepatan tinggi dan kecanggihan peralatan IT telah mendukung berbagai kegiatan masyarakat. Banyak cara dilakukan untuk mempermudah kerja masyarakat. Penggunaan aplikasi diharapkan mampu mengurangi keterbatasan visualisasi dan informasi yang disampaikan kepada khalayak ramai.

Kesiapsiagaan merupakan unsur utama dalam menghadapi bencana. Peningkatan status Gunung Agung disikapi dengan berbagai upaya kesiapan dalam menghadapi letusan besarnya. Rush (2013) dalam penelitiannya menjelaskan bencana alam dapat mempengaruhi individu secara langsung melalui kematian, luka-luka, dan kerugian. Selain dampak tersebut, Sumarno (2013) menyebutkan bahwa kerugian secara psikis dan mental juga dirasakan oleh para korban seperti timbulnya reaksi psikologis.

InAWARE dapat digunakan untuk mengidentifikasi awal, kemungkinan sekolah dan kantor pemerintahan yang terdampak akibat letusan gunung ini. Selain itu, dengan InAWARE juga dapat diketahui lokasi rumah sakit dan pelabuhan sebagai sarana untuk rujukan korban dan jalur evakuasi.

2. METODOLOGI

2.1 Landasan Teori

Kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana merupakan langkah awal untuk meminimalisir dampak bencana. Melalui upaya kesiapsiagaan dan mitigasi bencana, maka kemungkinan terburuk dari suatu bencana diperkirakan. Kesadaran masyarakat dalam kesiapsiagaan bencana yaitu proses mendidik dan memberdayakan penduduk melalui pengetahuan dan informasi tentang jenis bencana alam dan potensi risiko (Kangaban, et al, 2012).

Pengertian lain dari kesiapsiagaan adalah tindakan-tindakan yang memungkinkan pemerintah, organisasi, masyarakat, komunitas dan individu dalam menanggapi secara efektif dan cepat situasi bencana (Carter, 1991). Kesiapsiagaan merupakan kegiatan sebelum terjadi bencana yang dilakukan oleh pemerintah, masyarakat maupun individu. Kesiapsiagaan dari masyarakat akan membuat masyarakat lebih siap ketika bencana melanda (Dodon, 2013). Menurut Undang-Undang No 24

tahun 2007 kesiapsiagaan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna.

2.2 Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan data yang telah disediakan dalam InAWARE pada folder Gunung Agung (bali). Lapisan yang tersedia dalam folder ini adalah:

- a. Rumah sakit
- b. Sekolah
- c. Perdagangan
- d. Pelabuhan
- e. Dermaga
- f. Terminal bis
- g. Pariwisata
- h. Kantor pemerintahan
- i. Radius
- j. Zona KRB Agung
- k. Wilayah administrasi desa
- l. Wilayah administrasi kecamatan

Metode dalam penelitian ini adalah mengoverlay/tumpang susun layer/lapisan yang ada dengan Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Agung. Selanjutnya akan dinalisa mengenai kantor pemerintahan, sekolah, terminal bis, dan rumah sakit yang berada di KRB Gunung Agung.

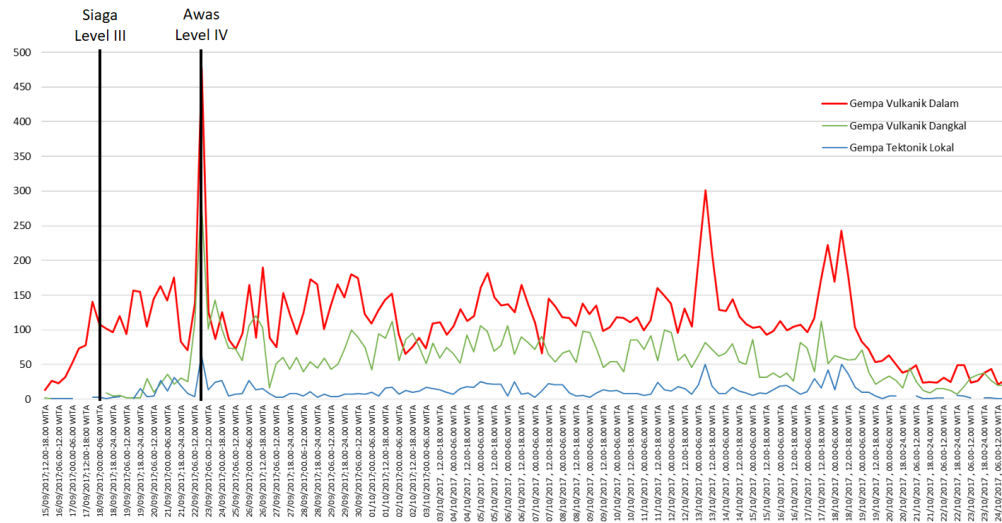
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembahasan dalam penelitian ini dilakukan dengan melihat berbagai variabel yang masuk ke dalam KRB Gunung Agung. Peningkatan status Gunung Agung berdampak pada jumlah masyarakat yang mengungsi. Perlu adanya kesiapsiagaan apabila gunung ini benar-benar meletus.

3.1 Dampak Peningkatan Status Gunung Agung

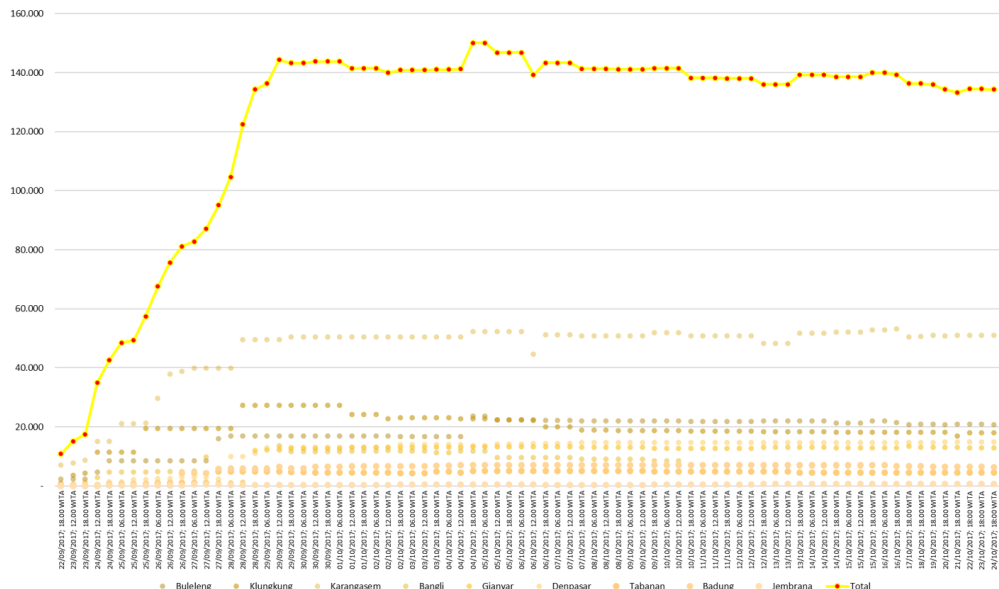
Status Gunung Agung mengalami kenaikan pada 18 September 2017 ke level III (siaga). Pada tanggal 22 September 2017 status gunung ini dinaikkan menjadi level IV (awas). Peningkatan status secara langsung direspon dengan mengungsikan masyarakat yang berada pada zona bahaya. Mengungsikan masyarakat ke tempat yang lebih aman, dengan harapan bahwa apabila gunung mengalami erupsi setiap saat maka tidak akan ada korban. Kenaikan level di Gunung Agung didasarkan pada pengamatan yang dilakukan oleh Pos Pengamatan Badan Vulkanologi PVMBG. Pemerintah daerah bersama dengan pemerintah pusat bergerak cepat dengan membentuk pos komando di Tanah Ampo, Desa Tanah Ampo, Kecamatan

Manggis, Karangasem. Posko ini berfungsi untuk melakukan berbagai koordinasi dan sebagai Gudang logistik.



Gambar 1. Grafik Kegempaan Gunung Agung

Pasca peningkatan status, gempa lokal sering terjadi di wilayah Karangasem. Hampir setiap hari masyarakat merasakan gempa akibat aktivitas gunung. Masyarakat yang mengungsi menempati beberapa pos pengungsian. Tidak hanya menempati pos-pos pengungsian yang telah disediakan, masyarakat juga mengungsi ke rumah saudara mereka. Masyarakat yang berada di zona aman banyak juga yang menyediakan lokasi pengungsian bagi mereka yang membutuhkan.



Gambar 2. Jumlah Pengungsi Gunung Agung

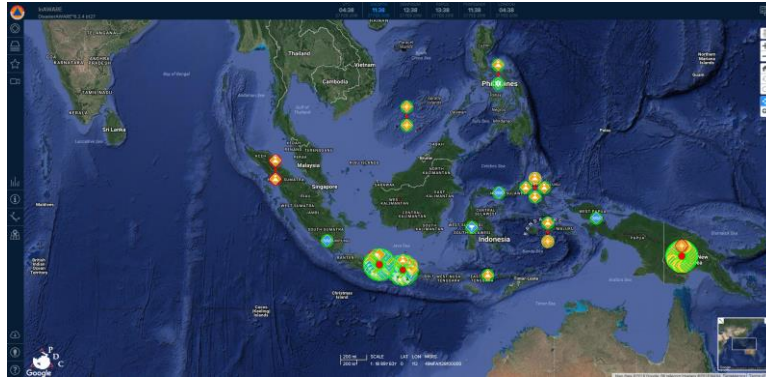
Pengungsi Gunung Agung tercatat pernah mencapai angka 150 ribu orang. Pengungsi ini tersebar di Kabupaten Buleleng, Klungkung, Karangasem, Bangli, Tabanan, Kota Denpasar, Gianyar, Badung dan Jembarana. Selama di pengungsian, para pengungsi hidup dari logistik yang disediakan oleh pemerintah dan bantuan dari berbagai kalangan. Jumlah pengungsi mulai berkurang setelah adanya kepastian dari pemerintah desa mana saja yang masuk dalam Kawasan rawan bencana. Awal Januari radius berbahaya Gunung Agung diturunkan menjadi 6 KM. Penurunan radius ini berdampak pada pemulangan sejumlah pengungsi ke desa mereka. Berdasarkan analisis peta kawasan rawan bencana, terdapat 12 desa di dalam radius 6 kilometer dari puncak kawah. Dari 12 desa tersebut terdapat 7 desa yang ada penduduknya dan 5 desa yang tidak ada penduduknya. 7 desa dengan 20 Banjar yang penduduknya masih harus mengungsi adalah:

1. Desa Jungutan (Br. Dinas Yeh Kori, Br. Desa Galih),
2. Desa Buana Giri (Br. Dinas Tanah Aron, Br. Dinas Bhuana Kerta, Br. Dinas Kemoning, Br. Desa Nangka),
3. Desa Sebudi (Br. Dinas Sogra, Br. Dinas Lebih, Br. Dinas Badeg Dukuh, Br. Dinas Telung Buana),
4. Desa Besakih (Br. Dinas Temukus),
5. Desa Datah (Br. Dinas Kedampel),
6. Desa Baturinggih (Br. Dinas Bantas),
7. Desa Ban (Br. Dinas Pengalusan, Br. Dinas Cegi, Br. Dinas Daya, Br. Dinas Pucang, Br. Dinas Belong, Br. Dinas Bonyoh, Br. Dinas Cutcut).

Pada Sabtu (10/2/2018) status Gunung Agung diturunkan menjadi Siaga (level III), berdasarkan kajian yang telah dilakukan oleh PVMBG. Radius aman gunung menjadi 4 km. Masyarakat dapat kembali ke rumah mereka dan melakukan kegiatan normal seperti sedia kala.

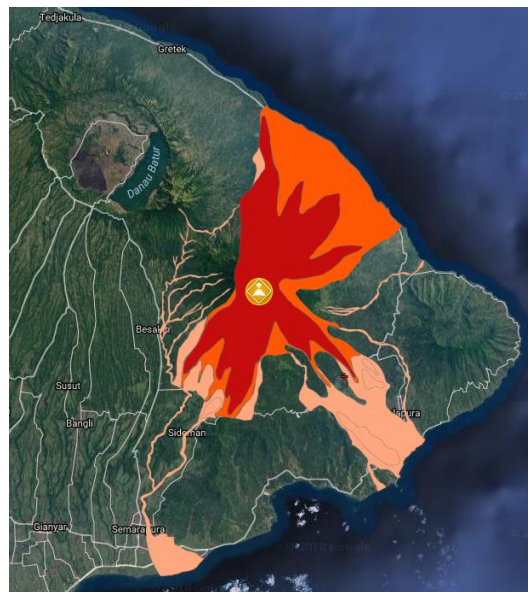
3.2 Fasilitas Terdampak KRB Gunung Agung

Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Agung merupakan data dasar yang dapat digunakan untuk melihat potensi fasilitas apa saja yang kemungkinan terdampak letusan gunung. InAWARE merupakan sebuah aplikasi yang dikembangkan salah satunya untuk memantau bencana yang terjadi di Indonesia. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk melakukan analisa terhadap sebuah kejadian bencana serta dapat menambahkan beberapa gambar pada peta. Dalam kegiatan sehari-hari InAWARE digunakan untuk memantau kejadian bencana, serta hal lainnya seperti jumlah hotspot, arah angin dan cuaca.



Gambar 3. Tampilan InAWARE

Penelitian ini menggambarkan secara spasial mengenai KRB Gunung Agung terhadap wilayah yang berada di wilayah KRB. Kawasan rawan bencana ini terbagi menjadi 3 yaitu KRB I, II dan III. Pada KRB I merupakan Kawasan yang terpapar bahaya dari landaan lahar dan kemungkinan perluasan awan panas. Kawasan Rawan Bencana II, bahaya dari awan panas, aliran lava, lahar, lontaran material, dan batu pijar. Kawasan Rawan Bencana III, bahaya dari landaan awan panas, aliran lava, guguran batu, lontaran batu pijar, dan hujan abu.



Gambar 4. KRB Gunung Agung

Gambar 4 merupakan wilayah yang kemungkinan akan terdampak jika Gunung Agung meletus. Lapisan tersebut kemudian di overlay dengan lokasi sebaran sekolah. Gambar 5 memperlihatkan bahwa banyak sekolah yang masuk dalam KRB I, II dan III.

Tabel 1. Jumlah Sekolah di Kawasan KRB

No	KRB	Jml Sekolah
1	I	69
2	II	45
3	III	13

Jumlah sekolah yang berada dalam KRB tercatat ada 127 unit sekolah. Tabel 1 menunjukkan jumlah sekolah berdasarkan KRBnya. Ada 13 sekolah yang berada di KRB III. Saat situasi awas, maka aktifitas kegiatan sekolah ditiadakan di sekolah ini untuk menghindari jatuhnya korban jika Gunung Agung erupsi. Penghentian proses belajar mengajar pasti akan mengganggu jadwal sekolah, terlebih jika penghentian ini berlangsung dalam waktu yang lama. Peserta didik baik murid maupun guru akan mengalami kesusahan dalam menyesuaikan jadwal pembelajaran. Jika melihat banyaknya sekolah yang berada di Kawasan rawan bencana, maka pemerintah harus mulai untuk menyiapkan alternatif pembelajaran. Hal ini dilakukan agar peserta didik yang terdampak dapat terus mengikuti kegiatan belajar.



Gambar 5. Sebaran Sekolah

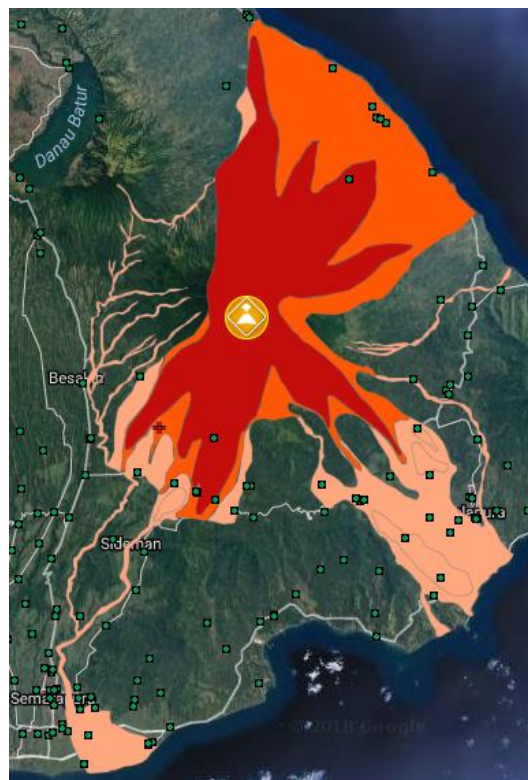
Kesiapsiagaan bencana mempunyai tujuan untuk menekan dampak dan korban yang mungkin timbul akibat bencana. Melihat banyaknya sekolah yang berada di

wilayah KRB, maka perlu adanya suatu strategi dan langkah dalam menyikapi keberlangsungan belajar peserta didik. Pemerintah dapat mengupayakan keberlangsungan pendidikan misalnya dengan mengupayakan tempat yang dapat digunakan untuk kegiatan belajar. Salah satu alternative yang dapat dilakukan juga dengan *sister school* yaitu dengan menitipkan peserta didik ke sekolah-sekolah lain yang memungkinkan.

Selain sekolah, kantor pemerintahan juga berada di lokasi KRB Gunung Agung. Total ada 26 kantor pemerintahan yang berada di zona KRB. Detail jumlah kantor pemerintahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Kantor Pemerintahan di Kawasan KRB

No	KRB	Jml Kantor Pemerintahan
1	I	15
2	II	9
3	III	2



Gambar 6. Kantor Pemerintahan

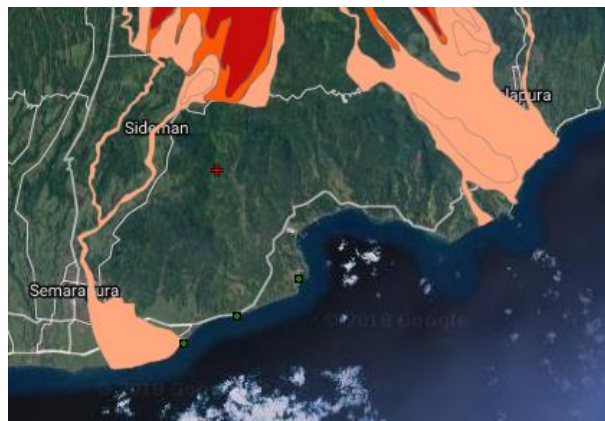
Gedung pemerintahan juga merupakan fasilitas penting dalam menghadapi bencana. Perlu adanya rencana kontijensi apabila kantor pemerintahan terdampak letusan gunung. Kondisi saat darurat bencana, pelayanan kepada

masyarakat sebisa mungkin harus tetap berjalan. Pelayanan ini mencakup kegiatan sehari-hari seperti biasanya dan kegiatan kedaruratan bencana. Pemerintah daerah memiliki tanggung jawab untuk memberikan perlindungan dan pelayanan kepada warga masyarakat.

Terlebih pada saat situasi bencana maka pemerintah daerah memiliki peranan penting dalam melindungi, menjauhkan masyarakat dari bencana dan kelangsungan hidup mereka. Maka dari itu perlu adanya rencana kontinjensi sebelum bencana benar-benar terjadi. Kesiapsiagaan dalam menghadapi hal terburuk dalam letusan Gunung Agung mulai dipikirkan dan direncanakan agar tidak terjadi masalah di saat darurat bencana.

3.3 Aksesibilitas dan Rumah Sakit

Perencanaan dalam menghadapi bencana, merupakan bagian dalam meminimalkan risiko yang bisa timbul akibat bencana. Rencana kontinjensi harus benar-benar dipersiapkan agar dapat menjadi pengangan dan arahan jika suatu saat Gunung Agung mengalami letusan. Beberapa hal yang perlu dipetakan adalah aksesibilitas seperti pelabuhan dan rumah sakit terdekat. Pelabuhan dapat dimanfaatkan untuk memobilisasi masyarakat secara bertahap dengan menggunakan kapal laut. Tentunya hal ini harus didukung dengan moda transportasi kapal dan sumber daya yang selalu siap.

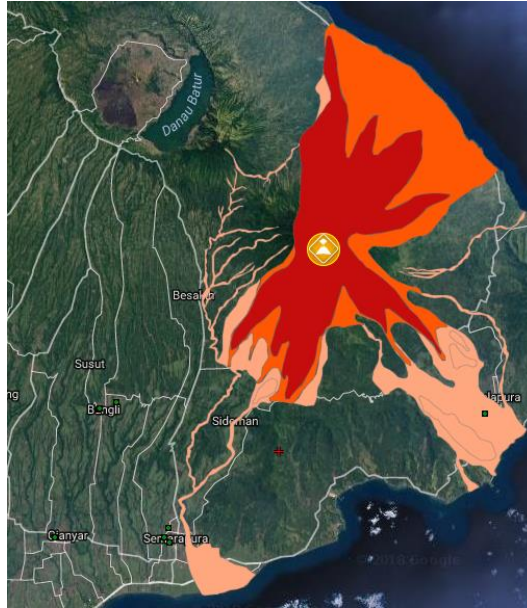


Gambar 6. Pelabuhan sebagai Moda Transportasi Laut

Terdapat tiga titik pelabuhan yang terdekat. Pelabuhan ini dapat difungsikan untuk mengungsikan masyarakat terdampak jika jalur darat tidak mungkin ditempuh. Tentu saja pemerintah maupun pihak swasta yang memiliki armada kapal harus selalu siap jika dibutuhkan. Pemerintah daerah atau pihak yang berwenang dapat mempersiapkan pelabuhan ini dengan terlebih dahulu analisa jenis kapal yang mungkin dapat bersandar dan ketersediaan kapal. Namun hal ini juga harus disosialisasikan kepada masyarakat sekitar yang kemungkinan terdampak letusan.

Hal ini berguna untuk memberikan arahan kepada masyarakat, mereka harus mengungsi kemana jika Gunung Agung meletus.

Sarana prasarana lain yang perlu dipersiapkan adalah rumah sakit. Fasilitas kesehatan ini sangat penting karena tidak menutup kemungkinan ada masyarakat yang terluka dampak dari letusan gunung. Rumah sakit terdekat dan tidak masuk dalam kawasan rawan bencana merupakan sumber daya yang dibutuhkan saat darurat. Rumah sakit ini menjadi rujukan pertama jika ada korban letusan. Tentu saja harus dibarengi dengan kesiapan rumah sakit sendiri dalam menganani pasien serta jumlah armada yang dapat dikerahkan.



Gambar 7. Sebaran Rumah sakit

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. InAWARE mampu untuk melakukan perhitungan awal terhadap jumlah sekolah dan kantor pemerintahan yang berada di Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Agung.
2. InAWARE dapat digunakan untuk membuat rencana kontinjensi dalam pemilihan jalur evakuasi seperti titik pelabuhan. Selain itu juga dapat digunakan untuk menampilkan lokasi rumah sakit terdekat tetapi tidak dalam Kawasan rawan bencana Gunung Agung.

4.2 SARAN

Penelitian ini hanya mengidentifikasi beberapa fasilitas yang disediakan oleh InAWARE. Untuk memperkaya hasil yang didapatkan, penelitian berikutnya dapat

menambahkan layer yang diperlukan, seperti akses jalan. Penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan fitur menggambar pada InAWARE untuk memberikan gambaran lain yang dibutuhkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Basyid, M. A. (2010). Pengembangan Peta Rencana Kontijensi Bencana Gunung Api Studi Kasus :Gunung Api Lokon. Bandung. Institut Teknnologi Nasional
- Carter, W. N. (1991). Disaster Management A Disaster Manager's Handbook. Asian Development Bank.
- Dodon. (2013). Indikator Dan Perilaku Kesiapsiagaan Masyarakat Di Permukiman Padat Penduduk Dalam Antisipasi Berbagai Fase Bencana Banjir. Bandung: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota.
- Handayani, D.A. nd. Perubahan Status Sosial Ekonomi Rumah Tangga Pengungsi Desa Kepuharjo Di Shelter Desa Wukirsari, Cangkringan, Sleman, D. I Yogyakarta.
- Kangabam, R. D., Panda, P. C., & Kangabam, M. (2012). Disaster Preparedness among the Resident Community- A Case Study of Rajiv Gandhi University, Itanagar, India. India:International Journal of Environmental Sciences Volume 2 No.3, 2012.
- Rush, J. V. (2013). The Impact of Natural Disasters on Poverty in Indonesia. Manoa: University of Hawaii.
- Sumarno. (2013). Dampak Psikologis Pasca Trauma Akibat Erupsi Merapi (Studi Kasus Tiga Warga Dusun Jengglik, Desa Ngablak, Kecamatan Srumbung, Kabupaten Magelang). Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kaijaga
- [UU] Undang-Undang Penanggulangan Bencana No. 24 Tahun 2007.

HUBUNGAN MODAL SOSIAL BERKAITAN DENGAN KESIAPSIAGAAN KELUARGA DALAM MENGHADAPI BENCANA DI KOTA TERNATE

Mukhamad Fathoni¹, Ahsan², Syafrudin L. Ahmad³

^{1,2}Jurusan Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang , email :
mfathony@gmail.com, ahsan.fkub@yahoo.com

³Mahasiswa Magister Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang ,
email : syafrudinahmad81@gmail.com

ABSTRACT

The disaster arises when threats meet vulnerable people who have low ability or do not have the ability to respond to the threat. Preparedness is the most critical phase in the range of disaster management, the inadequacy of disaster preparedness planning has created a critical situation, increasing the suffering of survivors and loss of life. The purpose of this study is to analyse social capital factors that most influence the family preparedness to face the impact of disaster in Ternate City. This research uses descriptive analytic design with Cross sectional study approach. Respondent in this research is 113 Head of Family (KK) by using systematic random sampling. This research was conducted in four sub-districts namely Tubo, Maliaro, Toboko, and Loto. Chi-square test results show that there is a social capital relationship ($p = 0.000$) towards family preparedness to face the impact of disaster in Ternate city. Logistic regression test results show that social capital has the strongest strength of relationship ($p = 0.022$, OR = 2.725) than other factors. This result shows there is a positive relationship between family social capital in facing disaster impact in Ternate City. This means that good social capital will increase the family preparedness in the face of disaster impact. The results of this study are expected to be the basis and reference materials for disaster nursing services as well as the basis for the local government of Ternate to encourage the positive attitude of the family towards preparedness by utilizing social capital as an important component and utilize social cohesion and social network in disaster planning and management, will prepare for disaster. Eliminate the obstacles of disaster preparedness such as negative attitudes toward preparedness, lack of participation, unrealistic risk assessment with disaster preparedness training and campaigns.

Keywords : social capital, family preparedness, disaster

ABSTRAK

Bencana muncul saat ancaman menemui orang-orang yang rentan yang memiliki kemampuan rendah atau tidak memiliki kemampuan untuk menanggapi ancaman tersebut. Kesiapsiagaan adalah fase paling kritis dalam pengelolaan bencana, ketidakcukupan perencanaan kesiapsiagaan bencana telah menciptakan situasi kritis, meningkatkan penderitaan orang-orang yang selamat dan kehilangan nyawa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis

faktor modal sosial yang paling mempengaruhi kesiapan keluarga menghadapi dampak bencana di Kota Ternate. Penelitian ini menggunakan desain deskriptif analitik dengan pendekatan Cross sectional study. Responden dalam penelitian ini adalah 113 Kepala Keluarga (KK) dengan menggunakan sistematik random sampling. Penelitian ini dilakukan di empat kecamatan yaitu Tubo, Maliaro, Toboko, dan Loto. Hasil uji Chi-square menunjukkan bahwa ada hubungan sosial modal ($p = 0,000$) terhadap kesiapan keluarga menghadapi dampak bencana di kota Ternate. Hasil uji regresi logistik menunjukkan bahwa modal sosial memiliki kekuatan hubungan yang paling kuat ($p = 0,022$, $OR = 2,725$) dibandingkan faktor lainnya. Hasil ini menunjukkan adanya hubungan positif antara modal sosial keluarga dalam menghadapi dampak bencana di Kota Ternate. Artinya modal sosial yang baik akan meningkatkan kesiapan keluarga dalam menghadapi dampak bencana. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan dasar dan referensi untuk layanan keperawatan bencana serta menjadi dasar bagi pemerintah daerah Ternate untuk mendorong sikap positif keluarga terhadap kesiapan dengan memanfaatkan modal sosial sebagai komponen penting dan memanfaatkan sosial. kohesi dan jaringan sosial dalam perencanaan dan pengelolaan bencana, akan mempersiapkan bencana. Hilangkan hambatan kesiapsiagaan bencana seperti sikap negatif terhadap kesiapan, kurangnya partisipasi, penilaian risiko yang tidak realistis dengan pelatihan dan kampanye kesiapsiagaan bencana.

Kata kunci : modal sosial, kesiapsiagaan keluarga, bencana

1. LATAR BELAKANG

Bencana dapat terjadi setiap saat di bagian manapun di dunia dengan dampak yang dramatik pada individu, keluarga dan masyarakat sehingga terjadi ancaman pada kualitas kehidupan (*International Council of Nurse (ICN) & World Health Organization (WHO)*, 2009). Bencana muncul ketika ancaman bertemu dengan masyarakat rentan yang mempunyai kemampuan rendah atau tidak mempunyai kemampuan untuk menanggapi ancaman itu. Gabungan keduanya menyebabkan terganggunya kehidupan masyarakat (Bourque, 2013; & Puspongoro & Sujudi, 2016).

Bencana memberikan pengaruh yang sangat besar pada manusia dan lingkungan sekitarnya seperti kematian masal, kecacatan, kelaparan, kemiskinan dan kehancuran infrastruktur (Mizam, 2012). Menurut Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) (2017), Pada tahun 2016, terdapat 2.342 kali kejadian bencana, naik 35% jika dibandingkan dengan jumlah bencana pada 2015 yang terjadi 1.582 kejadian bencana. Jika dirata-ratakan, berarti setiap hari ada sekitar lima kali bencana melanda Indonesia.

Kesiapsiagaan adalah fase yang paling kritis dalam rentang manajemen bencana, ketidakadekuatan perencanaan kesiapsiagaan dalam bencana telah menciptakan situasi yang keos, meningkatkan penderitaan korban yang selamat dan hilangnya nyawa (ICN & WHO, 2009). Perencanaan kesiapsiagaan

tujuannya adalah untuk memperoleh masyarakat yang siap menghadapi dan menaggulangi berbagai macam situasi darurat (Levac, 2012).

Penguatan kesiapsiagaan bencana merupakan prioritas utama dari program manajemen bencana pemerintah di tingkat Nasional maupun daerah (*United Nations International Strategy for Disaster Reduction* (UNISDR), 2014 & *United States Agency for International Development* (USAID), 2013). Namun pemerintah mempunyai keterbatasan waktu dan mobilitas bantuan kepada masyarakat. Oleh karena itu, perencanaan kesiapsiagaan yang didasarkan pada tanggung jawab individu dan keluarga menjadi sorotan utama untuk diperbaiki (*Central Disaster Management Council, 2011 & Tomio et al., 2014*). Hal ini dikarenakan peran keluarga dalam kesiapsiagaan sangat penting. Alasannya kepala keluarga dapat berperan dalam menyampaikan informasi bagi keluarganya, mempengaruhi anggota keluarganya dalam mengambil keputusan yang cepat dan dapat serta sebagai sumber dukungan sosial bagi keluarganya (Levac, 2012).

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan masih lemahnya upaya kesiapsiagaan dan penanganan darurat untuk menghadapi bencana secara mandiri dan proaktif. Hal ini tergambar dari studi kesiapsiagaan warga dalam menghadapi bencana di beberapa daerah dengan menilai indeks kesiapsiagaan dilihat dari sisi individu dan keluarga, komunitas sekolah dan pemerintah yang masih rendah dengan kategori kurang siap (Nugroho, 2015).

Kota Ternate merupakan salah satu kota di Propinsi Maluku Utara yang tergolong sebagai daerah rawan bencana yang secara Nasional berada di urutan 17 dengan indeks risiko 160,4 (risiko tinggi) dengan potensi penduduk yang terpapar 63% dari total jumlah penduduk Kota Ternate 185.705 jiwa dengan rincian jumlah laki-laki sebanyak 94.476 jiwa dan perempuan sebanyak 91.229 jiwa berdasarkan sensus penduduk tahun 2010. Kota Ternate termasuk dalam 136 Kabupaten/Kota sasaran penurunan risiko bencana Nasional 2015-2019.

Berdasarkan Kajian Risiko Bencana (KRB) Kota Ternate 2013-2017, total indeks kesiapsiagaan Kota Ternate berada pada level rendah yaitu 26,79. Total indeks ini merupakan penambahan dari indeks pengetahuan bencana, indeks kebijakan kesiapsiagaan bencana, indeks rencana tanggap darurat, indeks peringatan dini bencana dan indeks mobilisasi sumber daya. Hasil kajian ini juga mengukur dan menganalisa kesiapsiagaan keluarga dalam menghadapi bencana dengan indeks 33,05 yaitu berada pada level rendah (DIBI, 2017; Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Ternate, 2012). Jenis-jenis bencana yang berpotensi memiliki tingkat risiko tinggi adalah banjir, gempa bumi, tsunami, cuaca ekstrim dan gelombang ekstrim dan abrasi. Jenis Tingkat risiko sedang yaitu konflik sosial. Jenis bencana dengan tingkat risiko rendah yaitu letusan gunung api, tanah longsor dan kebakaran hutan dan lahan.

Berdasarkan studi pendahuluan pada BPBD Kota Ternate, permasalahan yang ada di Kota ternate adalah minimnya pengetahuan untuk memulai gerakan siaga

bencana. Kesiapsiagaan bencana yang dilakukan tidak optimal dikarenakan hanya inisiatif-inisiatif sporadik oleh berbagai pihak yang peduli untuk mengurangi risiko bencana serta belum adanya komitmen kelembagaan atau kebijakan yang sistematis. Wawancara yang dilakukan pada beberapa keluarga yang tinggal di kawasan rawan bencana satu (KRB I) menunjukan bahwa ada keluarga yang menganggap perencanaan kesiapsiagaan menghadapi bencana merupakan tanggung jawab pemerintah dalam hal ini BPBD. Selain itu ada kepercayaan atau norma sosial dari masyarakat Ternate bahwa bencana adalah suatu bentuk dari teguran dari tuhan atas kesalahan yang telah diperbuat, masyarakat ternate juga percaya bila melakukan perencanaan-perencanaan sebelum bencana, maka bencana itu akan benar-benar terjadi.

Saat ini Kota Ternate telah terbentuk 11 kelurahan siaga bencana dari target seluruh kelurahan yang ada di Kota ternate. Walaupun telah terbentuk Kelurahan siaga bencana, namun pelaksanaan belum sepenuhnya melibatkan keluarga dalam perencanaan kesiapsiagaan dan pembagian tugas dalam menghadapi bencana. Oleh sebab itu, tantangan Kota ternate kedepan untuk meningkatkan kemampuan terutama pada fase kesiapsiagaan bencana, adalah mengintegrasikan pengetahuan lokal, struktur sosial yang berlaku, dan adat setempat kedalam upaya kesiapsiagaan dengan melibatkan keluarga sebagai ujung tombak dalam pengulangan bencana.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif analitik dengan pendekatan *Cross sectional study*. Responden pada penelitian ini adalah 113 Kepala Keluarga (KK) dengan menggunakan *systematik random sampling*. Penelitian ini dilaksanakan di empat Kelurahan pada empat kecamatan yang berada di wilayah kawasan rawan bencana dengan kategori tinggi di Kota Ternate yaitu Kecamatan Ternate Utara: Kelurahan Tubo, Kecamatan Ternate Tengah: Kelurahan Maliaro, Kecamatan Ternate selatan: Kelurahan Toboko, dan Kecamatan Ternate Barat: Kelurahan Loto. Penelitian dilaksanakan kurang lebih selama sebulan dari tanggal 16 Mei 2017 sampai dengan 16 Juni 2017. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner. Instrumen untuk melihat faktor yang mempengaruhi kesiapsiagaan keluarga dimodifikasi dari teori Green (2000) yang meliputi pengetahuan tentang kesiapsiagaan bencana, sikap, dan modal sosial keluarga. Instrumen kesiapsiagaan keluarga menggunakan konsep dari *Handicap International* (2014), yang dimodifikasi sesuai kebutuhan peneliti.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis bivariate menggunakan uji *Chi-square* untuk mengetahui hubungan pengetahun, sikap dan modal sosial terhadap kesiapsiagaan keluarga menghadapi dampak bencana. Sedangkan analisis multivariat menggunakan uji regresi logistik untuk mengetahui faktor mana yang paling berhubungan dengan kesiapsiagaan keluarga menghadapi dampak bencana.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Responden Berdasarkan Usia, Lama Tinggal dan Jumlah Tanggungan

	N	Mean	Standar Deviasi (SD)
Usia	113	40,29	8,909
Lama Tinggal	113	29,65	14,790
Jumlah Tanggungan	113	2,27	1,283

Sumber: Data Primer (2017)

Distribusi responden menunjukan bahwa rata-rata usia responden yaitu 40.29 tahun dengan sebaran data 8.909. Distribusi lama tinggal rata-rata selama 29.65 tahun dengan sebaran data 14.790. Nilai rata-rata jumlah tanggungan yaitu 2.27 dengan sebaran data 1.283.

Tabel 2. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin, Pendidikan, Penghasilan

%			
	Pendidikan	12	10,6
	SD	39	34,5
	SLTP	44	38,9
	SLTA	18	15,9
	Penghasilan/bulan <1.000.0000	49	43,3
	Mengikuti Komunitas Siaga Bencana		
	Ya	26	23,0
	Tidak	87	77,0
	Pelatihan Terkait Bencana		
	Ya	37	32,7
	Tidak	76	63,7

Sumber: Data Primer (2017)

Berdasarkan table 2 didapatkan bahwa responden hampir semuanya berjenis kelamin laki-laki yaitu 107 responden (94.7%). Sebagian berpendidikan SLTA yaitu 44 responden (38.9%). Penghasilan per bulan sebagian besar berada pada rentang Rp. 1.000.000 – 3.000.000 yaitu 57 orang (50.4%). Hampir semua responden tidak mengikuti komunitas siaga bencana yang ada di kelurahan

yaitu 87 responden (77.0%). Hampir semua responden tidak pernah mengikuti pelatihan terkait bencana yaitu 76 responden (63.7%).

Tabel 3. Distribusi Responden Berdasarkan Modal Sosial

Modal Sosial	Frekuensi (f)	Persentase (%)
Kurang	57	50,4
Baik	56	49,6
Total	113	100

Sumber: Data Primer (2017)

Berdasarkan tabel 3 didapatkan bahwa sebagian besar responden memiliki modal sosial yang kurang yaitu 57 responden (50.4%).

Tabel 4. Distribusi Responden Berdasarkan Kesiapsiagaan Bencana

Kesiapsiagaan Bencana	Frekuensi (f)	Persentase (%)
Kurang	61	54,0
Baik	52	46,0
Total	113	100

Sumber: Data Primer (2017)

Berdasarkan tabel 4 didapatkan bahwa sebagian besar responden memiliki kesiapsiagaan bencana yang kurang yaitu 61 responden (54.0%).

3.2 Analisis Bivariat

- Hubungan Modal Sosial dengan Kesiapsiagaan Keluarga Menghadapi Dampak Bencana Di Kota Ternate.

Analisis hubungan modal sosial dengan kesiapsiagaan bencana dapat dijelaskan bahwa dari 57 responden dengan modal sosial kurang sebagian besar memiliki kesiapsiagaan yang kurang (70,2%). Sedangkan dari 56 responden dengan modal sosial baik sebagian besar memiliki kesiapsiagaan yang baik (62,5,7%). Hasil uji statistik diperoleh nilai $p = 0,000$. Nilai $p < \alpha$ (0.05), maka hipotesisi penelitian di terima. Yang artinya ada hubungan yang bermakna antara modal sosial dengan dengan kesiapsiagaan bencana.

3.3 Analisis Multivariat

4. PEMBAHASAN

- Hubungan Modal Sosial Keluarga dengan Kesiapsiagaan Dalam Menghadapi Dampak Bencana Di Kota Ternate

Modal sosial dalam kesiapsiagaan ini dapat dilihat dari tiga aspek yaitu kepercayaan, jejaring dan norma. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan peneliti menemukan bahwa modal sosial responden masih kurang, terutama dari aspek jejaring dimana sebagian masyarakat menganggap partisipasi keluarga dalam kegiatan kesiapsiagaan bencana akan mengurangi waktu bekerja mereka. Serta masih merasa tidak perlu bersosialisasi dalam sebuah wadah yang dapat memberikan informasi tentang bencana sehingga mengurangi risiko. Studi Nakagawa dan Shaw (2014) menemukan bahwa masyarakat dengan kepercayaan, norma, partisipasi, dan jaringan yang tinggi dapat pulih dari bencana dengan lebih cepat. Dengan demikian modal sosial dan kesiapsiagaan bencana saling membantu satu sama lain dan bekerja menuju penghidupan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti berasumsi bahwa permasalahan kurangnya modal sosial keluarga disebabkan oleh pergeseran nilai-nilai pasca konflik sosial antar etnik sangat nampak yang kemudian merenggangkan hubungan sosial antar masyarakat dalam kehidupan komunitas di Kota Ternate, konsentrasi pemukiman berdasarkan etnik, terdapat fanatisme berdasarkan wilayah kultur masing-masing etnik, sehingga masyarakat menjadi terkotak-kotak dan mengedepankan sikap individualisme. Selain itu transisi kehidupan dari masyarakat desa ke masyarakat perkotaan dan menguatnya politik lokal berdasarkan etnik. Masalah ini harus dikembalikan pada semboyan umum masyarakat Maluku Utara "marimoi ngone futuru" (marilah kita bersatu), bukan hanya untuk menyatukan masyarakat, tetapi menjadi ruh dalam bertutur, bersikap, dan berbuat sesuai nilai-nilai agama dan nilai-nilai dalam adat untuk membantu pemerintah dalam pembangunan khususnya menciptakan masyarakat tangguh bencana.

Hasil penelitian ini sesuai dengan yang disampaikan Sumaiya *et al.*, (2015), bahwa modal sosial terkait dengan kemampuan masyarakat untuk merencanakan dan merespons terhadap bencana. Hubungan positif ditunjukkan pada unsur keadilan dan kepercayaan yang tinggi dengan kesiapsiagaan bencana. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Widyaningrum (2016), yang mengidentifikasi modal sosial yang terdapat pada masyarakat pada fase kesiapsiagaan menghadapi bencana alam, hasilnya ditemukan modal sosial pada jejaring masyarakat berkontribusi meningkatkan kesiapsiagaan bencana dan memiliki pengaruh penting dalam pengambilan keputusan, mendukung kredibilitas individu dalam memperoleh akses sumber daya untuk pertolongan dan sebagai pembangun identitas warga.

Mulilis *et al.*, (2012) mengemukakan bahwa variabel struktural seperti norma-norma sosial dan hubungan masyarakat merupakan faktor yang mempengaruhi kesiapsiagaan bencana dan keluarga dengan jaringan komunitas sosial yang baik memperlihatkan perilaku kesiapsiagaan bencana yang lebih baik. Kim dan Kang (2010) menyatakan bahwa keterikatan masyarakat menghasilkan psikologis dan perilaku positif. Menurut Rokeach (2016), terdapat korelasi positif antara keterlibatan masyarakat dan kesiapsiagaan bencana. Modal sosial dalam

kesiapsiagaan dapat memberikan keluarga manfaat dan kebijakan, kepercayaan, nilai-nilai, dan jaringan untuk saling menguatkan dari ancaman dalam kondisi siaga darurat (Elliott *et al.*, 2010).

2. Faktor yang Paling Kuat Hubungannya dengan Kesiapsiagaan Keluarga Dalam Menghadapi Dampak Bencana Di Kota Ternate.

Penelitian tentang kesiapsiagaan keluarga menunjukkan bahwa ada faktor lain di luar faktor karakteristik sosial ekonomi keluarga dan pengalaman bencana yang akhirnya mempengaruhi keputusan untuk mempersiapkan dan merespon terhadap bencana. Faktor ini berkaitan dengan kualitas hubungan antara individu seperti jaringan sosial dan ikatan masyarakat (Varda *et al.*, 2016). Jaringan sosial yang sudah ada di masyarakat dikaitkan dengan keberhasilan tanggap darurat dan pemulihan. Dengan demikian bahwa jaringan ini juga akan membantu keluarga mempersiapkan diri sebelum terjadi bencana (Murphy *et al.*, 2015).

Modal sosial keluarga dan masyarakat menyediakan akses ke berbagai sumber dalam situasi bencana, termasuk informasi, bantuan, sumber keuangan, dan dukungan emosional dan psikologis (Elliott *et al.*, 2010). Terlepas dari bukti tentang keberhasilannya, praktik pengelolaan bencana belum sepenuhnya merangkul modal sosial sebagai komponen penting dan kurang memanfaatkan kohesi sosial dan jaringan sosial dalam perencanaan dan pengelolaan bencana (Meyer, 2013).

Ikatan modal sosial yang lebih dalam memungkinkan keluarga untuk menerima peringatan, melakukan persiapan bencana, mencari tempat berlindung dan persediaan, dan mendapatkan bantuan segera dan bantuan pemulihan awal (Hawkins & Maurer, 2010). Dalam bencana, ikatan keluarga sangat penting bagi kesiapsiagaan karena kerabat umumnya sebagai penyedia bantuan pertama (Sumaiya *et al.*, 2015). Modal sosial dapat mengurangi kemungkinan individu untuk mencari bantuan formal dari organisasi selama bencana dan meningkatkan kemungkinan tindakan sosial yang muncul untuk menanggapi kebutuhan korban bencana (Reininger *et al.*, 2013). Tse *et al.*, (2013), menemukan bahwa keluarga dengan jejaring yang baik meningkatkan kemungkinan bahwa keluarga tersebut akan membangun kembali rumah mereka setelah bencana. Tingkat ikatan modal sosial yang lebih tinggi dapat diterjemahkan ke dalam tingkat kepercayaan yang lebih besar dan norma-norma bersama yang lebih luas di antara penduduk. Studi Sumaiya *et al.* (2015), menemukan bahwa masyarakat dengan kepercayaan, norma, partisipasi, dan jaringan yang tinggi dapat meningkatkan kesiapsiagaan dan pulih dari bencana dengan lebih cepat.

Dalam konteks bencana, ketidaksetaraan dalam kepemilikan sumber daya dan kesulitan akses terhadap modal sosial, akan memperburuk kondisi individu dalam menghadapi bencana. Ini berarti individu dengan modal sosial yang kurang, dapat mengakibatkan kesulitan dalam penyediaan sumber daya yang diperlukan

sehingga mengurangi kesiapsiagaan keluarga menghadapi bencana (Samuda, 2016).

Masyarakat Ternate memiliki tradisi yang berakar dari budaya leluhur dan tetap dilaksanakan sampai saat ini. Ada beberapa tradisi di Kota Ternate yang saat ini tetap dilaksanakan namun menyesuaikan dengan konteks saat ini, misalnya *Hapolas* dan *Babari* yang keduanya dapat diartikan gotong royong.

Gerakan sosial *Hapolas* dan *Babari* hadir sebagai instrumen yang dapat dimanfaatkan keluarga untuk mengakses jaringan sosial. Dengan adanya gerakan sosial *Hapolas* dan *Babari* berimplikasi untuk menciptakan ketahanan keluarga berdasarkan pada sumber daya yang dimiliki dan yang diterima dari jaringan sosial itu. *Hapolas* dan *Babari* menghasilkan rasa kebersamaan, kesetiakawanan, dan sekaligus tanggung jawab akan kemajuan bersama. Kebersamaan, solidaritas, toleransi, semangat bekerjasama, kemampuan berempati merupakan modal sosial yang melekat dalam kehidupan bermasyarakat sehingga meningkatkan kesiapsiagaan bencana.

5. KETERBATASAN

Keterbatasan dalam penelitian adalah:

- 1) Diperlukan Metode penelitian lebih lanjut untuk mengungkapkan kondisi secara menyeluruh, sehingga lebih mengeksplorasi kesiapsiagaan keluarga di Kota Ternate.
- 2) Sumber referensi untuk kesiapsiagaan keluarga di Indonesia masih kurang sehingga peneliti lebih banyak menggunakan referensi dari luar negeri yang tentunya berbeda dari aspek sosial budaya.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Terdapat hubungan yang bermakna pengetahuan terhadap kesiapsiagaan keluarga menghadapi dampak bencana di Kota Ternate. Terdapat hubungan yang bermakna sikap terhadap kesiapsiagaan keluarga menghadapi dampak bencana di kota Ternate. Terdapat hubungan yang bermakna modal sosial terhadap kesiapsiagaan keluarga menghadapi dampak bencana di Kota Ternate.

6.2 Saran

1. Bagi Keluarga

Diharapkan agar keluarga meningkatkan pengetahuan dengan cara mengikuti pelatihan-pelatihan kesiapsiagaan bencana yang dilakukan oleh pemerintah melalui BPBD, NGO maupun relawan- relawan bencana. Membuat perencanaan kesiapsiagaan secara mandiri baik jangka pendek maupun jangka panjang sehingga keluarga siap menghadapi kemungkinan adanya bencana yang akan datang.

2. Bagi Pemerintah dan BPBD Kota Ternate

Diharapkan agar pemerintah dan BPBD Kota Ternate dapat mendorong sikap positif keluarga terhadap kesiapsiagaan dengan memanfaatkan modal sosial sebagai komponen penting dan memanfaatkan kohesi sosial dan jaringan sosial dalam perencanaan dan pengelolaan bencana, sehingga keluarga akan bersiap menghadapi bencana. Menghilangkan hambatan kesiapsiagaan bencana seperti kurangnya pengetahuan dan pendidikan kesiapsiagaan bencana, sikap negatif terhadap kesiapsiagaan, kurangnya partisipasi, penilaian risiko yang tidak realistis dengan pelatihan dan kampanye kesiapsiagaan bencana.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Diharapkan penelitian ini dapat dilengkapi dengan studi kualitatif mengenai kesiapsiagaan keluarga dalam penelitian selanjutnya agar lebih tereksplorasi secara mendalam mengenai kesiapsiagaan keluarga menghadapi dampak bencana di Kota Ternate serta faktor-faktor penghambat keluarga dalam melaksanakan kegiatan kesiapsiagaan bencana.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dan bahan referensi bagi layanan keperawatan bencana serta dijadikan dasar bagi pemerindah daerah untuk mendorong sikap positif keluarga terhadap kesiapsiagaan dengan memanfaatkan modal sosial sebagai komponen penting dan memanfaatkan kohesi sosial dan jaringan sosial dalam perencanaan dan pengelolaan bencana, sehingga keluarga akan bersiap menghadapi bencana. Menghilangkan hambatan kesiapsiagaan bencana seperti kurangnya pengetahuan dan pendidikan kesiapsiagaan bencana, sikap negatif terhadap kesiapsiagaan, kurangnya partisipasi, penilaian risiko yang tidak realistis dengan pelatihan dan kampanye kesiapsiagaan bencana. Selanjutnya penelitian ini juga diharapkan dapat dijadikan acuan peneliti selanjutnya untuk dapat dilengkapi dengan studi kualitatif mengenai kesiapsiagaan keluarga dalam penelitian selanjutnya agar lebih tereksplorasi secara mendalam mengenai kesiapsiagaan keluarga menghadapi dampak bencana di Kota Ternate serta faktor-faktor penghambat keluarga dalam melaksanakan kegiatan kesiapsiagaan bencana.

7. DAFTAR PUSTAKA.

- Asnayanti., Kumaat, L & Wowiling, F. (2013). Hubungan Mekanisme Koping dengan Kejadian Stres Pasca Bencana Alam pada Masyarakat Kelurahan Tubo Kota Ternate. *EJournal keperawatan* (e-Kp). Vol. 1 (1).
- Azwar. (2010). *Teori dan pengukuran pengetahuan, sikap dan perilaku manusia*. Yogyakarta. Nuha Medika.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Ternate. (2012). Dokumen kajian risiko bencana Kota Ternate Propinsi Maluku Utara 2013-2017. Ternate.

- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Ternate. (2016). Data Kependudukan Kota Ternate tahun 2015. Diakses tanggal 7 Februari 2017, dari <https://ternatekota.bps.go.id/Subjek/view/id/12#subjekViewTab3> | accordion-daftar-subjek1
- Baker, L. R & Cormier, L. A. (2013). Disaster preparedness and families of children with special needs: A geographic comparison. *Journal of Community Health* Vol.38 (1):106-112.
- Bourque, L. B. (2013). Household preparedness and mitigation. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, Vol.31(3):360-372.
- Central Disaster Management Council (CDMC). (2011). Basic Disaster Management Plan. Diakses tanggal 2 Februari 2017, dari http://www.bousai.go.jp/keikaku/20111227_basic_plan.pdf.
- Chan, E. Y. Y., Kim, J. H., Lin, C., Cheung, E. Y. L & Lee, P. P. Y. (2012). Is Previous Disaster Experience a Good Predictor for Disaster Preparedness in Extreme Poverty Households in Remote Muslim Minority Based Community in China. *J Immigrant Minority Health*. 16:466-472.
- Dantzler, D. (2013). *Basic household disaster preparedness decisional Influences among male federal employees in the national Capital region*. Dissertation Doctor of Philosophy Capella University. ProQuest LLC. UMI Number:3559889.
- Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI). (2017). Data Kejadian Bencana Indonesia. Diakses tanggal 2 Februari dari <http://dibi.bnpb.go.id/data-bencana>.
- Elliott, J., H, T & Sams-Abiodun, P. (2010). Limits to social capital: Comparing network assistance in two New Orleans neighbors devastated by Hurricane Katrina. *Sociological Quarterly*, 51: 624-648
- Green, L. (2000). *Communication and Human Behavior*. New Jersey. Prentice Hall.
- Gregory, G. (2015). Persuading the public to make better use of natural hazard information. *Prometheus*. 13(1), 61-71
- Groves, S. (2013). *Knowledge, Involvement and Emergency Preparedness*. Thesis Master of Arts School of Mass Communications College of Arts and Sciences University of South Florida. ProQuest LLC. UMI Number: 1543119
- Handicap International. (2014). *Inclusive Household Disaster Preparedness Workbook*. Philippines. Handicap International.
- Hawkins, R. L., & Maurer, K. (2010). Bonding, bridging and linking: how social capital operated in New Orleans following Hurricane Katrina. *British Journal of Social Work*. 40, 1777-1793
- International Council of Nurse (ICN) & World Health Organization (WHO). (2009). *ICN Framework of Disaster Nursing Competencie*. WHO/WPRO. Geneva.
- Kim, Y. C., & Kang, J. (2010). Communication, neighbourhood belonging and household hurricane preparedness. *Disasters*. 34(2):470-488

- Levac, J., Toal-Sullivan, D., & O'Sullivan, T. L. (2012). Household Emergency Preparedness: A Literature Review. *Journal of Community Health*, 37(3):725-733.
- Meyer, M. A. (2013). Social capital and collective efficacy for disaster resilience: Connecting individuals with communities and vulnerability with resilience in hurricane-prone communities in Florida. Colorado State University.
- Mizam, A. K, (2012). Peran Tenaga Kesehatan dalam Penanganan Bencana. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*. 1(1).
- Mulilis, J. P., Duval, T. S., & Bovalino, K. (2012). Tornado preparedness of students, nonstudents renters, and non-student owners: Issues of PrE theory. *Journal of Applied Social Psychology*, 30(6), 1310-1329.
- Murphy, S. T., Cody, M., Frank, L. B., Glik, D., & Ang, A. (2009). Predictors of Emergency Preparedness and Compliance. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 3:1-10.
- Nakagawa, Y & Shaw, R. (2014). "Social Capital: A Missing Link to Disaster Recovery." *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 22(1): 5-34.
- Nugroho. (2015). Preparedness Assessment Tools For Indonesia. Jakarta: Humanitarian Forum Indonesia & MDM.
- Notoatmodjo, S. (2012). Promosi Kesehatan dan Perilaku Kesehatan. Jakarta. Rineka Cipta
- Puspongoro, A. D & Sujudi, A. (2016). Kegawatdaruratan dan bencana: solusi dan petunjuk teknis penanggulangan medik dan kesehatan. Ed.1. Jakarta. Rayyana Komunikasindo.
- Reininger, B. M., Rahbar, M. H., Lee, M., Chen, Z., Pope, J. & Adams, B. (2013). Social capital and disaster preparedness among low income Mexican Americans in a disaster prone area, *Journal Social Science & Medicine*. Vol:8(3): 50-60.
- Rokeach, S. J. (2016). Community storytelling network, neighborhood context, and neighborhood engagement: A multilevel analysis. *Human Communication Research*, 32(3), 411-439.
- Samuda, S. (2016). Barifola Sebagai Modal Sosial dan Instrumentasi Masyarakat Tangguh Bencana. *Jurnal Penelitian Humaniora*, Vol:21 (2): 109-118
- Sumaiya, S., Mohamad, M. S., Reza, M. I.H., Manap, J & Sarkar, Md. S. K. (2015). Social Capital And Disaster Preparedness: Conceptual Framework And Linkage. *Journal of the Social Science Researches*. Vol:3-2015. 38-48.
- Thomas, T. N., Leander-Griffith, M., Victoria H.; Joan, P & Cioffi. (2015). Influences of preparedness knowledge and beliefs on household disaster preparedness. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 64(35):965-971
- Tomio, J., Sato, H., Matsuda, Y., Koga, T & Mizumura, H. (2014). Household and Community Disaster Preparedness in Japanese Provincial City: A Population-Based Household Survey. *Advances in Anthropology*, 4:68-77.
- Triutomo, S., Wisnu, B., & Widjaja, R.S. (2015). Perencanaan Kontijensi

- Menghadapi Bencana. ed 2. Jakarta: BNPB. Tse, C. W., Wei, J., & Wang, Y. (2013). Social capital and disaster recovery: Evidence from Sichuan earthquake in 2008. Washington, DC: Center for Global Development.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNSDR). (2014). Terminology on disaster risk reduction. Di akses tanggal 2 Februari 2017, dari <http://www.unisdr.org/who-weare/what-is-drr>.
- United States Agency for International Development. (USAID). (2013). Early warning, preparedness, mitigation, and prevention. Diakses tanggal 2 Februari 2017, dari <http://www.usaid.gov/what-we-do/working-crises-and-conflict/disaster-risk-reduction/early-warning-preparedness>.
- Varda., Danielle., Forgette, R., Banks, D & Noshir Contractor. (2016). "Social Network Methodology in the Study of Disasters: Issues and Insights Prompted by Post-Katrina Research." Population Research and Policy Review. Vol:28(1): 11-29.
- Wardyaningrum, D. (2016). Modal sosial inklusif dalam jaringan Komunikasi bencana. Jurnal ASPIKOM, Vol; 3: 1.
- World Health Organisation (WHO). (2007). Risk reduction and emergency preparedness: WHO six-year strategy for the health sector and community capacity development, Geneva Switzerland . WHO Press.

GERAKAN TANAH PADA ZONA PATAHAN DI DESA BANTAR AGUNG, KECAMATAN JAMPANG TENGAH, KABUPATEN SUKABUMI, JAWA BARAT

Eka Kadarsetia, Pamela, Anjar Heriwaseso dan Gunawan Setia

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi
Jalan Diponegoro 57 Bandung
Email : eka@vsi.esdm.go.id

ABSTRACT

Landslide had occurred in Bantar Agung Village, Jampang Tengah District, Sukabumi Regency, West Java Province, geographically lies at 070 05" 12" SL dan 1060 43" 12" EL. The landslide caused at least three houses destroyed and some have been threatened. The landslide type is a rotation to the the western direction. Some factors to cause the landslide are : The very steep of morphology, high degree weathering/alteration of the rocks, some fault structure indications are happened, and then triggered by high rain intencity. Landslide mechanism are, the very steep slope > 20o caused by fault structure and also almost vertical fold structure caused this area become instable. The intercalation between sandstone and siltstone and influenced by the structures caused over plasticity of the rocks than the landslide become easier to occure. The influence of water infiltration through the cracks can trigered the landslides.

Keywords : Landslide, fault, fold, rocks

ABSTRAK

Gerakan tanah terjadi di Desa Bantar Agung, Kecamatan Jampang Tengah, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, yang secara geografis terletak pada koordinat 070 05" 12" LS dan 1060 43" 12" BT. Gerakan tanah di daerah ini menyebabkan: Setidaknya 3 (tiga) rumah hancur dan beberapa rumah terancam. Jenis gerakan tanah berupa pergerakan rotasi dengan arah ke barat. Adapun factor-faktor penyebab terjadinya gerakan tanah di lokasi ini antara lain :Morfologi yang sangat curam, batuan yang relatif lapuk/ teralterasi, adanya indikasi struktur sesar, dan kemudian dipicu oleh curah hujan yang tinggi. Mekanisme terjadinya gerakan tanah adalah, kelerengan yang sangat curam > 20o akibat adanya struktur sesar dan juga lipatan tegak yang menyebabkan area ini menjadi labil. Batuan yang berupa perselingan batupasir dan batulanau yang dipengaruhi oleh struktur menyebabkan batas plastisitas batuan terlampaui dan mempermudah terjadinya gerakan tanah. Pengaruh air yang masuk kedalam tanah melewati retakan dan rekahan dapat memicu terjadinya pergerakan tanah.

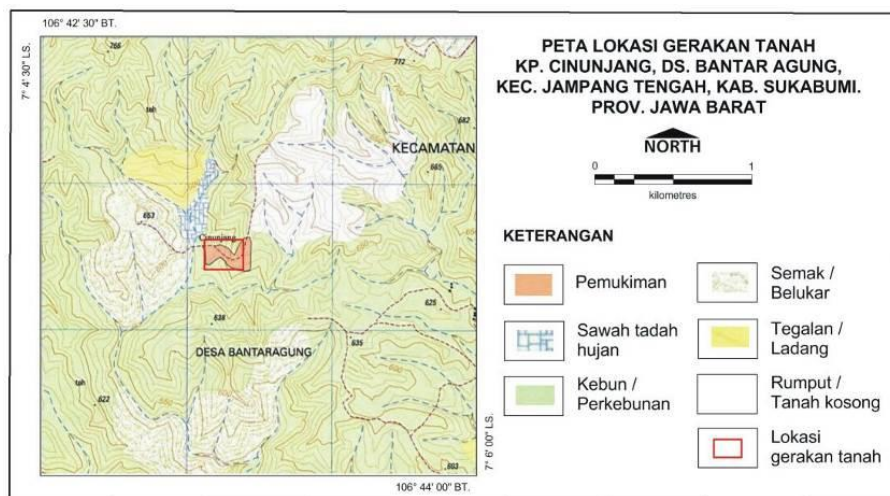
Kata Kunci : Gerakan tanah, sesar, lipatan, batuan

1. PENDAHULUAN

Gerakan tanah yang terjadi di Indonesia umumnya dikontrol oleh jenis litologi, kemiringan lereng, struktur geologi dan kondisi hidrogeologi lereng atau keairan.

Selain faktor-faktor pengontrol di atas, gerakan tanah biasanya dipicu oleh curah hujan yang tinggi, getaran gempabumi, dan aktivitas manusia. Gerakan tanah yang terjadi dengan dimensi besar pada umumnya menimbulkan kerugian harta benda yang besar, korban jiwa, ataupun pengungsian.

Aktivitas yang menimbulkan gangguan terhadap lereng, dapat menyebabkan peningkatan potensi terjadinya gerakan tanah/ tanah longsor. Gerakan tanah terjadi di Kampung Cinunjang, Desa Bantar Agung, Kecamatan Jampang Tengah, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, yang secara geografis terletak pada koordinat 070 05" 12" LS dan 1060 43" 12" BT. Gerakan tanah di daerah ini menyebabkan: Setidaknya 3 (tiga) rumah hancur dan beberapa rumah terancam.



Gambar 1. Peta lokasi gerakan tanah di Kampung Cinunjang, Desa Bantar Agung, Kecamatan Jampang Tengah, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat.

2. METODOLOGI

Secara garis besar metodologi penelitian diawali dengan mempelajari data sekunder, meliputi : Peta Geologi dan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah dan Peta Potensi Gerakan Tanah daerah Kabupaten Sukabumi serta laporan terdahulu. Identifikasi lapangan dan kompilasi data lainnya diantaranya meliputi : Pengamatan kondisi geologi setempat (batuan dan struktur), Pengamatan lokasi dan potensi gerakan tanah, jenis dan mekanisme gerakan tanah serta faktor-faktor penyebabnya, pengamatan morfologi, pengamatan kondisi lereng, pengukuran lapangan, tata guna lahan, kondisi keairan, sketsa, pengambilan foto lapangan, analisis dan evaluasi. Evaluasi kejadian tanah longsor dan kemungkinan upaya penanggulangannya, kemungkinan dampak terhadap pemukiman dan sarana-prasarana, kesimpulan dan rekomendasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan dilapangan morfologi daerah bencana merupakan perbukitan berelief kasar dan curam ($>20^\circ$), berketinggian antara + 550 m sampai + 600 m dpl (di atas permukaan laut).

Batuan penyusun di daerah bencana berupa perselingan batupasir dan batulempung dengan ketebalan lebih kurang 3 meter, dan tanah pelapukan berupa lempung pasir antara 1 - 3 meter. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Balekambang dan Jampang, Jawa (Sukanto, 1975), pada bagian atas daerah bencana tersusun oleh Formasi Jampang (Tmjv) dan pada bagian bawah tersusun oleh Formasi Lengong (Tml). Struktur geologi akibat deformasi seperti patahan (sesar), lipatan (fold) dan sebagainya tidak dijumpai di lokasi dan sekitarnya.

Berdasarkan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi), lokasi bencana berada pada zona kerentanan gerakan tanah menengah artinya daerah yang mempunyai potensi Menengah untuk terjadi Gerakan Tanah. Pada Zona ini dapat terjadi gerakan tanah jika curah hujan di atas normal, terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing jalan atau jika lereng mengalami gangguan.

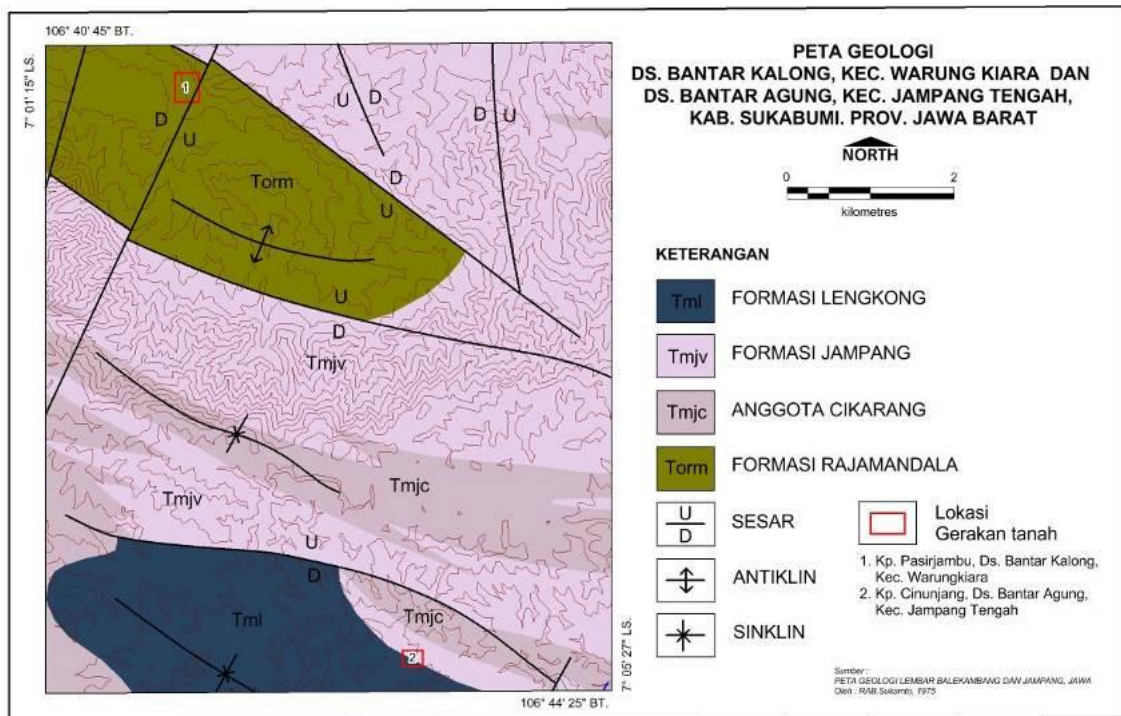
Tataguna lahan pada daerah bencana pada bagian atas berupa pemukiman, kebun campuran dan pepohonan. Bagian bawah adalah pemukiman dan persawahan.

Kondisi keairan di lokasi gerakan tanah dalam kondisi baik dan melimpah pada musim hujan. Air permukaan (run off) mengalir bebas di permukaan dan sebagian meresap ke dalam tanah melalui celah/retakan. Konsumsi air penduduk berasal dari mata air.

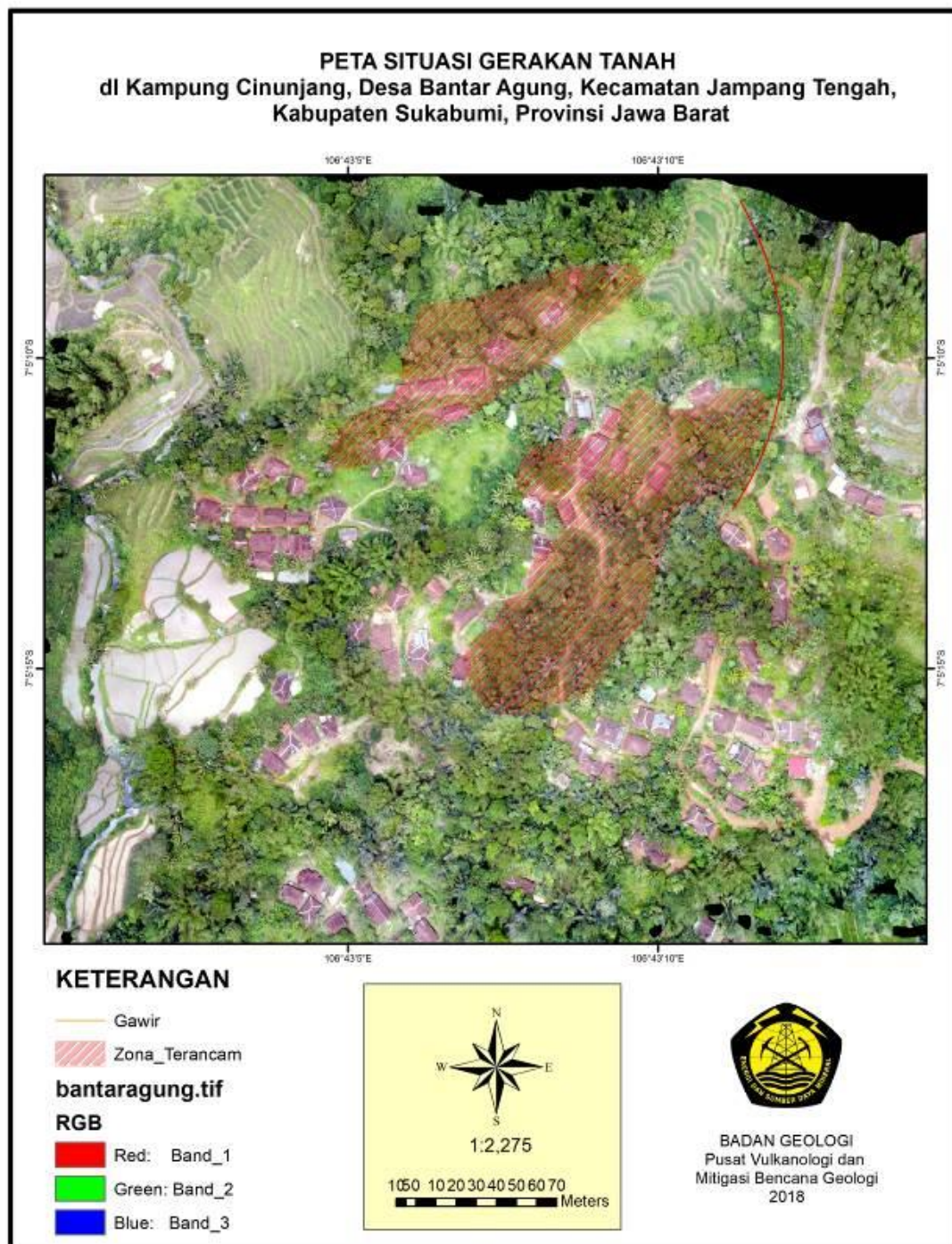
Faktor penyebab terjadinya gerakan tanah di lokasi ini antara lain :

Morfologi yang sangat curam; Batuan yang relatif lapuk / teralterasi, adanya indikasi struktur - sesar normal, curah hujan yang tinggi. Jenis gerakan tanah adalah berupa pergerakan rotasi dengan arah ke barat.

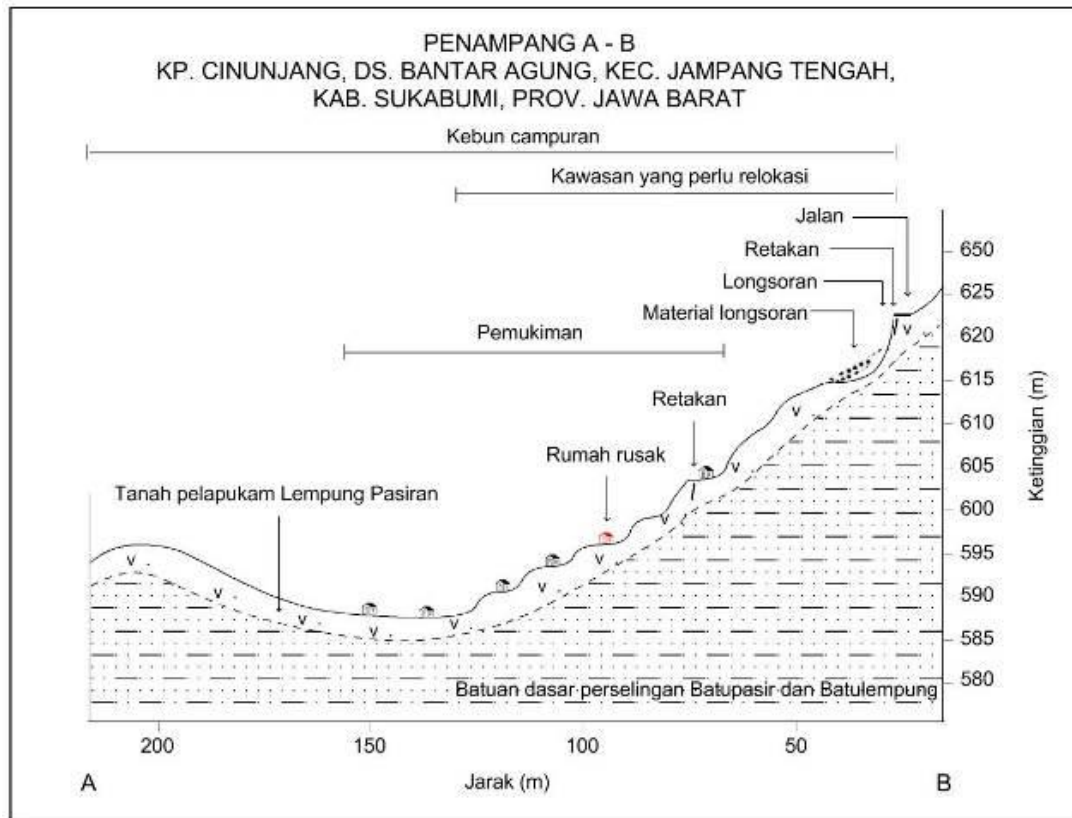
Adapun mekanisme gerakan tanah di daerah penelitian adalah, kelerengan yang curam $> 20^\circ$ ditambah ditemukannya indikasi struktur geologi berupa sesar dan lipatan tegak menyebabkan area ini sangat mudah mengalami pergerakan tanah. Batuan yang berupa perselingan batupasir dan batulanau yang dipengaruhi oleh struktur jika sudah melewati batas plastisitas batuan dapat menyebabkan terjadinya longsor. Pengaruh air permukaan baik dari hujan maupun genangan air yang masuk kedalam tanah melewati retakan dan rekahan dapat mempercepat terjadinya pergerakan tanah.



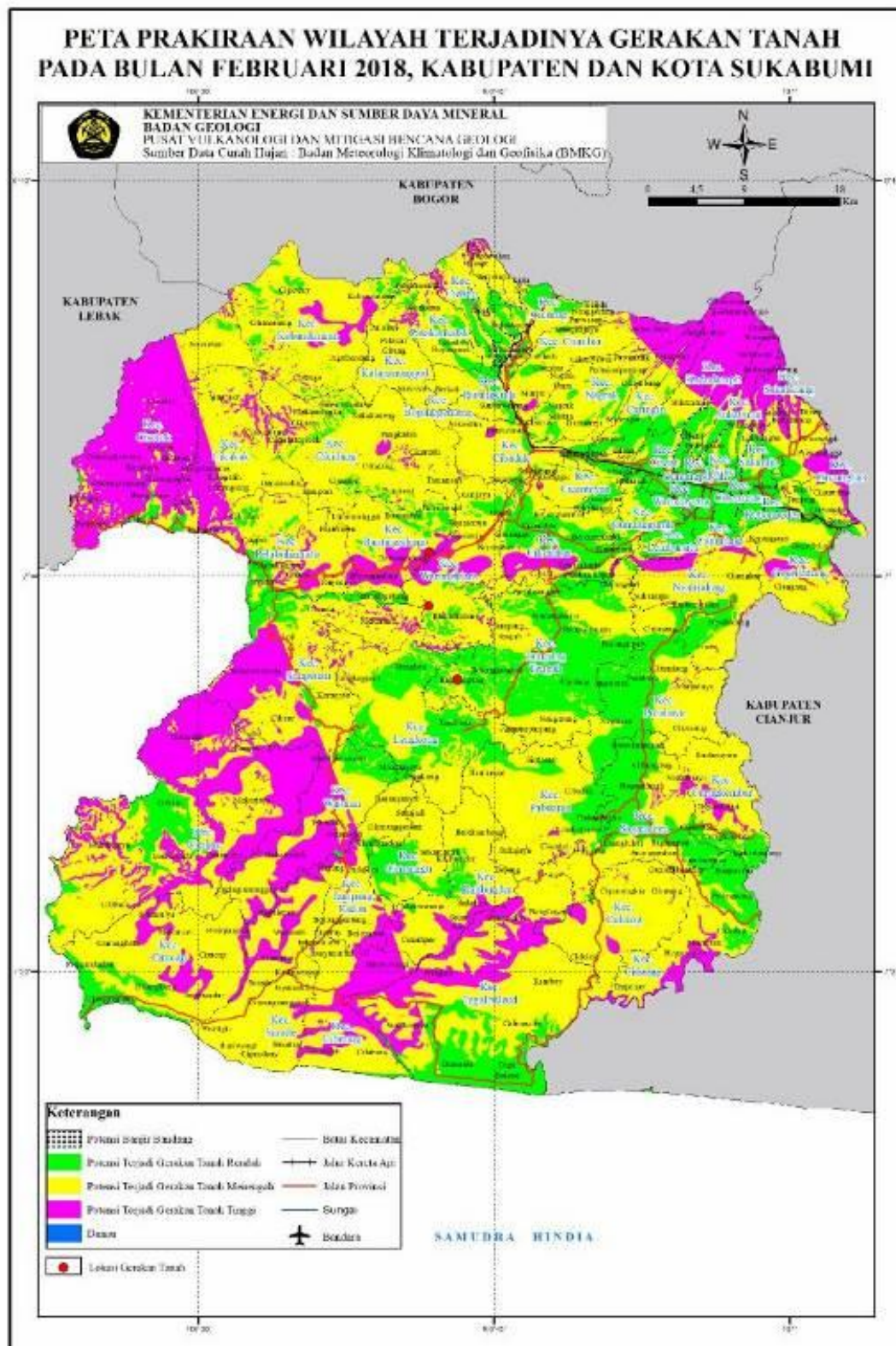
Gambar 2. Peta geologi Desa Bantar Kalong, Kecamatan Warung Kiara, dan Desa Bantar Agung, Kecamatan Jampang Tengah, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat.



Gambar 3. Peta Situasi Gerakan Tanah di Kampung Cinunjang, Desa Bantar Agung, Kecamatan Jampang Tengah, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat



Gambar 4. Penampang gerakan tanah di Kampung Cinunjang, Desa Bantar Agung, Kecamatan Jampang Tengah, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat.



Gambar 5. Peta Prakiraan terjadi gerakan tanah di Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat.



Gambar 6. Lokasi gerakan tanah bertipe cepat yang sebelumnya terjadi di Kampung Cinunjang, Desa Bantar Agung, Kecamatan Jampang Tengah.



Gambar 7. Perlapisan batuan yang tegak yang ditemukan di Kampung Cinunjang, Desa Bantar Agung mengindikasikan adanya struktur yang bekerja pada daerah ini.



Gambar 8. Struktur seretan (dragg fold) di lokasi gerakan tanah, sebagai salah satu indikasi adanya struktur patahan.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Jenis gerakan tanah di daerah ini adalah berupa pergerakan rotasi dengan arah ke barat. Adapun faktor-faktor penyebab terjadinya gerakan tanah di lokasi ini antara lain :Morfologi yang sangat curam, batuan yang relatif lapuk/ teralterasi, adanya indikasi struktur sesar, dan kemudian dipicu oleh curah hujan yang tinggi.

Mekanisme terjadinya gerakan tanah adalah, kelerengan yang sangat curam $> 20^\circ$ akibat adanya struktur sesar dan juga lipatan tegak yang menyebabkan area ini menjadi labil. Batuan yang berupa perselingan batupasir dan batulanau yang dipengaruhi oleh struktur menyebabkan batas plastisitas batuan terlampaui dan mempermudah terjadinya gerakan tanah. Pengaruh air yang masuk kedalam tanah melewati retakan dan rekahan dapat memicu terjadinya pergerakan tanah.

4.2 Rekomendasi

Daerah sekitar bencana gerakan tanah masih berpotensi untuk terjadi gerakan tanah pada setiap musim hujan, maka untuk itu di rekomendasikan sebagai berikut :

1. Pemukiman yang terancam (Zona Merah pada Peta Situasi – Terlampir) sebaiknya dipindahkan ketempat yang lebih landau dan aman dari pergerakan tanah;

2. Pemantauan pada area gerakan tanah lama agar tidak terjadi lagi pergerakan ditempat yang sama;
3. Masyarakat yang bermukim/beraktifitas di lokasi gerakan tanah dan sekitarnya harus selalu waspada terhadap ancaman gerakan tanah, terutama pada saat dan setelah hujan lebat yang berlangsung lama, sebaiknya mengungsi ke tempat yang aman dari ancaman bencana gerakan tanah;
4. Mengatur dan mengarahkan aliran air permukaan agar air tidak menjenuhi tanah atau meresap ke bawah permukaan yang dapat mempercepat terjadinya gerakan tanah, saluran air harus kedap air dan dibuang langsung ke saluran utama (sungai);
5. Mempertahankan tanaman berakar kuat dan dalam guna mempertahankan kestabilan lereng;
6. Tidak melakukan pemotongan lereng yang dapat mengganggu stabilitas lereng;
7. Tidak membangun di atas, pada dan di bawah lereng yang terjal;
8. Apabila gerakan tanah di wilayah ini terus berkembang secara intensif, maka rumah yang terdampak dan terancam oleh gerakan tanah harus segera direlokasi ke tempat yang aman dari ancaman bencana gerakan tanah;
9. Masyarakat harus selalu mengikuti arahan dari Pemerintah Daerah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Peta Prakiraan Gerakan Tanah Kabupaten Sukabumi. Pusat Vulkanologi dan MitigasiBencana Geologi. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Sukabumi. Pusat Vulkanologi dan MitigasiBencana Geologi. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Sukamto, Rab., 1975. Peta Geologi Lembar Balekambang dan Jampang, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum. Departemen pertambangan dan Energi.

Pertolongan Psikologis Pertama (*Psychological First Aid*): Upaya Bantuan Psikososial Awal Pada Korban Bencana

Margaretha

Fakultas Psikologi Universitas Airlangga, Surabaya
margaretha@psikologi.unair.ac.id

ABSTRACT

After a disaster, people deal with various physical, psychological and social damages; even more severe on the psychological damages because it could create psychological problems in the short and long term. Psychological First Aid (PFA) is a humanistic, practical, and supportive approach for people in the post-disaster context. PFA aims to provide helps for people to feel secure; to connect with the environment; to provide physical, psychological, and social resources; as well as to re-develop the feelings self-reliant or able in controlling his/her own life. Usually, PFA will be conducted up to 4-6 weeks right after a disaster. This supportive psychosocial support will make people become more resilient in the face of disaster/crisis. Therefore, it is important to perform PFA, especially providing psychosocial assistance to people in the early days of the disaster. PFA can be used after a crisis or traumatic event, such as: natural disasters/human consequences, emergency situations, or personal crisis. PFA will address basic needs fulfillment and ways to reduce stress and psychological tension by providing services sincerely and caring, and also giving psycho-education on how to manage stress in disaster context. PFA will develop a sense of empowerment for victims of disaster, and in the future, this can strengthen crisis management capabilities of the survivors.

Keywords : psychological first aid, early social supports, disaster, refugee, victim, survivor

ABSTRAK

Setelah bencana, manusia dapat menghadapi berbagai kerusakan fisik, psikologis dan sosial. Hal ini berdampak besar karena dapat memunculkan persoalan psikis dalam jangka pendek dan jangka panjang. Pertolongan Psikologis Pertama atau Psychological First Aid (PFA) adalah suatu pendekatan bantuan psikososial manusia pasca bencana yang humanis, praktis, dan mendukung pada orang-orang yang mengalami bencana/krisis. PFA bertujuan untuk memberikan pertolongan agar korban bencana merasa aman; terhubung dengan lingkungan dan sumber bantuan fisik, psikologis, dan sosial yang ia butuhkan; serta mengembangkan kembali perasaan mampu mengendalikan hidupnya sendiri. Biasanya, PFA akan dilakukan hingga 4-6 minggu awal setelah kejadian bencana. Hal ini akan membuat orang-orang menjadi lebih tangguh atau resilien dalam menghadapi bencana/krisisnya. Oleh karena itu, tepatlah PFA untuk dilakukan dalam proses pemberian bantuan pada manusia di masa awal bencana. PFA dapat digunakan setelah peristiwa krisis atau traumatis, seperti: bencana alam/akibat manusia, situasi kedaruratan, atau krisis personal. PFA akan

menangani pemenuhan kebutuhan dasar dan mengurangi stress dan tekanan psikologis yang dialami manusia dalam situasi bencana dengan cara melayani dengan kepedulian yang tulus dan peduli, serta memberikan psikoedukasi tentang bagaimana mengelola reaksi stress dalam situasi bencana. Hal-hal ini akan mengembangkan perasaan berdaya pada pengungsi, dan pada kelanjutannya dapat mendukung berkembangnya kemampuan pengelolaan krisis pada penyintas bencana.

Kata Kunci : psychological first aid, bantuan psikososial awal, bencana/krisis, pengungsi, korban, penyintas

1. PENDAHULUAN

Selama ini bantuan psikososial manusia pasca bencana di Indonesia masih bergantung pada niat baik pemberi bantuan. Sukarelawan profesional memberikan layanan sesuai profesinya, namun banyak juga sukarelawan lain yang belum atau tidak memiliki latar-belakang keahlian layanan psikososial bencana yang terstandar. Sebaiknya, bantuan psikososial diselenggarakan secara tersistematisasi dan juga menggunakan pendekatan layanan psikososial yang telah diuji manfaatnya dari penelitian-penelitian sebelumnya. Tujuan utama dari penanganan bencana adalah perlindungan manusia. Berbagai upaya fisik, logistik, pengelolaan lingkungan diupayakan dalam konteks bencana sebagai usaha untuk melindungi manusia yang mengalami dampak bencana. Namun, jika kita tidak terus menyadari, dapat terjadi penanganan bencana yang terlalu fokus pada aspek-aspek fisik dan logistik, sehingga cenderung abai pada upaya pemenuhan kebutuhan psikologis dan sosial manusia di tengah bencana.

Pemenuhan kebutuhan psikologis adalah bagian dari upaya bantuan dan pendampingan manusia, yang memang telah menjadi bagian komitmen layanan penanganan persoalan pasca bencana di Indonesia. *Psychological First Aid* (PFA) adalah suatu pendekatan bantuan psikososial manusia pasca bencana yang humanis, praktis, dan mendukung pada orang-orang yang mengalami bencana/krisis. PFA bertujuan untuk memberikan pertolongan agar manusia merasa aman; terhubung dengan lingkungan dan sumber bantuan fisik, psikologis, dan sosial yang ia butuhkan; serta mengembangkan kembali perasaan mampu mengendalikan hidupnya sendiri. Biasanya, PFA akan dilakukan hingga 4-6 minggu awal setelah kejadian bencana. Hal-hal ini akan membuat orang-orang menjadi lebih tangguh atau resilien dalam menghadapi bencana/krisisnya. Oleh karena itu, tepatlah PFA untuk dilakukan dalam proses pemberian bantuan pada manusia di masa awal bencana.

Bantuan psikososial bagi korban bencana

Bantuan Psikososial Bencana (BPB) adalah layanan psikologis bagi individu dan keluarga setelah kejadian bencana yang mempertimbangkan konteks sosial-budaya. BPB membantu pengungsi individual dan komunitas untuk melampaui luka psikologis dan membangun kembali struktur dan relasi sosialnya setelah

peristiwa bencana. Harapannya pengungsi yang mengalami bencana bukan lagi dipandang sebagai korban bencana (*victim*) yang lemah dan pasif menerima bantuan, namun bisa menjadi penyintas bencana (*survivor*) yang telah bergerak keluar dari penderitaannya dan aktif membangun hidupnya kembali.

Pemberian intervensi psikososial adalah bagian usaha penjaminan kesehatan manusia, secara khusus kesehatan mental pengungsi dalam konteks bencana. Kesehatan mental menurut WHO (2001) adalah kesejahteraan subyektif, persepsi kemampuan diri (*self efficacy*), otonomi, kompetensi, saling ketergantungan antar-generasi, dan aktualisasi potensi intelektual dan emosional manusia. Dengan kesehatan mental, seorang manusia dapat merealisasi kemampuan dirinya, mengelola stress hidupnya, bekerja secara produktif, dan berkontribusi pada komunitasnya.

Tujuan melakukan intervensi psikososial adalah agar korban/penyintas bencana dapat mencapai resiliensi sebagai bentuk kesehatan mental dalam konteks bencana. Resiliensi adalah proses penyesuaian diri adaptif di tengah keadaan sulit, trauma atau tragedi (APA, 2004). Resiliensi membantu pengungsi untuk mampu mengelola persoalannya yang muncul dari kondisi traumatis yang dialaminya. Resiliensi dapat dicapai dengan fokus pada kekuatan yang dimiliki individu serta menciptakan lingkungan yang mendukung individu untuk mampu mengelola persoalannya dan mencari cara-cara penyelesaian persoalan yang dihadapinya saat ini.

Pemberian bantuan psikososial awal pada pengungsi dapat bermakna untuk:

1. mencegah stress berat dan penderitaan psikologis yang lebih parah
2. membantu korban bencana mampu mengelola stressnya dan beradaptasi dengan situasi sulit yang dihadapinya
3. mampu melanjutkan rutinitas hidupnya sehari-hari
4. mampu berkontribusi dalam pemenuhan kebutuhan komunitasnya

Hal-hal ini akan membantu korban bencana untuk lebih mampu menghadapi dan menyesuaikan diri dengan perubahan yang terjadi sebagai dampak bencana/krisis yang dialaminya, lalu lebih lanjut diharapkan dapat mendukung kemampuan melampaui bencana/krisis serta membangun hidup barunya kelak.

Dinamika Psikologis Manusia dalam Konteks Bencana

Setelah mengalami bencana, reaksi sedih dan duka mendalam adalah respon alamiah manusia yang menghadapi kondisi krisis. Oleh karena itu, penting agar korban bencana diberikan waktu untuk berduka dan mengalami emosinya. Sukarelawan dapat membantu proses berduka alamiah ini dengan tidak terus-menerus bertanya tentang kesedihan korban bencana atau mengekspos kesedihan keluarga di berbagai media-sosial. Namun, sukarelawan justru perlu menyediakan waktu dan ruang bagi korban bencana untuk mengekspresikan dukanya.

Ekspresi duka manusia dipengaruhi oleh konteks sosio-budaya dan juga kepribadiannya. Secara sosial budaya, manusia dalam komunitasnya akan memiliki tata cara untuk berduka, misalkan: orang Batak mengungkapkan kesedihannya ketika mengalami perpisahan akibat kematian dengan cara bernyanyi lagu-lagu sedih, namun individu juga dapat memilih berdo'a atau berdzikir untuk mengungkapkan dukanya. Selain itu, corak kepribadian juga akan berpengaruh pada ekspresi emosi manusia. Individu dengan corak kepribadian *ekstravert* (terbuka) akan lebih mudah mengungkapkan perasaannya baik secara verbal maupun non-verbal pada orang-orang di sekitarnya. Sedangkan individu *introvert* akan cenderung lebih tertutup dan memilih untuk merasakan sendiri perasaannya. Hal-hal ini berarti bahwa dalam memberikan ruang untuk berduka, maka relawan perlu juga memahami konteks sosio-budaya dan karakteristik unik individu yang didampinginya. Sedapatnya, relawan membantu individu mengalami berduka dengan cara alamiah dan yang paling sesuai dengan karakter pribadi dan karakter sosio-budaya yang dianutnya. Karena dengan cara inilah, individu akan lebih mampu berhadapan dan melampaui perasaan dukanya secara alami.

Namun, tidak semua orang yang mengalami bencana akan menunjukkan gejala trauma. Pengungsi dapat mengalami fase krisis, dan menunjukkan reaksi sedih serta emosional segera setelah bencana. Sebagian besar biasanya akan melampaui kesulitannya tersebut dan kembali dapat berfungsi secara adaptif. Sedangkan sebagian lain dapat menunjukkan gejala-gejala psikologis yang menunjukkan kesulitannya untuk mengelola kesedihan dan persoalan pribadinya menghadapi krisis bencana, misalkan: emosi yang meluap-luap, sedih luar biasa hingga mereka kesulitan merawat dirinya, seperti: tidak mau makan atau tidur, serta problem perilaku lainnya yang menghambat aktivitas hidup sehari-hari. Secara alamiah, reaksi emosional pada saat menghadapi musibah seperti ini akan menurun dengan berjalannya waktu.

Gejala Stress Pasca Bencana

Walaupun sebagian besar akan pulih dengan waktu, namun sebagian orang dapat mengalami persoalan psikologis sebagai akibat dari pengalaman bencana/krisis yang dialaminya (Norris, dkk., 2002). Sebagian akan menunjukkan gejala-gejala stress dalam berpikir (kognitif), merasa (afektif/emosional), perilaku dan fisik (tabel Berbagai reaksi terhadap stress/trauma yang dapat muncul pada pengungsi/korban bencana, seperti: sedih dan menangis, marah, kesulitan tidur atau turunya nafsu makan, mood yang labil, dan mati rasa. Perlu dipahami bahwa reaksi-reaksi di atas adalah alamiah. Kemunculan respon akan dipengaruhi oleh karakteristik individu yang mengalami stress/trauma. Yang terbaik yang bisa dilakukan relawan adalah mengikuti alur alamiah pemulihan duka setelah bencana atau krisis. Dalam hal ini, tugas sukarelawan bukan menjadi ahli keluar dari masalah atau trauma, namun yang lebih sering dibutuhkan adalah menjadi pendengar dari kisah dan keluh kesah korban/penyintas trauma.

Jikalau sukarelawan melihat gejala-gejala psikologis pada korban bencana, maka perlu dilakukan pemeriksaan resiko gangguan psikologis. Hal ini dilakukan untuk menakar derajat keberatan persoalan serta untuk merencanakan intervensi yang perlu dilakukan untuk membantu korban bencana keluar dari gejala stressnya.

Perlu dipahami, bahwa gejala atau problem psikologis yang dialami oleh masing-masing manusia pasca bencana akan berbeda-beda, maka model intervensi yang perlu dilakukan pun akan berbeda-beda (tabel 3). Bila gejala persoalan yang dialami masuk dalam kategori ringan karena tidak secara signifikan mempengaruhi hidup seseorang, maka intervensi/penanganan sifatnya non-formal dan usaha yang dilakukan adalah mendukung pemulihan alamiah. Namun, apabila gejala reaksi emosional tersebut menetap dan dengan intensitas yang tinggi untuk waktu yang lama, atau lebih dari 3 bulan, maka mungkin diperlukan penanganan psikologis khusus ada orang-orang tertentu (*targeted intervention*). Terapi Trauma yang bisa diberikan oleh Psikolog Klinis atau Psikiater dengan spesialisasi *trauma therapy*.

Namun, gejala lain yang dapat diamati adalah perilaku pengelolaan masalah yang dilakukan korban bencana, hal ini disebut sebagai *coping*. *Coping* efektif akan menampilkan keterampilan penyelesaian masalah, baik menarget masalahnya secara langsung atau merubah perasaan yang muncul ketika mengalami masalah. Sebaliknya *coping negatif*, biasanya malah menghambat kemampuan penyelesaian masalah yang tuntas (lihat tabel 2).

Informasi ini perlu dipahami oleh relawan agar memahami apa persoalan psikologis yang sedang dialami korban bencana serta apa langkah yang dapat dilakukan oleh relawan di lapangan (lihat gambar 1). Relawan di tempat pengungsian dapat membantu upaya pemberian layanan dasar seperti kebutuhan logistik dasar, bantuan psikologis pertama (*psychological first aid*), dukungan sosio-budaya dan spiritual. Namun, jikalau persoalan yang dimunculkan oleh korban bencana lebih berat, maka relawan perlu melakukan kerjasama dengan professional lainnya dalam rangka penyelenggaraan bantuan psikososial, misalkan: jikalau ditemukan bahwa korban bencana menunjukkan persoalan gangguan klinis maka relawan perlu melakukan perujukan ke Rumah Sakit agar dapat mengarahkan pengungsi untuk dapat mengakses layanan dari Psikiater, Psikologi dan Tenaga Profesional dalam Kesehatan Mental.

2. BANTUAN PSIKOSOSIAL TAHAP AWAL

Menurut Te Brake dan koleganya (2009), bantuan psikososial pada tahap awal dapat dilakukan dalam 5 tahapan, yaitu:

1. Screening, seleksi individu dan kelompok yang dapat mengalami resiko gangguan psikologis atau yang tengah mengalami gangguan psikologis
2. Pembangunan konteks suportif,
3. lintervensi preventif awal

4. Intervensi preventif kuratif
5. Organisasi layanan psikososial

Te Brake dan kolega menguraikan hal-hal yang penting dilakukan dalam masing-masing tahapan (lihat tabel 4). Tahapan ini perlu dilakukan dalam upaya pertolongan psikologis pertama.

Tabel 1. Gejala stress dalam aspek kognitif, emosional, perilaku dan fisik

Kognitif	Emosional	Perilaku	Fisik
<ul style="list-style-type: none"> • Kebingungan • Disorientasi • Kesulitan fokus/atensi • Kesulitan membuat prioritas, menganalisa dan mengambil keputusan • Mudah lupa • Lambat paham • Rentang konsentrasi pendek • Kehilangan kemampuan penilaian obyektif • Sulit menghentikan pemikiran tentang bencana • Menyalahkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Marah • Duka • Depresi • Tidak berdaya • Tidak memiliki harapan hidup • Kewalahan dengan berbagai emosi yang dialami • Perasaan sangat berdaya "pahlawan", <i>euphoria</i> • Penyangkalan • Kecemasan dan takut • Mudah tersinggung • Gelisah • Perasaan bersalah karena selamat "<i>survivor guilt</i>" • Merasa terisolasi • Apatis • Mimpi buruk 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulit tidur • Perubahan pola makan • Tidak mampu merawat diri (misal: tidak mau mandi, membersihkan diri setelah Buang Air) • Menarik diri dari interaksi social • Diam dan pasif • Mengalami serangan panik • Sulit mengkomunikasikan diri • Meningkatnya humor • Sering marah dan meledak • Tidak mampu meninggalkan persoalan/pikiran tentang krisis • Perubahan dalam relasi intim dan seksual • Perubahan kinerja • Sering menangis • Meningkatnya konsumsi rokok, alcohol, obat-obatan • Terus-menerus waspada tentang keamanan lingkungan tinggal • Menghindari bicara atau melakukan sesuatu yang membuatnya ingat akan krisis/bencana • Rentan terkena kecelakaan 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tachypnea</i> (bernapas cepat) • <i>Tachycardia</i> (detak jantung cepat) • Hipertensi (tekanan darah tinggi) • Pusing • Berkeringat berlebihan • Penampilan bingung • Mati rasa • Lelah • Kehilangan energi • Merasa sakit dan mencari bantuan walaupun tidak ditemukan adanya persoalan fisik-medis (<i>hypochondria</i>) • Tremor • Stress saluran pencernaan

Tabel ini diadaptasi dari Hammond & Brooks (2001) dan Gauthamasdas (2005).

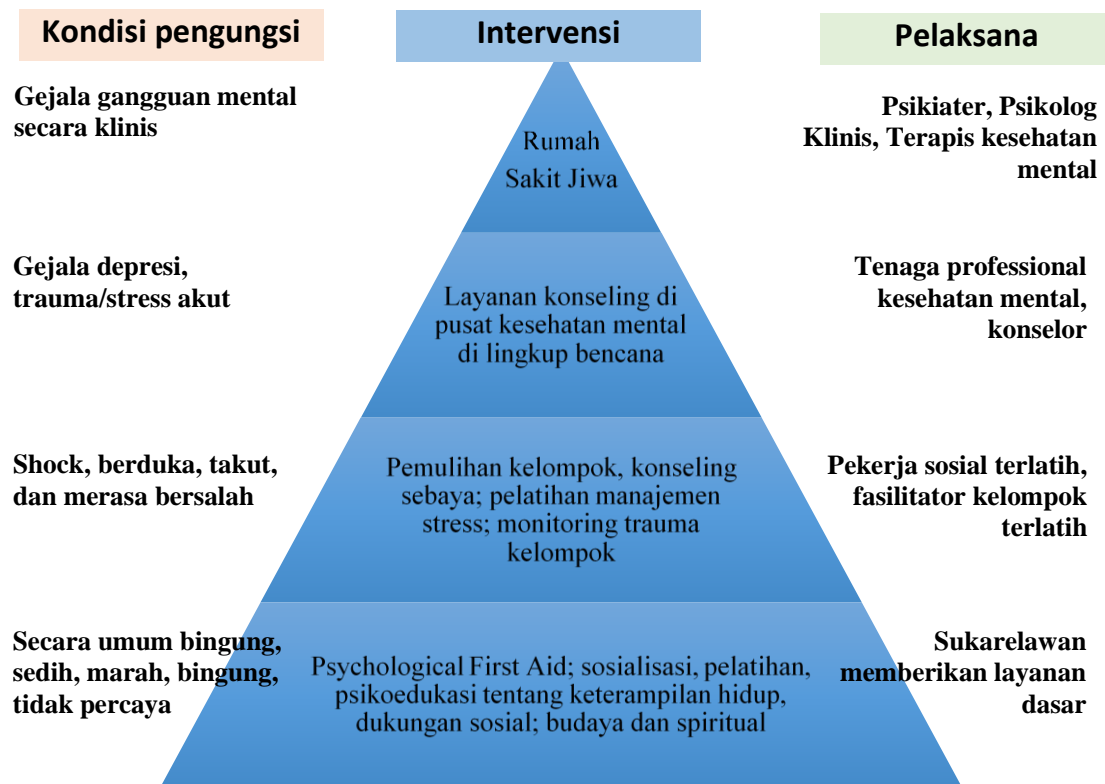
Tabel 2. Daftar perilaku yang terkait dengan keterampilan coping positif dan coping negative

Keterampilan Coping Positif	Keterampilan Coping Negatif
<ul style="list-style-type: none"> • Orientasi pada diri sendiri dengan cepat • Merencanakan tindakan tegas untuk menghadapi krisis • menggunakan kemampuan penyelesaian masalah dalam konteks krisis • menggunakan sumber bantuan dengan benar • mengelola komponen emosi pengalaman bencana • mengekspresikan emosi yang menyakitkan secara tepat • mengakui rasa sakit, tapi tidak mau terlarut dan terus-menerus membicarakan masalah • Mengembangkan strategi untuk mengkonversi ketidakpastian menjadi resiko dikelola • Akui peningkatan kebutuhan ketergantungan dan mencari, menerima dan menggunakan bantuan • Mentolerir ketidakpastian tanpa tindakan impulsif • Bereaksi terhadap tantangan lingkungan dan mengenali nilai positif mereka untuk pertumbuhan • Gunakan pertahanan non-destruktif dan mode lega ketegangan untuk mengatasi kecemasan (misalnya. Humor, olahraga, kebiasaan makan, manajemen waktu, teknik relaksasi) tanpa tujuan 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan berlebihan penolakan, penarikan, mundur, menghindari • penggunaan tinggi dari fantasi, miskin uji realitas • perilaku impulsif • Melampiaskan kemarahan pada individu yang lebih lemah dan menciptakan kambing hitam • Over-dependent, menempel, meja perilaku tergantung • Ketidakmampuan untuk membangkitkan perasaan kepedulian dari orang lain • penekanan emosional, yang mengarah ke "berharap kurang berdaya-menyerah" sindrom • Penggunaan perilaku ritual berlebihan (<i>hyper-ritualistic</i>) • Kelelahan dan problem dalam meregulasi siklus istirahat-kerja • Penyalahgunaan obat-obatan dan lainnya zat (misalnya. alkohol, meningkatkan asupan obat dengan mengambil pil tidur dan agen penenang lainnya) • Ketidakmampuan untuk menggunakan sistem pendukung dan akses layanan

Tabel 3. Derajat keberatan gejala dan rekomendasi intervensi

Gejala	Rekomendasi intervensi
Ringan	Memberikan waktu dan ruang untuk terjadinya pemulihan psikis alamiah, memberikan psikoedukasi dan/atau dukungan sosial dalam rangka mengembangkan kemampuan pengelolaan stress. Tidak harus menggunakan pendekatan intervensi formal.
Sedang	Membentuk resiliensi dan kemampuan pengelolaan stress dengan menguatkan kapasitas psikologis yang dimiliki individu. Tidak memaksakan memberikan debriefing psikologis dalam rangka mencegah retraumatisasi.
Berat	Memberikan intervensi psikologis dengan intervensi klinis yang formal. Harus dilakukan oleh professional dengan keahlian <i>trauma healing</i> .

Diambil dari: Mansdorf (2008) dalam Psychological intervention following terrorist attack.



Gambar 1. Piramida pemetaan kondisi psikologis dan layanan psikososial (diadaptasi dari Poerwandari, 2003)

Tabel 4. Bantuan psikososial awal menurut Te Brake (2009) dalam situasi bencana atau krisis

<p>Intervensi psikologis awal</p> <p>Tujuan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. stimulasi pemulihan alami dengan menggunakan sumber daya alamiah di sekitar individu 2. identifikasi siapa saja yang mengalami bencana/krisis yang membutuhkan layanan psikososial akut 3. jika dibutuhkan, melakukan rujukan dan perawatan bagi individu/kelompok yang membutuhkan layanan psikososial akut
<p>Pembangunan konteks suportif</p> <p>Tujuan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. memberikan layanan mendengarkan, dukungan, penghiburan atas kedukaan, dan informasi praktis yang dibutuhkan saat ini 2. memberikan informasi terkini dan factual tentang kejadian bencana/krisis 3. mobilisasi dukungan sosial dari lingkungan social di sekitarnya 4. mempertemukan kembali orang yang terkena bencana dengan keluarganya 5. menyampaikan pada orang-orang yang mengalami bencana bahwa reaksi stress yang mereka alami adalah reaksi alamiah manusia dalam situasi bencana
<p>Intervensi psikososial awal</p> <p>Tujuan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. menyampaikan pada orang-orang yang mengalami bencana bahwa reaksi stress yang mereka alami adalah reaksi alamiah manusia dalam situasi bencana

2. memberikan informasi kemana mencari bantuan atau layanan
3. memberikan saran pada penduduk yang terkena dampak bencana mengenai bagaimana melanjutkan hidup sehari-hari. Namun tidak memberikan psikoedukasi preventif.

Dalam tahapan ini juga dilakukan proses pemetaan kondisi psikologis pengungsi:

1. orang yang tidak mengalami gangguan mental atau gejala klinis (akan pulih kira-kira dalam waktu 6 minggu awal setelah bencana, mayoritas orang biasanya ada di sini)
2. orang yang rentan atau mungkin sedang mengalami gangguan mental atau gejala klinis (maka perlu dilakukan penggalan kondisi individu tersebut, baik dengan individu atau keluarga)
3. orang yang menunjukkan gejala klinis

setelah pemetaan maka intervensi akan diberikan sesuai dengan keadaan dan kebutuhan yang dialami oleh pengungsi.

Intervensi kuratif awal

Tujuan:

1. pada bulan awal dilakukan intervensi trauma dengan pendekatan CBT pada individu yang mengalami Gangguan Kecemasan atau PTSD. Dalam tahap ini, relaksasi bisa diberikan sebagai bagian CBT namun bukan treatment utama.
2. *Eye Movement Desensitization and Reprocessing* (EMDR) juga ditemukan memberikan efek kuratif dalam kurun waktu 6 minggu awal pasca bencana/krisis.
3. Jika ditemukan gangguan tidur, depresi atau PTSD maka perlu dipertimbangkan untuk diberikan intervensi psikofarmakologi.
4. Layanan konseling perlu diberikan oleh tenaga terlatih.
5. Kelompok minoritas juga perlu diperhatikan. Pendekatannya dilakukan secara konsisten dan kontekstual (misalkan: menggunakan Bahasa mereka) juga melibatkan pemimpin lokal kelompok tersebut.

Organisasi layanan psikososial

Tujuan:

1. Layanan psikologis awal harus diberikan oleh yang terlatih dan memahami tugasnya dalam konteks bencana tersebut (ada instruksi yang jelas melalui komando yang jelas)
2. Layanan psikologis awal secara kolektif perlu dijamin sebagai bagian dari bantuan perlindungan manusia pasca bencana, sehingga kemudahan akses dan penggunaan layanan psikologis ini perlu diperhatikan seksama
3. Dalam kurun waktu 6 minggu awal pasca bencana, sistem layanan dan dukungan bagi korban/pengungsi harus disusun dan bekerja untuk melayani masyarakat
4. Pusat layanan informasi yang tetap harus segera didirikan agar alur informasi jelas.
5. Pendekatan layanan psikososial dilakukan secara multidisipliner.

3. DEFINISI PSYCHOLOGICAL FIRST AID

PFA adalah pendekatan intervensi dalam mendampingi manusia pasca bencana dalam rangka mengurangi stress awal dan membangun fungsi adaptif jangka panjang. Harapannya dengan pelaksanaan PFA, persoalan berkelanjutan terkait dengan bencana dapat diturunkan atau dicegah.

Menurut Sphere Project (2011) dan Australian Psychological First Aid (2013), *Psychological First Aid* (PFA) adalah serangkaian respon manusiawi dan supportif pada manusia yang sedang menderita atau memerlukan dukungan. Beberapa diantaranya adalah:

1. Memberikan perawatan dan dukungan yang praktis, namun tidak menginterupsi
2. Mencanangkan kebutuhan dan hal-hal yang harus diperhatikan

3. Membantu orang-orang untuk mendapatkan akses terhadap kebutuhan-kebutuhan dasar (contohnya, makanan dan minuman, informasi)
4. Menjadi pendengar, namun tidak memaksa mereka untuk berbicara
5. Menghibur orang-orang dan membantu mereka merasa tenang
6. Membantu orang-orang untuk terhubung pada penyedia informasi, layanan-layanan lain, dan sosial

Melindungi orang-orang dari bahaya yang lebih lanjut

Dukungan PFA diberikan oleh sukarelawan yang telah terlatih untuk memberikan bantuan psikososial secara tepat. Sukarelawan perlu dibekali keterampilan PFA melalui pelatihan dan pengembangan keterampilan memberikan bantuan psikososial. Namun, PFA bukanlah Konseling profesional, sehingga sukarelawan yang akan mempelajari PFA tidak harus memiliki latar belakang psikologi atau ilmu kesehatan. Sukarelawan dari berbagai latar belakang pendidikan dapat mengikuti pelatihan PFA dan kemudian sukarelawan dapat mengintegrasikan keterampilan PFA-nya dalam kegiatan atau aktivitas mereka dalam konteks bencana.

Berdasarkan berbagai penelitian, PFA terbukti membantu pemulihan manusia pasca bencana/krisis/trauma dan efeknya bisa dirasakan hingga jangka panjang. Hal ini dapat terjadi karena, manusia dibantu untuk mencapai:

1. Perasaan aman, terhubung dengan yang lainnya, tenang, dan penuh harapan.
2. Memiliki akses untuk bantuan sosial, fisik, dan emosional, serta
3. Perasaan mampu untuk membantu dirinya sendiri, sebagai individu maupun sebagai komunitas

Dengan tercapainya ketiga hal tersebut, diharapkan agar manusia dapat membangun diri dan hidupnya kembali pasca bencana/krisis/trauma yang dialaminya secara alamiah.

Penting juga dipahami bahwa PFA bukanlah usaha untuk "pemulihan kondisi psikologis", oleh karena itu PFA tidak menanyakan kepada seseorang untuk menganalisa apa yang terjadi pada mereka atau menjelaskan kejadian sesuai dengan urutan waktu dan kejadian. Sukarelawan PFA tidak akan mendiskusikan mendetail tentang kejadian yang menyebabkan keadaan yang tidak mengenakkan. Sukarelawan PFA akan menjadi pendengar untuk orang-orang, dan tidak akan melakukan pemaksaan agar orang-orang mau menceritakan perasaan dan reaksi mereka terhadap suatu kejadian.

4. PENERAPAN PSYCHOLOGICAL FIRST AID

Sebelum PFA, ada prosedur yang dikenal sebagai *Debriefing*. *Debriefing* bertujuan untuk mengurangi gangguan stres pasca trauma (PTSD) setelah bencana besar. PTSD sekarang banyak dikenal dengan 3 gejala utama: penghindaran stimulus yang memunculkan perasaan cemas (*avoidance*), ingatan yang selalu muncul atau

kilas balik (*intrusive thoughts*), kewaspadaan dan mati rasa (*hyperarousal and numbness*).

Prosedur *Debriefing* dilakukan segera setelah bencana, dengan tujuan untuk mencegah korban/pengungsi mengembangkan PTSD. *Debriefing* dilakukan dengan cara mengingat/merefleksikan pengalaman bencana yang baru saja dialami korban/pengungsi, dalam rangka untuk mengarahkan pengolahan emosional efektif. Segera setelah bencana, korban/pengungsi diajak bicara oleh seorang profesional yang akan berusaha menggali ingatan dan pengalaman reflektif bencana/krisis yang dialami. Lalu profesional tersebut akan mengarahkan korban/pengungsi untuk mengembangkan pemahaman yang proporsional atas pengalaman bencana/krisisnya. *Debriefing* dulunya berkembang di dunia militer, di mana dilakukan suatu sesi setelah misi militer yang dimaksudkan untuk meningkatkan semangat dan mengurangi tekanan yang terjadi selama masa misi dinas. *Debriefing* dilakukan dalam satu sesi dengan tujuh tahapan: 1) pendahuluan, 2) fakta, 3) pengalaman dan kesan, 4) reaksi emosional, 5) normalisasi, 6) perencanaan untuk masa depan, dan 7) pelepasan (Rose dkk., 2009).

Namun seiring penelitian dan penerapannya, *Debriefing* ditemukan tidak efektif, bahkan memberikan efek buruk dan berbahaya. Beberapa hal dapat menjelaskan mengapa *Debriefing* tidak menurunkan insiden PTSD. *Pertama*, menurunkan gejala PTSD tidak mungkin hanya dilakukan satu sesi. *Kedua*, membicarakan kembali trauma atau pengalaman bencana/krisis dapat menyebabkan pengulangan trauma (*retraumatization*). *Debriefing* menganggap semua perilaku dan emosi negatif pasca bencana sebagai patologis, dan harus segera dirubah. Hal ini membuat *Debriefing* kurang sensitif membedakan gejala kesedihan setelah bencana sebagai reaksi normal di tengah situasi yang tidak alamiah, dengan gejala klinis kecemasan yang dapat mengarah pada PTSD.

PFA hadir dan berusaha menanggapi persoalan dan kelemahan *Debriefing*. PFA tidak memaksa dan tidak diwajibkan untuk semua korban bencana. PFA juga dapat dilakukan dalam berbagai sesi, terutama bagi mereka yang membutuhkan layanan bantuan psikososial. PFA juga tidak mengungkit trauma, namun fokus utamanya adalah membantu secara praktis korban bencana untuk mampu menyelesaikan persoalan-persoalannya. PFA juga mendukung pengembangan pribadi diri dan komunitas dalam menyelesaikan persoalannya sendiri. PFA juga berusaha untuk memperhatikan faktor-faktor sosial-budaya-spiritual yang dapat mempengaruhi sikap, perilaku dan emosi korban bencana dalam situasi bencana. PFA telah banyak digunakan di dunia sebagai pedoman pemberian layanan psikososial dalam tahap awal bencana. Walaupun telah banyak penelitian ilmiah yang menemukan keefektifannya, namun PFA masih membutuhkan dukungan empiris dalam hal pengembangan modul panduannya (Deltjens dkk., 2014; Fox dkk., 2010). Oleh karena itu, untuk mendukung optimalisasi penerapan PFA di Indonesia, maka masih perlu dikembangkan sebuah panduan yang menjadi standar penerapan PFA secara profesional dan bertanggungjawab.

5. KOMPONEN PSYCHOLOGICAL FIRST AID

PFA bisa digunakan oleh sukarelawan dan tenaga ahli bencana yang terlatih, dan ahli kesehatan mental. PFA bertujuan untuk melakukan pendampingan dan penilaian kebutuhan pengungsi selama masa krisis. PFA bertujuan agar pengungsi merasa aman dan nyaman, oleh karena itu, dalam pendekatan PFA tidak akan dilakukan pembicaraan mengenai pengalaman trauma yang dialami korban bencana.

Bencana dan reaksi korban bencana yang bisa berbagai bentuknya, oleh karena itu bentuk intervensi yang diberikan juga memerlukan fleksibilitas dan disesuaikan dengan konteks bencana yang terjadi. Hobfoll dan koleganya (2007) menjelaskan bahwa ada 5 prinsip dasar yang harus diupayakan dalam layanan awal bencana:

1. Keamanan
2. Meningkatkan ketenangan
3. Keterhubungan
4. Membangun harapan
5. Pemberdayaan diri dan komunitas

Kelima hal ini adalah komponen dasar penyusun kesehatan mental komunitas dalam konteks bencana, oleh karena itu PFA penting untuk berupaya mencapainya (Benedek & Fullerton, 2007).

Keamanan

1. Menjauhkan dari, atau mengurangi paparan ancaman bahaya
2. Membantu korban/pengungsi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan, air, tempat tinggal, keuangan dan bantuan material.
3. Membantu korban/pengungsi mendapatkan darurat medis.
4. Memberikan korban/pengungsi kenyamanan fisik dan emosional.
5. Menyediakan informasi sederhana, akurat dan berulang, mengenai berbagai metode untuk memenuhi kebutuhan dasar di konteks bencana.

Meningkatkan ketenangan

1. Stabilisasi korban/pengungsi yang kewalahan atau bingung.
2. Menyediakan lingkungan yang jauh dan aman dari paparan pemandangan, suara atau bau bencana.
3. Mendengarkan korban/pengungsi yang ingin berbagi cerita dan pengalaman emosional mereka, tanpa memaksa mereka untuk berbicara.
4. Ingatlah bahwa tidak ada cara yang benar atau salah untuk mengalami perasaan.
5. Jadilah ramah dan penuh kasih bahkan jika korban/pengungsi bersikap/perilaku yang menyulitkan.

6. Berikan informasi akurat tentang bencana atau cara-cara yang dapat dilakukan untuk membantu korban/pengungsi memahami situasi bencana.
7. Memberikan informasi mengenai stres dan coping.

Keterhubungan

1. Membantu korban/pengungsi menghubungi teman-teman dan orang yang dicintai.
2. Usahakan keluarga dapat tetap bersama-sama.
3. Usahakan anak-anak dapat bersama dengan orang tua atau keluarga lainnya bila memungkinkan.
4. Membantu korban/pengungsi untuk menjalin kontak dengan orang-orang terdekatnya yang dapat memberikan dukungan sosial (teman, keluarga atau kelompok masyarakat lainnya).
5. Menghormati norma-norma budaya mengenai jenis kelamin, usia, agama dan struktur keluarga.
6. Menawarkan diri untuk membantu korban/pengungsi untuk memenuhi kebutuhan dasar dan menyelesaikan masalah/keprihatinan utamanya.
7. Memberikan informasi pada korban/pengungsi mengenai layanan yang tersedia di kamp/tempat pengungsian.
8. Hubungkan korban/pengungsi dengan layanan yang tersedia.

Membangun Harapan

1. Menyampaikan bahwa korban/pengungsi akan pulih.
2. Berada dan bersedia untuk membantu.
3. Yakinkan korban/pengungsi bahwa perasaan mereka normal.

Pemberdayaan diri dan komunitas

1. Melibatkan korban/pengungsi dalam usaha pemenuhan kebutuhan mereka sendiri.
2. Membantu korban/pengungsi dalam hal pengambilan keputusan, membantu mereka untuk menyusun prioritas masalah dan cara penyelesaiannya.

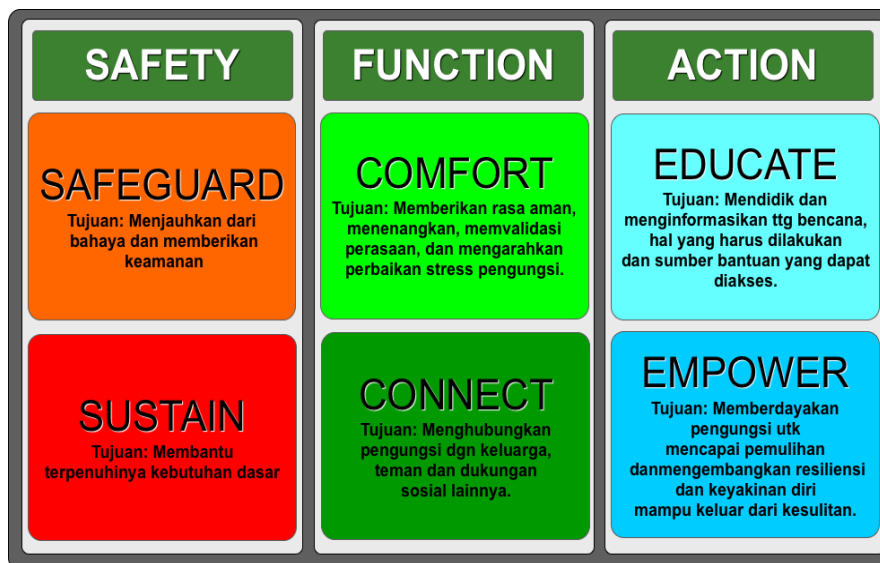
Untuk mencapai kelima prinsip tersebut, maka sukarelawan PFA perlu melakukan 8 komponen:

1. Memulai kontak dan keterlibatan dengan pengungsi/korban dengan cara tidak memaksa, empatik dan tulus menolong
2. Menjamin keamanan dan kenyamanan baik secara fisik dan emosional
3. Stabilisasi pengungsi/korban yang mengalami gangguan dan kesulitan pengelolaan emosional
4. Pengumpulan informasi untuk memahami kebutuhan pengungsi/korban dalam rangka penyusunan intervensi kontekstual




5. Pendampingan praktis, terutama untuk memberikan kebutuhan dasar dan keprihatinan pengungsi/korban
6. Menghubungkan pengungsi/korban dengan dukungan sosial dan orang-orang terdekatnya
7. Memberikan informasi untuk membantun menyelesaikan masalah yang
8. Menghubungkan dengan berbagai layanan yang mungkin dibutuhkan di masa depan



Gambar 2. Tujuan Psychological First Aid: Safety (keamanan), Function (fungsi) dan Action (aksi).



Gambar 3. Uraian Tujuan Psychological First Aid: Safety (Safeguard dan Sustain), Function (Comfort dan Connect) dan Action (Educate dan Empower).

<i>Prepare</i> (Persiapan)	<ul style="list-style-type: none"> 1. • Pelajari krisis/bencana 2. • Pelajari apa saja layanan dan bantuan yang tersedia 3. • Pelajari tentang keamanan lingkungan
<i>Look (Lihat)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Amati tentang keamanan • Amati korban/pengungsi yang tampak jelas membutuhkan pemenuhan kebutuhan dasar • Amati korban/pengungsi yang menunjukkan reaksi emosional menonjol/stress
<i>Listen (Dengar)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Buat kontak langsung dengan korban/pengungsi yang tampak membutuhkan bantuan • Tanya korban/pengungsi mengenai apa yang mereka butuhkan dan apa keprihatinan mereka • Dengarkan korban/pengungsi dan bantu mereka merasa tenang
<i>Link (Hubungkan)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Bantu korban/pengungsi untuk memenuhi kebutuhan dasarnya dan mampu mengakses layanan bantuan • Bantu orang menyelesaikan persoalan yang dihadapinya • Berikan informasi • Hubungkan korban/pengungsi dengan orang-orang yang dikasihi dan mengasihinya

Gambar 4. Prinsip Prepare, Look, Listen dan Link dalam Psychological First Aid.

Tabel 5. Beberapa kalimat yang dapat dikatakan dan tidak dikatakan dalam konseling bencana

Katakan:	Jangan mengatakan:
<ul style="list-style-type: none"> • Ini adalah reaksi normal terhadap bencana. • Dapat dimengerti bahwa Anda merasa seperti ini. • Anda tidak gila. • Itu bukan salahmu; Anda melakukan yang terbaik yang Anda bisa. • Hal mungkin tidak akan pernah sama, tetapi mereka akan menjadi lebih baik dan Anda akan biaya yang lebih baik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ini bisa saja lebih buruk. • Anda bisa mendapatkan binatang peliharaan / mobil / rumah yang lain. • Lebih baik jika Anda mengalihkan dengan kesibukan. • Aku tahu bagaimana perasaanmu. • Anda harus melanjutkan hidup Anda.

Dalam merespon korban bencana, relawan yang menggunakan PFA akan melakukan upaya-upaya untuk:

1. Menjaga korban bencana dari bahaya lebih lanjut
2. Merbicara tanpa tekanan
3. Mendengarkan aktif
4. Respon empatik
5. Mengakui dan mengatasi keprihatinan yang dialami pengungsi
6. Mendiskusikan cara-cara pengelolaan masalah
7. Dukungan social
8. Tawaran untuk kembali berbicara

9. Sistem rujukan

Lebih, lanjut, hal-hal yang harus diperhatikan dan dilakukan oleh sukarelawan dalam memberikan PFA:

1. *Berempati*: Sangat penting untuk mengenali kekuatan korban/pengungsi/penyintas serta penderitaan yang mereka alami. Sementara penderitaan 'harus diakui' dan diberikan kasih sayang dan empati. Sukarelawan juga penting untuk menunjukkan peduli dan mendukung kapasitas korban/pengungsi/penyintas untuk menguasai pengalamannya ini.
2. *Memberikan informasi*: Informasi membantu pemahaman korban/pengungsi/penyintas dan harus menjadi bagian integral dari dukungan dan perawatan sistem. Informasi tentang apa yang telah terjadi, respon normal terhadap peristiwa tersebut, pelatihan apa yang harus dilakukan untuk membantu, dan cara-cara pemulihan psikologis.
3. *Berbagi pengalaman*: Banyak korban/pengungsi/penyintas mungkin menampilkan kebutuhan untuk menceritakan kisah pengalaman mereka, untuk memberikan kesaksian. Hal ini juga berguna sebagai pelepasan emosional dan untuk mendapatkan pengertian dan dukungan dari orang lain. Namun, pada masing-masing orang akan sangat bervariasi. Ada yang secara spontan berbagi dalam kelompok, namun akan ada orang lain yang merasa tidak siap atau memilih untuk tidak berbicara tentang pengalaman mereka. Konselor bencana harus menyadari kebutuhan masing-masing korban/pengungsi/ penyintas dan cara-cara yang tepat untuk mendampingi mereka.
4. *Dukungan*: Dukungan sangat penting. konselor masyarakat harus membantu korban/pengungsi/penyintas membangun kembali pada lingkungan suportif sosialnya dan mempertahankan jaringan dukungan. Jaringan ini membantu orang dalam proses pemulihan sedang berlangsung, baik melalui pertukaran sumber daya dan bantuan praktis, dan melalui dukungan emosional yang mereka berikan untuk menangani bencana dan akibatnya.
5. *Mendorong*: konselor Komunitas harus mendorong korban untuk mencari cara konkret untuk memecahkan masalah. Korban/pengungsi/penyintas harus sadar bahwa masih perlu melanjutkan hidup seperti yang mereka lakukan sebelum bencana. Mereka perlu berusaha untuk mengelola emosi yang mereka alami pasca bencana untuk bisa melanjutkan hidupnya.
6. *Meredakan*: Membantu korban untuk menangani gangguan emosi, termasuk: rasa takut, kesedihan, kemarahan, rasa bersalah, rasa malu, disosiasi, depresi, isolasi, somatisasi dan kecanduan. Sukarelawan dapat membantu dengan mendampingi korban/pengungsi/penyintas mulai merekonstruksi pengalaman emosional sebelum, selama dan setelah bencana menjadi lebih proporsional.

Berikut adalah pelayanan dalam PFA yang dapat diberikan oleh relawan dalam tahap awal penanganan bencana:

1. **Melindungi:** relawan membantu mencari cara untuk melindungi korban dari bahaya lebih lanjut dan atau dari paparan lebih lanjut rangsangan traumatis. Jika memungkinkan, sukarelawan dapat mencari tempat tinggal atau tempat yang aman bagi pengungsi/korban, bahkan jika itu hanya simbolis. Semakin sedikit pengungsi/korban terpapar melihat, mendengar, membaui, merasakan rangsangan traumatis maka mereka akan merasa lebih terlindungi. Selanjutnya, sukarelawan juga perlu melindungi pengungsi/korban dari penonton dan media. Sering terjadi, pengungsi/korban akan menjadi konsumsi media, terutama media yang cenderung mengeksploitasi kesedihan mereka. Maka sukarelawan juga perlu membantu agar hal ini tidak terjadi dan merugikan pengungsi/korban.
2. **Memberikan pengarahan:** Bantuan pengarahan dan pengelolaan bantuan pada masa pasca bencana akan sangat dibutuhkan. Korban bencana mungkin akan menunjukkan reaksi terkejut, shock, atau beberapa akan mengalami beberapa gejala disosiasi (problem psikis berat). Bila memungkinkan, relawan dapat membantu memindahkan korban ke tempat yang aman.
 - a) Jauh dari lokasi bencana
 - b) Jauh dari korban terluka parah
 - c) Jauh dari bahaya lanjutan
3. **Menghubungkan:** Korban bencana dapat saja mengalami terpisah dari orang-orang terdekatnya karena bencana (meninggal atau terpisah ketika mengungsi). Relawan juga perlu membantu menghubungkan kembali mereka dengan dunia dan lingkungan social yang mereka kenal. Hal ini bisa diawali dengan dialog yang menunjukkan keinginan untuk memahami keadaan pengungsi/korban. Komunikasi yang penuh sikap mendukung, kasih dan tidak menghakimi, akan membantu pengungsi/korban untuk merasakan dipahami sehingga mereka dapat merasa kembali terhubung dengan nilai-nilai kehidupan bersama. Bahkan ketika korban bencana tidak dapat bertemu kembali dengan orang-orang yang dikasihnya, altruisme dan kebaikan dari relawan dapat menjadi penawar untuk memunculkan perasaan terhubung dengan orang-orang yang peduli padanya. Perasaan terhubung dengan orang lain dan merasa diterima/dikasihi merupakan elemen penting terjadinya pemulihan atau proses penyesuaian pasca bencana. Relawan dapat membantu pengungsi/korban untuk terhubung dengan:
 - a) Orang yang dicintai
 - b) Informasi yang akurat dan sumber daya yang tepat
 - c) Dukungan tambahan

4. **Rujukan:** Sebagian besar korban bencana bisa mengalami trauma dan menunjukkan reaksi stress pasca bencana; perlu dipahami hal ini adalah suatu reaksi yang alamiah dari suatu kejadian yang tidak wajar. Namun, beberapa dari mereka dapat membutuhkan layanan konseling segera untuk membantu mereka mengelola perasaan panik atau kesedihan yang mendalam. Tanda-tanda panik meliputi: gemetar, agitasi, bicara bertele-tele, dan perilaku tidak menentu. Tanda-tanda kesedihan yang mendalam mungkin termasuk: meratap, kemarahan, dan katatonia (kesulitan motoris). Jika Anda melihat tanda-tanda kepanikan dan kesedihan, maka perlu dilakukan upaya untuk: (1) menjalin hubungan terapeutik, (2) memastikan keselamatan pengungsi/korban, (3) mengakui dan memvalidasi perasaan dan pengalaman pengungsi/korban, dan (4) menawarkan empati. Pengobatan medis mungkin juga diperlukan. Jika hal ini terjadi, maka sukarelawan perlu melakukan rujukan ke konselor profesional/klinisi. Hal ini diperlukan untuk menyadari bahwa ini kasus klinis berada di luar lingkup sukarelawan, sehingga pengungsi/korban yang mengalami persoalan klinis harus dirujuk ke spesialis untuk stabilitasi dan penyembuhan.
5. **Membangun aliansi:** Dalam bagian ini, sukarelawan perlu membangun relasi yang baik dan kuat dengan pengungsi/korban. Dalam pelayanannya, relawan perlu mendasari tindakannya untuk membangun kerjasama yang harmonis dengan pengungsi/korban. Sejak awal, sukarelawan perlu memperkenalkan diri dan menjelaskan tujuan serta batas-batas layanannya. Contoh: "Salam. Nama saya _____ dan saya sukarelawan bencana. Saya salah satu dari beberapa sukarelawan di sini yang berusaha membantu orang-orang yang telah terkena dampak bencana. Tujuan kami membantu pengungsi/korban untuk mencari cara-cara mengatasi tekanan dan persoalan yang muncul dari bencana ini. Jika Anda atau seseorang dalam keluarga Anda membutuhkan layanan tambahan, saya akan membantu Anda terhubung dengan para profesional yang dapat memberikan layanan yang sesuai."

Aliansi yang baik akan membantu pengungsi/korban untuk dapat menentukan persoalan, kebutuhan dan tujuannya dengan lebih cepat. Jadi relawan perlu siap untuk mendengarkan dan berkomunikasi verbal-nonverbal dengan penuh keterbukaan dan perhatian. Relawan juga dapat membantu korban untuk memperjelas tujuan tertentu dengan langkah-langkah pada hari ini, minggu depan, dan jangka panjang.

Hal-hal ini adalah layanan dasar PFA. Namun, ada kalanya pengungsi/korban membutuhkan layanan psikologis tambahan. Dalam hal ini, maka mereka perlu diberikan layanan konseling dalam konteks bencana.

Ketika bekerja dengan korban bencana, adalah penting untuk fokus pada penyelesaian masalah-masalah yang dihadapi akibat bencana. Hal ini adalah langkah yang tepat untuk memperkuat kemampuan pengelolaan stress dan

penyelesaian masalah korban/pengungsi bencana. Selain itu, tujuan konseling bencana adalah untuk mengurangi gejala emosi yang berlebihan dan meningkatkan fungsi penyesuaian diri korban bencana.

Konselor krisis/bencana dapat membantu korban dalam menstabilkan emosi dengan cara:

1. Memanfaatkan dukungan sosial yang tersedia (misalnya keluarga, teman, dan lainnya).
2. Membangun persepsi realistis pemulihan bencana.
3. Mengantisipasi masalah masa depan secara proporsional.
4. Memberikan kesempatan untuk melampiaskan kemarahan mereka, ketakutan, frustrasi dan kesedihan.
5. Memperkuat strategi penanggulangan bencana atau mengembangkan cara yang baru untuk mencegah terulangnya masalah yang sama di masa depan.

Lebih lanjut, konselor krisis/bencana perlu berhati-hati memberikan komentar. Penting memberikan komentar yang memvalidasi/mengakui perasaan manusia, namun bukan memberikan komentar seperti yang membuat korban/pengungsi merasa diabaikan dan tidak dipahami. Yang terbaik adalah ketika konselor memberikan kesempatan korban/pengungsi untuk merefleksikan dan memproses pengalaman, perasaan dan cara pandang mereka sendiri (lihat tabel 5).

6. SIMPULAN

PFA merupakan pendekatan intervensi dalam mendampingi manusia pasca bencana dalam rangka mengurangi stress awal dan membangun fungsi adaptif jangka panjang. Harapannya dengan pelaksanaan PFA, persoalan berkelanjutan terkait dengan bencana dapat diturunkan atau dicegah.

PFA hadir dan berusaha menanggapi persoalan dan kelemahan Debriefing sebagai layanan psikososial yang banyak digunakan sebelumnya. PFA tidak memaksa korban bencana untuk berbicara. PFA juga dapat dilakukan dalam berbagai sesi, terutama bagi mereka yang membutuhkan layanan bantuan psikososial. PFA juga tidak mengungkit trauma, namun fokus utamanya adalah membantu secara praktis korban bencana untuk mampu menyelesaikan persoalan-persoalannya. PFA juga mendukung pengembangan pribadi diri dan komunitas dalam menyelesaikan persoalannya sendiri.

PFA juga berusaha untuk memperhatikan faktor-faktor sosial-budaya-spiritual yang dapat mempengaruhi sikap, perilaku dan emosi korban/pengungsi dalam situasi bencana. PFA telah banyak digunakan di dunia sebagai pedoman pemberian layanan psikososial dalam tahap awal bencana. Walaupun telah banyak penelitian ilmiah yang menemukan keefektifannya, namun PFA masih membutuhkan dukungan empiris dalam hal pengembangan modul panduannya. Oleh karena itu, untuk mendukung optimalisasi penerapan PFA di Indonesia, maka

masih perlu dikembangkan sebuah panduan yang menjadi standar penerapan PFA secara profesional dan bertanggungjawab.

1. PFA harus diberikan di bawah koordinasi institusi yang berwenang agar layanan terintegrasi dalam bantuan bencana di Indonesia
2. Layanan psikososial sebaiknya diberikan oleh orang yang terlatih, maka perlu dilakukan pembekalan pada tim sukarelawan yang akan memberikan layanan psikososial
3. BPBD dan Komandan Tanggap Darurat (*incident commander*) perlu mengkoordinasikan Satuan Kerja Perangkat Daerah yang berkompeten memberikan layanan psikososial bencana dalam 1 Pos komando pada setiap kejadian bencana.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Australian Psychological Society & Australian Red Cross (2013). *Psychological First Aid: An Australian guide to supporting people affected by disaster*. Australian Psychological Society & Australian Red Cross: Melbourne.
- Benedek, D. M., & Fullerton, C. S. (2007). Translating five essential elements into programs and practice. *Psychiatry*, 70, 345-349.
- Deltjens, T., Moonens, I., Van Praet, K., De Buck, E., & Vandekerckhove, P. (2014). A Systematic Literature: Search on Psychological First Aid: Lack of Evidence to Develop Guidelines. *PLoS ONE* 9, 1-13. e114714. doi:10.1371/journal.pone.0114714
- Fox, J.H., Burkle, F.M., Bass, J., Pia, F.A. dkk. (2010). Effectiveness of PFA: Research Analysis. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 6, 247-252.
- Hammond, J., & Brooks, J. (2001). The World Trade Center attack. Helping the helpers: the role of critical incident stress management. *Critical Care*, 5, 315-317.
- Hobfoll, S. E., Watson, P., Bell, C. C., Bryant, R. A., Brymer, M. J., Friedman, M. J., et al. (2007). Five essential elements of immediate and mid-term mass trauma intervention: Empirical evidence. *Psychiatry*, 70(4), 283-315. In Jacobs, G.A. (2007). Development and maturation of humanitarian psychology. *American psychologist*, 932-941.
- Poerwandari, K. (2003). *Pemulihan Psikososial berbasis Komunitas*. Kontras & Yayasan Pulih; Jakarta.
- Rose, S.C. Bisson, J. Churchill, R., & Wessely, S. (2009) "Psychological Debriefing for Preventing PTSD: A Review". *The Cochrane Collaboration*, 1-48.
- Te Brake, H., Dückers, M., De Vries, M., Van Duin, V. dkk. (2009). Early psychosocial interventions after disasters, terrorism, and other shocking events: Guideline development. *Nursing and Health Sciences*, 11, 336-343.
- World Health Organization (2001). *The World Health Report 2001 - Mental Health: New understanding dan new hope*. WHO. Diakses 24 Mei 2014.

PEMODELAN DAN EVALUASI MITIGASI BENCANA TSUNAMI DAERAH KOTA PADANG

Dian Mustofa¹, Tika Maitela¹, Wedya Tri Utama¹, Winanda¹, Zuharnen²

¹Mahasiswa Kartografi dan Penginderaan Jauh

²Dosen Kartografi dan Penginderaan Jauh

Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok,
Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, email: ugm.ac.id

ABSTRACT

The existence of tectonic plates in Indonesia has the potential to occur in the tsunami. The number of earthquake events in West Sumatra is caused by the tectonic order of Subduction Zones between Indian-Australian tectonic plates and Eurasian plates. The boundary between these 2 (two) plates is a shallow subduction zone or so-called Megathrust Subduction Sumatra. The high population density in Padang city is certainly a problem in the event of a tsunami, especially evacuation during the disaster. The research undertaken intends to multiply the evacuation route by considering population density. The assumption used is the number of people who use the evacuation route can slow the movement of the community to reach a more secure area. Therefore, it is important to divide the evacuation route. Tsunami modeling is done based on the variation of the selected tsunami heights of 5 meters, 10 meters, 15 meters, to a height of 20 meters. Wave height 5 m still not too significant impact to the city of Padang. However, at a height of 10-20 meters it is clear that tsunami waves are already in or are propagating into the city. Evacuation process can be done in several ways such as when an earthquake goes to a higher place or can also be done vertical evacuation. Vertical evacuation is evacuation to tall buildings.

Keywords : vertical evacuation, evacuation route, Megathrust subduction, remote sensing, evacuation shelter, Tsunami

ABSTRAK

Keberadaan lempeng tektonik yang ada di Indonesia menyebabkan berpotensi untuk terjadi tsunami. Banyaknya kejadian gempa di Sumatra Barat disebabkan oleh tatanan tektonik yaitu Zona Subduksi antara lempeng tektonik India-Australia dengan lempeng Eurasia. Batas antar 2 (dua) lempeng ini terdapat zona subduksi dangkal atau yang disebut sebagai Megathrust Subduction Sumatera. Kepadatan penduduk yang tinggi pada kota Padang ini tentunya menjadi suatu masalah jika terjadi tsunami, terutama evakuasi saat terjadinya bencana. Penelitian yang dilakukan bermaksud untuk memperbanyak jalur evakuasi dengan mempertimbangkan kepadatan penduduk. Asumsi yang digunakan yaitu banyaknya orang yang menggunakan jalur evakuasi maka dapat memperlambat gerakan masyarakat untuk mencapai daerah yang lebih aman. Oleh karena itu penting adanya pembagian terhadap jalur evakuasi. Pemodelan tsunami dilakukan berdasarkan variasi ketinggian tsunami yang dipilih yaitu ketinggian 5 meter, 10 meter, 15 meter, hingga ketinggian gelombang 20 meter. Ketinggian

gelombang 5 m masih belum terlalu berdampak signifikan terhadap kota Padang. Akan tetapi pada ketinggian 10-20 meter jelas terlihat bahwa gelombang tsunami sudah berada atau merambat ke dalam kota. Proses evakuasi dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti ketika terjadi gempa pergi ke tempat yang lebih tinggi atau juga dapat dilakukan evakuasi vertical. Evakuasi vertical yaitu evakuasi ke gedung-gedung tinggi.

Katakunci : evakuasi vertikal, jalur evakuasi, Megathrust subduction, penginderaan jauh, shelter evakuasi, Tsunami

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan luas perairannya lebih besar dibandingkan luas daratannya. Luasnya lautan ini menyebabkan Indonesia kaya akan hasil laut. Namun, keberadaan lempeng tektonik yang ada di bawah laut Indonesia dapat menimbulkan bencana. Pergerakan lempeng dapat menyebabkan gempa bumi dan jika terjadi di perairan dangkal dapat menyebabkan tsunami. Menurut pusat vulkanologi dan mitigasi bencana geologi, tsunami adalah rangkaian gelombang laut yang mampu menjalar dengan kecepatan hingga lebih dari 900 km/jam. Sedangkan menurut Natawidjaja (2007), tsunami disebabkan oleh gempa dengan kekuatan besar sekitar 7 moment magnitude dan sumbernya terletak di laut dangkal dengan kedalaman kurang dari 30 km.

Salah satu daerah di Indonesia yang rawan terhadap gempa bumi dan berpotensi terjadi tsunami adalah sumatera barat. Banyaknya kejadian gempa di Sumatra Barat disebabkan oleh tatanan tektonik sumatera barat yaitu Zona Subduksi antara lempeng tektonik India-Australia dengan lempeng Eurasia, Mentawai Fault System (MFS) dan Sumatra Fault System (SFS) atau sesar Sumatera. Lempeng India-Australia menunjam ke bawah lempeng Benua Eurasia dengan kecepatan $\pm 50-60$ mm/tahun. Batas antar 2 (dua) lempeng ini terdapat zona subduksi dangkal atau yang disebut sebagai Megathrust Subduction Sumatera. Hal ini yang menjadi kekhawatiran masyarakat karena di perkirakan masih memiliki potensi terjadinya gempa bumi dengan Magnitudo 8.9SR pada zona ini (<http://www.sumbarprov.go.id/details/news/5422>).

Pada tahun 1833 pernah terjadi gempabumi di Padang, diperkirakan berkekuatan 8,6-8,9 Skala Richter serta menimbulkan tsunami. Pada tahun 1797 juga pernah terjadi gempabumi berkekuatan 8,5-8,7 Skala Richter yang juga menimbulkan tsunami setinggi 3-4 meter yang melanda pesisir Kota Padang. Catatan ahli gempa, siklus 200 tahunan gempa besar Sumatera Barat yang pada awal abad ke-21 telah memasuki masa berulangannya siklus. Gempabumi besar telah terjadi dengan siklus pengulangan setiap kisaran periode dua abad dan peristiwa yang terakhir terjadi pada 172 tahun dan 208 tahun yang lalu, yaitu gempabumi besar pernah melanda Kepulauan Mentawai, di sisi barat Sumatera Barat dan Bengkulu pada tahun 1797

dan 1833. Dari dokumen pemerintah Belanda, pada 10 Februari 1797 dan 24 November 1833, telah terjadi Tsunami yang cukup besar dengan ketinggian 3-4 meter di Kota Padang, dan landaannya mencapai 1 km. Para ahli juga memperkirakan akan terjadi gempa besar dalam waktu dekat yang merupakan siklus gempa yang sama yang berpusat pada zona subduksi Sumatera yang terletak di dekat Kepulauan Mentawai di pantai barat Pulau Sumatera dan memiliki potensi menimbulkan tsunami yang akan menggenangi daerah pantai wilayah Provinsi Sumatera Barat (Seputri,2014).

Bencana gempa bumi yang terjadi pada tanggal 30 September 2009 di Sumatera Barat, khususnya Kota Padang berkekuatan 7.6 Skala Richter (SR), sempat dikabarkan berpotensi tsunami. hal ini sangat meresahkan masyarakat. berkaca dari kejadian tsunami yang pernah terjadi di Aceh, jika terjadi tsunami diperkirakan kerusakan yang ditimbulkan sangat besar dan memakan banyak korban jiwa karena mayoritas penduduk kota padang bertempat tinggal dekat dengan pesisir pantai. Untungnya gempa 30 September 2009 hanya berpotensi tsunami. namun, gempa yang terjadi menyebabkan kerusakan yang besar. Berdasarkan Data Badan Penanggulangan Bencana Daerah(BPBD) Kota Padang, korban yang meninggal sebanyak 383 jiwa, luka berat 431 jiwa dan luka ringan 771 jiwa.

Kota padang merupakan ibu kota sumatera barat dengan jumlah penduduk terbanyak dibandingkan kabupaten dan kota lainnya. Hal ini dibuktikan oleh data dari Badan pusat statistic 2017. Kepadatan penduduk yang tinggi pada kota padang ini tentunya menjadi suatu masalah jika terjadi tsunami. terutama evakuasi saat terjadinya bencana. Sudah banyak penelitian tentang jalur evakuasi jika terjadi tsunami di kota padang. Salah satunya dilakukan oleh Bambang trisakti(2007). Bambang melakukan penelitian terkait pemetaan kerawanan bencana tsunami dengan beberapa kemungkinan ketinggian dan pembuatan jalur evakuasi. Hanya saja jalur evakuasi yang dibuat masih tergolong umum. Oleh karena itu diperlukan pembaruan terhadap penelitian ini.

Penelitian yang akan dilakukan bermaksud untuk memperbanyak jalur evakuasi dengan mempertimbangkan kepadatan penduduk. Asumsi yang digunakan yaitu Banyaknya orang yang menggunakan jalur evakuasi akan memperlambat gerakan masyarakat untuk mencapai daerah yang lebih aman. Oleh karena itu penting adanya pembagian terhadap jalur evakuasi. Pembagian yang dimaksud disini yaitu pembuatan jalur evakuasi berdasarkan blok permukimannya, sehingga saat menyelamatkan diri masyarakat tidak terkendala kemacetan.

2. METODELOGI

2.1 Alat dan bahan

2.1.1 Alat

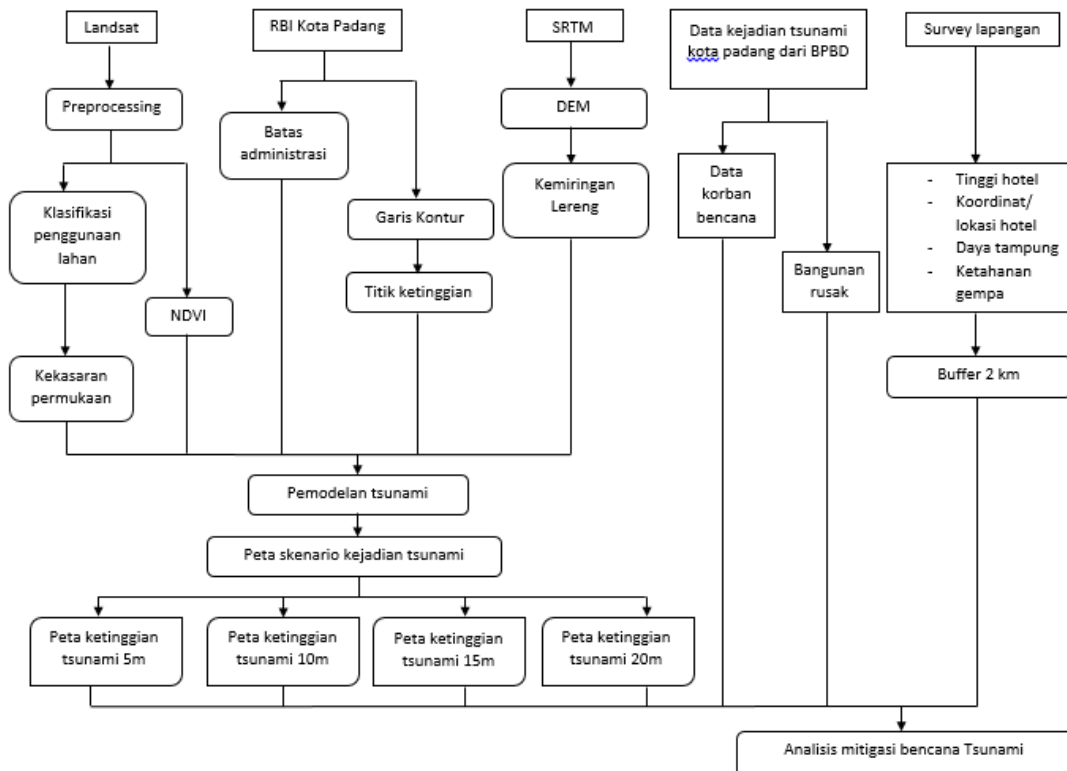
Adapun alat yang digunakan dalam penelitian yaitu:

- a. Laptop Asus dengan spesifikasi:
 - Processor : Intel® core™ I5 – 4210U CPU @ 1.70 GHz
 - Memory : 4.00 GB
 - Sistem type : 64 bit
- b. Software ArcGis 10.3, digunakan sebagai pengolahan, visualisasi data dan proses layout peta.
- c. Gps, digunakan sebagai informasi titik lokasi ataupun koordinat selter bencana tsunami.
- d. Alat tulis, digunakan sebagai catatan informasi data lapangan.

2.1.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

- a. Citra penginderaan jauh Landsat 8 dari USGS
- b. Citra penginderaan jauh SRTM dari USGS, digunakan dalam pengolahan data DEM serta informasi kemiringan lereng.
- c. Peta Rupa Bumi Indonesia daerah kota padang untuk memperoleh informasi batas administrasi serta informasi ketinggian.
- d. Data kejadian tsunami kota padang dari BPBD kota Padang.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

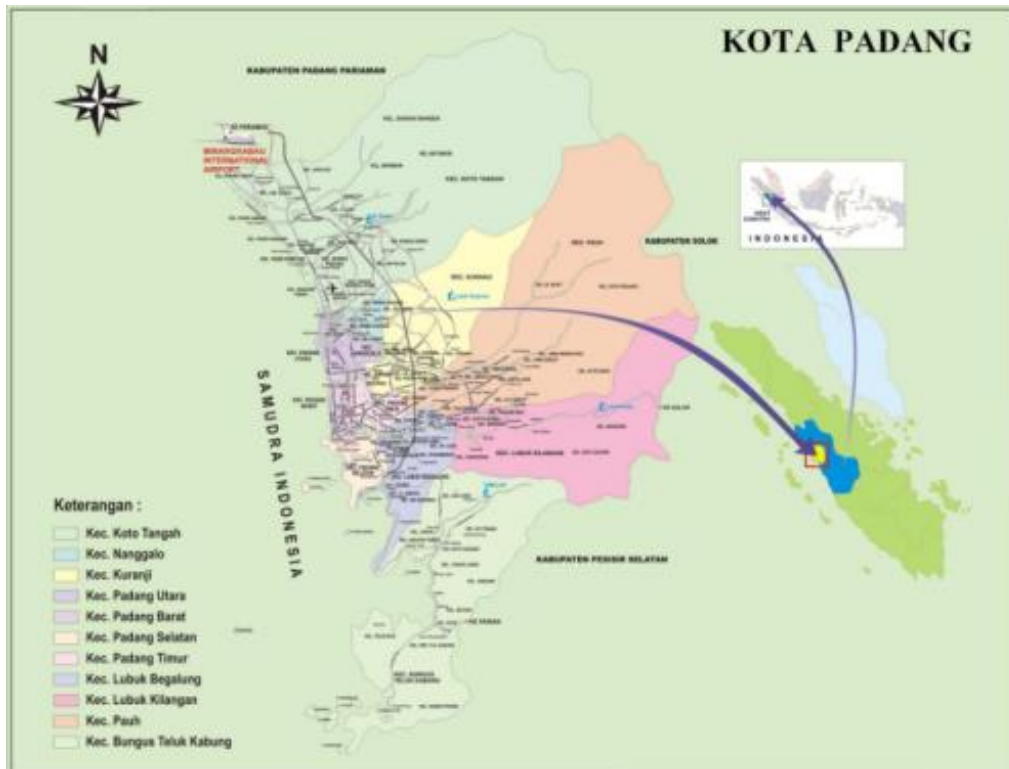
2.2 Metode penelitian

2.2.1 Lokasi penelitian

Daerah penelitian yaitu daerah kota padang. Kota padang merupakan ibukota dari provinsi sumatera barat dengan koordinat $0^{\circ}57'2,76''\text{LU}$ $100^{\circ}21'41,64''\text{BT}$. Kota ini merupakan kota yang berbatasan langsung dengan samudera hindia bagian barat sehingga memiliki dampak terhadap bencana tsunami.

2.2.2 Pengambilan data

Data yang digunakan adalah data shelter untuk tempat evakuasi bencana tsunami. Pengambilan data didapatkan dari BPBD kota padang serta survey lapangan untuk mengetahui variable penentu untuk mengetahui kriteria shelter yang dapat digunakan. Selain itu, data lain yang digunakan yaitu berupa data penginderaan jauh berupa citra Landsat dan SRTM yang diperoleh dari USGS sebagai data dasar pengolahan bencana tsunami.



Gambar 2. Peta batas wilayah kota padang

Sumber: (Anonim, 2011)

2.2.3 Pengolahan data

Data pengolahan citra penginderaan jauh landsat dilakukan pengolahan berupa klasifikasi penggunaan lahan untuk mengetahui kekasaran permukaan, serta citra penginderaan jauh SRTM dilakukan pengolahan untuk memperoleh informasi kemiringan lereng. Pengolahan data citra landsat dan SRTM dilakukan dengan metode overlay untuk memperoleh informasi kejadian bencana tsunami.

2.2.4 Metode penelitian

Pemodelan tsunami secara numerik dapat didasarkan oleh beberapa faktor. Berrymen (2006) mempertimbangkan penggunaan lahan dan kemiringan lereng sebagai faktor lahan yang dapat menghambat laju tsunami melalui persamaan berikut:

$$H_{\text{loss}} = \frac{167 \cdot x^2}{H^1/3} + 5 \cdot \sin a$$

Keterangan:

Hloss = Kehilangan ketinggian tsunami per 1m jarak inundasi

X = Koefisien kekasaran permukaan

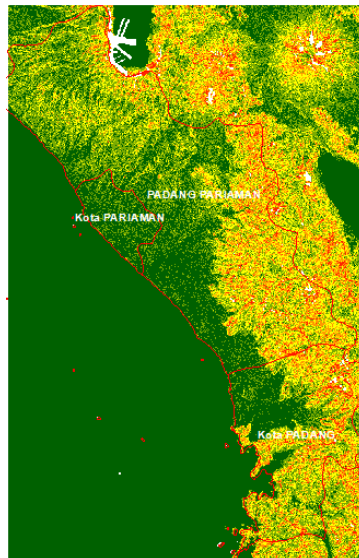
H0 = Ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)

a = Kemiringan lereng (derajat)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Morfologi Kota Padang

Secara geografi kota Padang terletak di pesisir pantai barat pulau Sumatera, dengan garis pantai sepanjang 84 km. Luas keseluruhan Kota Padang adalah 694,96 km², dan lebih dari 60% dari luas tersebut, sekitar $\pm 434,63$ km² merupakan daerah perbukitan yang ditutupi hutan lindung, sementara selebihnya merupakan daerah efektif perkotaan. Sedangkan keadaan topografi kota ini bervariasi, 49,48% luas wilayah daratan Kota Padang berada pada wilayah kemiringan lebih dari 40% dan 23,57% berada pada wilayah kemiringan landai.



Gambar 3. Kemiringan lereng kota padang dan sekitarnya

Wilayah daratan kota Padang ketinggiannya sangat bervariasi, yaitu antara 0 m sampai 1.853 m di atas permukaan laut. Ketinggian wilayah Kota Padang berada antara 0–>1.000 meter dpl (di atas permukaan laut) membujur dari barat ke timur. Di bagian paling barat adalah wilayah pesisir dengan ketinggian 0 meter dpl dan di bagian timur adalah wilayah pegunungan Bukit Barisan dengan ketinggian >1.000 meter dpl. Wilayah ketinggian antara 0–25 meter dpl luasnya $\pm 22\%$ dari total wilayah daratan sedangkan wilayah ketinggian >1.000 meter dpl luasnya $\pm 17\%$.

Hampir seluruh dataran (ketinggian 0-25 mdpl) dengan luas hampir 22% dari total luas Kota Padang, merupakan daerah terbangun (build-up area). Relatif di bagian selatan dan timur yang masih terbentang luas daerah belum terbangun. Di bagian selatan, khusus di Kecamatan Bungustelukkabung, umumnya masih merupakan daerah pertanian. Sedangkan di bagian timur didominasi oleh kawasan hutan yang berada pada daerah perbukitan dengan kemiringan yang cukup curam. Wilayah timur ini terdiri dari beberapa kecamatan yaitu mulai utara ke selatan berturut-turut dari Kecamatan Kototengah, Pauh, Kuranji, dan Lubukkilangan.

Kemungkinan gempa di Kota Padang umumnya berkaitan dengan gempa tektonik dan sebagian kecil gempa vulkanik. Kondisi ini menyebabkan Kota Padang menjadi kawasan rawan bencana dengan sumber gempa merusak.

Lokasi pusat-pusat gempa di perairan Kota Padang tersebar cukup merata, berada pada kawasan sepanjang jalur gempa mengikuti zona subduksi sepanjang 6.500 km di sebelah Barat Pulau Sumatra. Tumbukan Lempeng Samudera Hindia dan Lempeng Australia yang menyusup di bawah Lempeng Eurasia membentuk Zona Benioff, yang secara terus menerus aktif bergerak ke arah barat-timur yang merupakan zona gempa dengan *seismisitas* cukup tinggi. Kebanyakan sumber-sumber gempa tersebut berada pada kedalaman 33 hingga 100 Km, dengan magnitude lebih besar dari 5 skala Richter. Gempa berkekuatan lebih besar dari 6,5 skala Richter di permukaan, berpeluang besar menyebabkan deformasi di daratan dan di dasar laut.

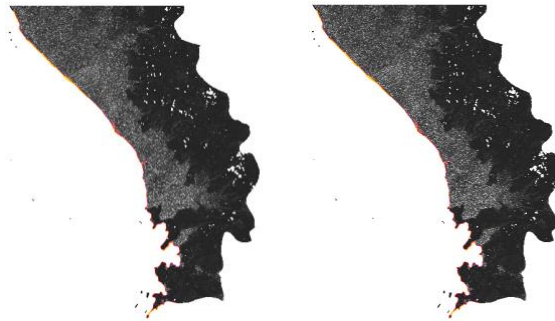
Zona tektonik aktif yang terbentuk dari penunjaman lempeng di sebelah Barat Pulau Sumatera juga dapat dilihat dari adanya gunung api aktif yang muncul di sepanjang jalur patahan aktif di bagian sisi Barat Pulau Sumatera yang bergerak geser kanan (dextral strike slip fault). Jalur patahan Sumatera yang juga biasa disebut dengan Patahan Semangko sepanjang 1.650 Km, menyebabkan blok sebelah kiri pulau Sumatera bergerak ke Utara sedangkan yang di sebelah kanan bergerak ke Selatan serta melahirkan kepulauan busur dalam (inner island arc) seperti Pulau Nias, Mentawai, Enggano, Pisang dan sebagainya.

Letak Kota Padang yang berada di Pantai Barat Sumatera, yang berbatasan langsung dengan laut terbuka (Samudera Hindia) dan zona tumbukan aktif dua lempeng menjadikan Padang salah-satu kota paling rawan bahaya gelombang Tsunami. Gempa tektonik sepanjang daerah subduksi dan adanya seismik aktif, dapat mengakibatkan gelombang yang luar biasa dahsyat. Pusat gempa, umumnya menunjukkan tipe sesar naik. Sumber patahan seperti ini jika mempunyai magnitude lebih besar dari atau sama dengan 7 Skala Richter sangat berpotensi sebagai pembangkit gelombang tsunami. Dari catatan sejarah bencana, gelombang tsunami pernah melanda Sumatera Barat pada 1797 dan 1833. Berdasarkan survey lapangan, maka dapat diketahui bahwa daerah kota padang yang ada di sekitar pantai memiliki topografi yang landai dan penggunaan lahannya masih di dominasi oleh lahan kosong dan tegalan. Konfigurasi penggunaan lahan ini penting dalam kaitannya dengan kawasan rawan tsunami, karena masing-masing penggunaan lahan memiliki koefisien kekerasan permukaan spesifik terhadap laju tsunami.

3.2 3.2 Skenario Tsunami

Ketinggian tempat merupakan suatu informasi untuk dapat mengetahui potensi suatu tempat untuk dapat tergenang. Berdasarkan penelitian ini, maka akan dilakukan pemodelan tsunami dengan empat variasi ketinggian gelombang yang berbeda. Variasi ketinggian yang dipilih yaitu ketinggian 5 meter, 10 meter, 15

meter, hingga ketinggian gelombang 20 meter. Berdasarkan 4 skenario ketinggian tersebut, maka akan dapat diketahui bahwa terjadi perubahan luas area genangan. Ketinggian gelombang 5 m masih belum terlalu berdampak signifikan terhadap kota padang. Akan tetapi pada ketinggian 10-20 meter jelas terlihat bahwa gelombang tsunami sudah berada atau merambat ke dalam kota dan tentunya akan mendatangkan banyak kerugian dan bahkan akan dapat menelan korban jiwa.



Gambar 4. Skenario tsunami sesuai dengan ketinggian gelombang 15 m dan 20 m

Dengan topografi kota padang yang landau, akan menyebabkan gelombang tsunami dengan mudah merambat hingga ke area yang lebih luasan di kota padang.

3.3 Evakuasi Tsunami

Proses evakuasi merupakan hal yang harus diperhatikan jika terjadi bencana tsunami. Evakuasi yang pertama harus dilakukan adalah evakuasi terhadap masyarakat di kota padang. Proses evakuasi dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti ketika terjadi gempa pergi ke tempat yang lebih tinggi atau juga dapat dilakukan evakuasi vertical. Evakuasi vertical yaitu evakuasi ke gedung-gedung tinggi atau shelter yang telah disediakan pemerintah.



Gambar 5. Buffer 2 km dari titik shelter bencana tsunami daerah kota Padang

Evakuasi vertical ini tergolong lebih efektif karena gedung-gedung tempat evakuasi sudah banyak di tengah kota. Untuk mempermudah evakuasi, maka perlu dilakukan buffering antara shelter terhadap daerah sekitarnya. Sehingga dengan buffering ini masyarakat yang tinggal disuatu tempat akan mengetahui ke gedung mana mereka menyelamatkan diri. Dengan adanya buffering ini akan membantu mengurangi kepanikan saat evakuasi dilakukan, karena setiap masyarakat sudah mengetahui kemana mereka menyelamatkan diri, sehingga secara otomatis hal ini akan mengurangi jumlah korban jiwa saat terjadi tsunami.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yaitu:

1. Ketinggian gelombang 5 m masih belum terlalu berdampak signifikan terhadap kota padang. Akan tetapi pada ketinggian 10-20 meter jelas terlihat bahwa terdapat gelombang tsunami.
2. Proses evakuasi dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti ketika terjadi gempa pergi ke tempat yang lebih tinggi atau juga dapat dilakukan evakuasi vertical.

4.2 Saran

Adapun saran dari penelitian yaitu:

1. Diperlukan data penginderaan jauh dengan resolusi tinggi dalam pengolahan untuk mendapatkan informasi detail jalur evakuasi.
2. Setiap bangunan baru di kota padang diharuskan dalam antisipasi terhadap ketahanan bencana.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011. peta kota. [online] available at:<http://petakota.blogspot.co.id/2011/05/peta-kota-padang.html> [accessed 26 02 2018].
- Badan Pusat Statistik (Bps) Sumatera Barat. Sumatera Barat Dalam Angka 2017. Katalog Bps: 1102001. Sumatera Barat
- Hilman Natawidjaja, Danny. 2007. *Evaluasi Bahaya Patahan Aktif, Tsunami Dan. Guncangan Gempa*. Bandung : Laboratorium Riset Bencana Alam. (Lariba) Geoteknologi Lipi Bandung
- Seputri,Rika.2014. *Evaluasi Kebijakan Penanggulangan Bencana Gempabumi Dan Tsunami Dalam Pelatihan Penanggulangan Bencana Di Kota Padang*.Yogyakarta:Universitas Gajdah Mada
- Trisakti,Bambang Dkk.2007.*Simulasi Jalur Evakuasi Untuk Bencana Tsunami Berbasis Data Penginderaan Jauh*. Jurnal Penginderaan Jauh-Lapan Vol.4 No.1 Juni:9-17

POTENSI DAERAH TERDAMPAK KERUNTUHAN BENDUNGAN MATENGGENG DI SUNGAI CIJOLANG

Bagus Prio Utomo¹, Adam Pamudji Rahardjo², dan Djoko Legono³

¹Mahasiswa Magister, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika, Sinduadi, Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55284, Indonesia, email: b46u5.pu@gmail.com

²Pembimbing Utama, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika, Sinduadi, Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55284, Indonesia, email: adam.pamudji.r@gmail.com

³Pembimbing Pendamping, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika, Sinduadi, Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55284, Indonesia, email: legono@tsipil.ugm.ac.id

ABSTRACT

Matenggeng Dam, which plans to be built on the Cijolang River, is a multifunctional dam that has many benefits for communities to irrigate irrigation, raw water, flood control, power generation and tourism. Besides having many benefits, dam construction also keeps very high potential hazards. One of the potential hazards that can occur is the dam breach caused by a crack due to water going over the crest (overtopping) or fracture due to seepage in the body of the weir (piping). Dam breach will cause very big flood so it can cause casualties and damage to property. Using the HEC-RAS 5.0.3 program, we found that in the overtopping scenario, the spillway dimension was still able to pass the maximum discharge (QPMF) of 9.067 m³/s so that the water did not reach the crest. In the piping scenario, estimated that the extent of inundation reaches 52.935 ha dominated by inundation heights 1 - 3 m with percentage of 68,64%. The flood is expected to inundate 158 villages, 1.313 km of roads, and 768 public facilities. Almost half of the flooded areas are categorized as high to extreme hazards with rice fields and settlements are the areas that fall into the category most.

Keywords : overtopping, piping, QPMF, inundation, flood hazard categories

ABSTRAK

Bendungan Matenggeng yang rencana akan dibangun di Sungai Cijolang merupakan bendungan multifungsi yang memiliki banyak manfaat bagi masyarakat diantaranya untuk mengairi lahan irigasi, air baku, pengendalian banjir, pembangkit tenaga listrik, dan pariwisata. Selain memiliki banyak manfaat, pembangunan bendungan juga menyimpan potensi bahaya yang sangat tinggi. Salah satu potensi bahaya yang dapat terjadi adalah keruntuhan bendungan yang diakibatkan adanya rekahan karena limpasan air pada puncak bendungan (overtopping) ataupun rekahan karena adanya rembesan di tubuh bendung (piping). Keruntuhan Bendungan akan menimbulkan banjir bandang yang sangat besar sehingga dapat menyebabkan timbulnya korban jiwa dan kerusakan harta benda.

Dengan menggunakan program HEC-RAS 5.0.3, didapatkan hasil bahwa pada skenario keruntuhan overtopping, dimensi spillway Bendungan Matenggeng masih mampu untuk melewati debit Maksimum Boleh Jadi (QPMF) sebesar

9.067 m³/s sehingga air tidak sampai melimpas ke puncak bendungan. Pada skenario keruntuhan piping, diperkirakan luas genangan mencapai 52.935 ha didominasi ketinggian genangan 1 – 3 m dengan prosentase 68,64%. Banjir ini diperkirakan akan menggenangi 158 desa, 1.313 km jalan, dan 768 fasilitas umum. Hampir separuh dari luas wilayah yang tergenang masuk kategori bahaya banjir tinggi hingga ekstrim dengan lahan sawah dan permukiman merupakan wilayah yang paling banyak masuk dalam kategori tersebut.

Kata kunci : overtopping, piping, QPMF, genangan, kategori bahaya banjir

1. PENDAHULUAN

Rencana Bendungan Matenggeng terletak di Sungai Cijolang Wilayah Sungai Citanduy perbatasan antara provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah sekitar 15 km dari muara pertemuan Sungai Cijolang dan Sungai Citanduy. Secara teknis, Bendungan Matenggeng memiliki tinggi bendung 120,00 m dan lebar puncak 14,00 m dengan volume tampungan sekitar 486,85 juta m³. Bendungan ini banyak memiliki manfaat diantaranya untuk mengairi lahan irigasi seluas 28.000 ha, air baku, pengendalian banjir, pembangkit tenaga listrik, dan pariwisata.

Selain memiliki manfaat yang banyak, pembangunan bendungan juga menyimpan potensi bahaya yang sangat tinggi. Potensi bahaya ini timbul akibat adanya rekahan karena limpasan air pada puncak bendungan (overtopping) ataupun rekahan karena adanya rembesan di tubuh bendung (piping) sehingga menyebabkan keruntuhan tubuh bendung. Oleh karena itu, perlu dibuat peta daerah rawan genangan akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng. Dengan adanya peta daerah rawan genangan ini diharapkan dapat digunakan untuk menyusun rencana tanggap darurat sehingga dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan terutama dari sisi korban jiwa.

2. METODOLOGI

Adapun tahapan penelitian yang akan penulis lakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Mengumpulkan dan mempelajari literatur yang memuat teori penelitian terdahulu dan referensi ilmiah yang terkait dengan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber asli. Contoh: data geometri sungai, data hidrologi. Sedangkan data sekunder adalah data yang tidak langsung diperoleh dari sumber aslinya. Contoh: data teknis bendungan, peta RBI

3. Analisis Data

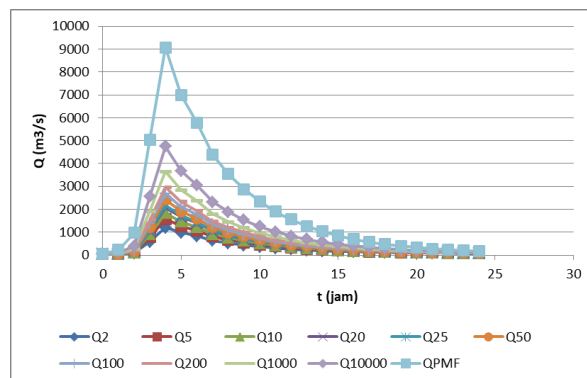
Dilakukan setelah data yang dibutuhkan terkumpul. Ada beberapa jenis analisis data yang dilakukan pada penelitian ini, diantaranya melakukan analisis hidrologi, analisis hidraulika, dan analisis rekahan.

4. Simulasi Hec Ras
Membuat simulasi keruntuhan bendungan dengan beberapa parameter hasil dari analisis data. Hasil yang diharapkan dari simulasi ini adalah pemetaan daerah rawan genangan akibat keruntuhan bendungan matenggeng.
5. Analisis Genangan
Menganalisis potensi daerah yang tergenang akibat keruntuhan bendungan matenggeng dan potensi daya rusak air yang ditimbulkan.
6. Pembuatan Layout Peta
Memperjelas peta dan memperindah secara tampilan agar lebih mudah untuk dipahami oleh pembaca

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan diperlukan sebagai data masukan simulasi. Nilai debit puncak tertinggi dari berbagai periode ulang adalah sebesar $9.067 \text{ m}^3/\text{s}$ saat Q_{PMF} dengan waktu puncak berada pada jam ke 4.



Gambar 1. Debit Banjir Rancangan

3.2 Keruntuhan Skenario Pertama

Pada skenario pertama ini, dilakukan simulasi keruntuhan Bendungan Matenggeng akibat *Piping*. Pada skenario ini, dilakukan beberapa simulasi dengan data masukan aliran tidak tunak (*unsteady flow*) menggunakan debit banjir kala ulang terkalibrasi ditambah dengan debit banjir yang tercatat di stasiun AWLR Bebedahan dan debit saat kondisi awal. Dengan menggunakan data masukan hidrogaf banjir yang berbeda-beda, maka akan dapat diketahui perbedaan yang ada saat terjadi keruntuhan.

Dari hasil simulasi keruntuhan skenario I dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Elevasi muka air minimal setelah keruntuhan adalah +140,57 m.

Semakin besar debit rencana kala ulang, durasi penurunan muka air di bendungan juga akan semakin lama.

Debit rencana kala ulang maksimal boleh jadi (Q_{PMF}) memiliki profil muka air paling tinggi diantara debit rencana kala ulang yang lainnya.

Dari hasil simulasi, air akan melimpas melewati jembatan cijolang.

Besar kecepatan aliran yang melewati jembatan cijolang bervariasi.

Karena besarnya kecepatan aliran yang melewati jembatan cijolang sangat tinggi, maka diperkirakan akan membuat jembatan cijolang akan mengalami keruntuhan.

3.3 Keruntuhan Skenario Kedua

Pada skenario kedua, dilakukan simulasi keruntuhan Bendungan Matenggeng akibat *Overtopping*. Dari hasil analisis sebelum keruntuhan, ketinggian elevasi muka air maksimal pada as bendungan saat debit PMF hanya sebesar 192,11 m. Terdapat selisih ketinggian dengan puncak bendungan sebesar 11,89 m.

Untuk lebih memastikan profil muka air pada saat Q_{PMF} , maka penulis mencoba untuk mensimulasikan aliran sebelum keruntuhan menggunakan *steady flow simulation*. Setelah dilakukan simulasi, ketinggian elevasi muka air maksimal pada tubuh bendungan menjadi sebesar 202,76 m dan masih belum mampu melewati puncak bendungan di elevasi 204 m. Namun terjadi perubahan selisih ketinggian dengan puncak bendungan menjadi hanya sebesar 1,24 m. Selisih ini lebih kecil dari tinggi jagaan yang sebesar 4,1 m. Hal ini tentu membuat kondisi Bendungan Matenggeng menjadi rentan mengalami keruntuhan. Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa dengan puncak debit sebesar 9.067,15 m³/s, saluran pelimpah masih dapat mengalirkan debit banjir sehingga Bendungan Matenggeng tidak mengalami *overtopping*.

3.4 Analisis Genangan dan Daya Rusak Air

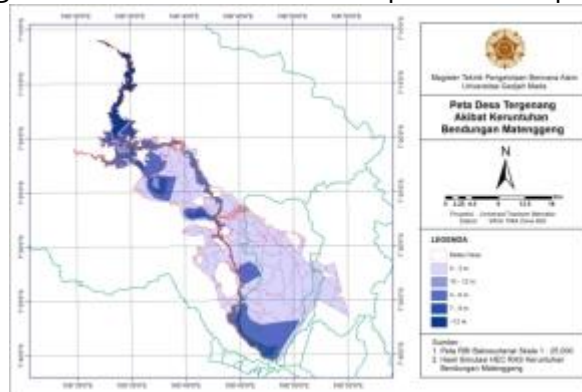
Dalam melakukan analisis genangan dan daya rusak air, penulis menganalisis keruntuhan saat debit rencana kala ulang boleh jadi (Q_{PMF}). Pengambilan debit ini dikarenakan penulis ingin mengetahui dampak terburuk saat debit maksimal yang mungkin terjadi.

3.4.1 Analisis Genangan

Analisis genangan diperlukan untuk mengetahui seberapa besar wilayah yang akan tergenang akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng. Hasil dari analisis genangan adalah sebagai berikut:

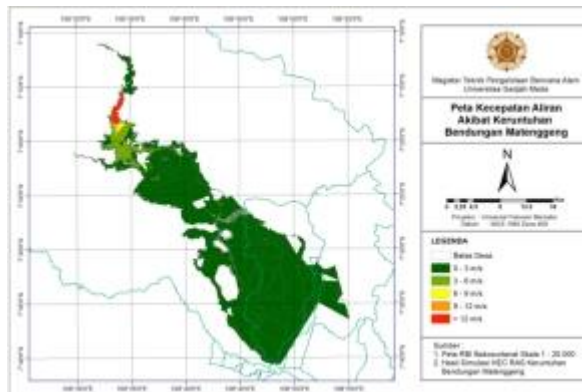
1. Kedalaman genangan maksimal akibat keruntuhan adalah 156,8 m. Rata-rata kedalaman genangan adalah 3,5 m. Simpangan baku kedalaman genangan adalah 6,57 m.
2. Luas genangan akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng mencapai 52.935 ha.

3. Desa yang tergenang akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng berjumlah 158 buah. Desa yang terkena dampak genangan paling luas adalah desa Bulupayung Kecamatan Patimuan Kabupaten Cilacap seluas 1.831 ha.



Gambar 2. Peta Desa Tergenang

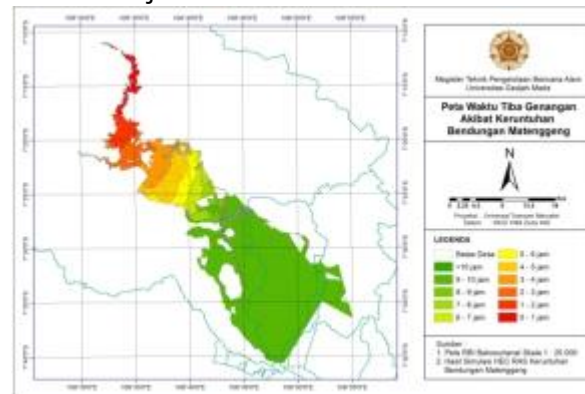
4. Kecepatan aliran maksimal akibat keruntuhan adalah 311,5 m/s. Rata-rata kecepatan aliran adalah 1,65 m/s. Simpangan baku kecepatan aliran adalah 9,6m/s.



Gambar 3. Peta Kecepatan Aliran

5. Lama Genangan yang diakibatkan keruntuhan Bendungan Matenggeng bisa mencapai lebih dari 4 (empat) hari dengan rata-rata lama genangan 3,09 hari.

6. Waktu tiba genangan akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng di wilayah hilir berkisar lebih dari 10 jam.



7. Terdapat 5 (lima) jenis lahan yang tergenang akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng yaitu lahan perkebunan, permukiman, sawah, sawah tadah hujan, tegalan/ladang. Lahan yang terkena dampak genangan paling luas adalah lahan pemukiman seluas 31.014 ha atau 61,96%.
8. Terdapat 6 (enam) jenis infrastruktur jalan yang tergenang akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng. Jalan yang terkena dampak genangan paling panjang adalah jalan lain sepanjang 953,87 km atau 72,63%.
9. Terdapat 10 (sepuluh) jenis fasilitas umum yang tergenang akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng. Fasilitas umum yang terkena dampak genangan total berjumlah 768 buah.

Analisis daya rusak bertujuan untuk mengetahui besar potensi bahaya dari banjir yang terjadi. Daya rusak yang ditimbulkan dari banjir merupakan kombinasi dari kedalaman dan kecepatan aliran. Dalam melakukan analisis daya rusak, penulis mengacu pada *Federal Emergency Management Agency (FEMA) Guidelines and*

Standards for Flood Risk Analysis and Mapping. Fema menjelaskan bahwa bahaya banjir dikategorikan menjadi 5 (lima) macam, yaitu:

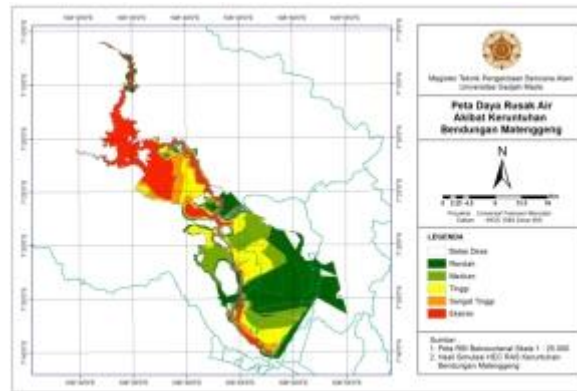
Tabel 1. Kategori Bahaya Banjir Menurut FEMA

No	Kategori	Kedalaman x Kecepatan (m ² /s)
1	Rendah	< 0,2
2	Medium	0,2 – 0,5
3	Tinggi	0,5 – 1,5
4	Sangat Tinggi	1,5 – 2,5
5	Ekstrim	> 2,5

Untuk mengetahui kategori bahaya banjir akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng, maka perlu dibuat peta daya rusak air. Peta ini dibuat dari kombinasi antara peta raster kedalaman aliran dan peta raster kecepatan aliran hasil dari simulasi keruntuhan menggunakan HEC-RAS. Dengan menggunakan software ArcMap 10.1, dilakukan perkalian raster antara kedalaman aliran dengan kecepatan aliran sesuai dengan ketentuan dari Fema. Hasil dari pemrosesan disajikan berikut ini.

Tabel 2. Luasan daerah genangan berdasarkan kategori bahaya banjir

No	Kategori	Luas (ha)	Prosentase (%)
1	Rendah	18.514	34,98
2	Medium	9.221	17,42
3	Tinggi	10.074	19,03
4	Sangat Tinggi	3.999	7,55
5	Ekstrim	11.125	21,02
		52.934	100



Gambar 6. Peta Daya Rusak Air Akibat Keruntuhan Bendungan Matenggeng

Dari hasil diatas, daerah yang berpotensi mengalami kerusakan tinggi hingga ekstrim berada pada daerah sepanjang sungai cijolang sampai muara dan sepanjang sungai citanduy. Hampir separuh dari seluruh luas wilayah yang tergenang masuk kategori bahaya banjir tinggi hingga ekstrim yaitu sekitar 47,6%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit Rencana Kala Ulang Maksimum Boleh Jadi (QPMF) di Bendungan Matenggeng mencapai 9.067 m³/s.
2. Dimensi spillway Bendungan Matenggeng masih mampu untuk melewati debit Maksimum Boleh Jadi (QPMF) sehingga tidak menyebabkan overtopping.
3. Kedalaman genangan maksimal akibat keruntuhan adalah 156,8 m. Rata-rata kedalaman genangan adalah 3,5 m. Simpangan baku kedalaman genangan adalah 6,57 m.
4. Kecepatan aliran maksimal akibat keruntuhan adalah 311,5 m/s. Rata-rata kecepatan aliran adalah 1,65 m/s. Simpangan baku kecepatan aliran adalah 9,6 m/s.
5. Luas genangan akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng mencapai 529.350.201 m² atau 52.935 ha didominasi ketinggian genangan 1 – 3 m dengan prosentase 68,64%.
6. Terdapat 158 desa yang berpotensi tergenang akibat keruntuhan Bendungan Matenggeng. Desa yang terkena dampak genangan paling luas adalah Bulupayung Kecamatan Patimuan Kabupaten Cilacap seluas 18.317.620 m² atau 1.831 ha.
7. Hampir separuh dari luas wilayah yang tergenang masuk kategori bahaya banjir tinggi hingga ekstrim.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Penghitungan Hujan Maksimum Boleh Jadi dengan Metode Hersfield*. BSN: Jakarta
- Balai Bendungan. 2011. *Pedoman Klasifikasi Bahaya Bendungan*. Kementerian Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset: Yogyakarta
- Federal Emergency Management Agency (Fema). 2014. *Guidance for Flood Risk Analysis and Mapping : Flood Depth and Analysis Grids*. US Department of Homeland Security
- Fepriantu Imanuel Salukh. 2004. *Analisis Penelusuran Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan (Studi Kasus pada Bendungan Tilong di Kab. Kupang, Prop. NTT)*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Gary Brunner. 2014. *Using HEC-RAS for Dam Break Studies*. US Army Corps of Engineers: Davis
- Istiarto. 2015. *Genangan Banjir (HEC-GeoRAS)*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Istiarto. 2017. *Simulasi Aliran 1-Dimensi dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika Hec-Ras*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- I Made Kamiana. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu: Yogyakarta
- Paska Wijayanti, Mamok Suprpto, Agus P. Saido. 2013. *Analisis Keruntuhan Bendungan Pacal*. e-Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol.1
- Samuel H. Rendon, Chad E. Ashworth, and S. Jerrod Smith. 2012. *Dam-Breach Analysis and Flood-Inundation Mapping for Lakes Ellsworth and Lawtonka near Lawton, Oklahoma*. USGS: Virginia
- Sri Harto Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Yanuar Tri Kurniawan. 2012. *Simulasi 1-D Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan Alam (Studi Kasus Bencana Banjir Bandang di Sungai Kaliputih, Kabupaten Jember Tahun 2006)*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta

Deteksi Potensi dan Aktivitas Lahan Pertambangan dengan Penginderaan Jauh

Atriyon Julzarika dan Nanin Anggraini

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

E-Mail: verbhakov@yahoo.com dan atriyon.julzarika@lapan.go.id

ABSTRACT

The satellite has now grown significantly. Remote sensing satellites in the form of optical, SAR, Microwave, and LIDAR sensors have been used in energy and mineral resources applications. Such roles are height model and the potential of energy and mineral resources detection. These potentials are geothermal, coal, copper, gold, rare earth, and etc. This study aims to detect the potential and activities in mining land using remote sensing. The integration method is used for height model, whereas backscattering and physical geodesy methods are used for energy potential and mineral resources detection. The height model integration uses ALOS PALSAR data, Icesat/Glass, SRTM, and X SAR. The backscattering method uses ALOS PALSAR data. The physical geodesy is an approach with gravity, magnetic field, and geodynamics by utilizing the integration of geodetic satellites of Grace, Champ, GOCE, and SWARM. This research can be done efficiently and cost effectively in the process. The results can be used for various geological and mining applications.

Keywords : satellite, remote sensing, potential and activities in mining land.

ABSTRAK

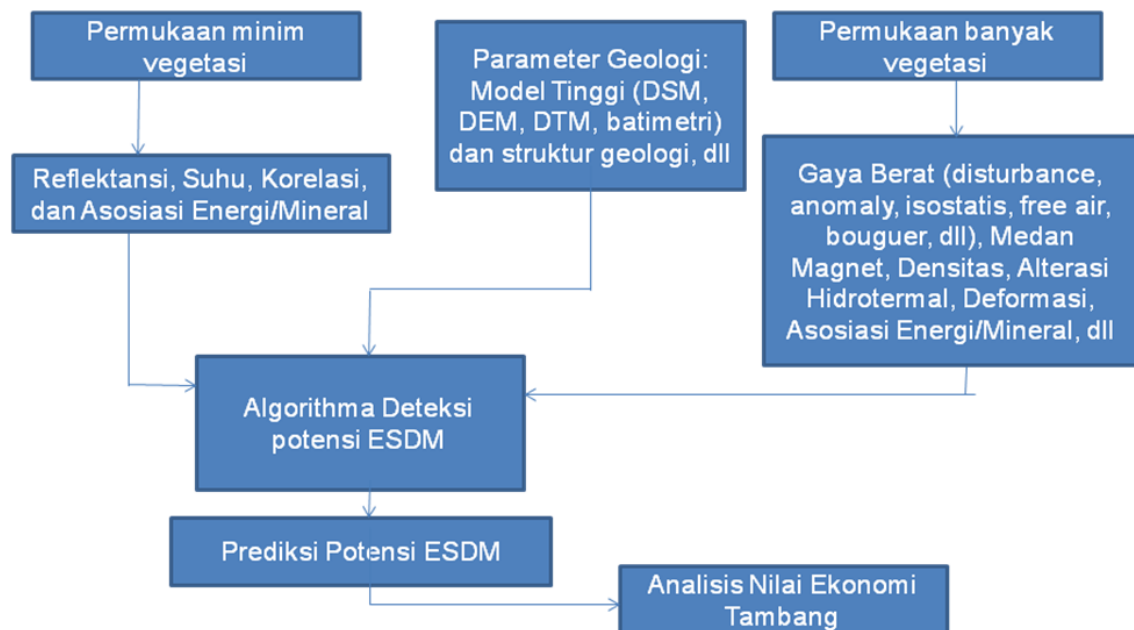
Saat ini satelit telah berkembang secara signifikan. Satelit penginderaan jauh berupa sensor optik, SAR, Microwave, dan LIDAR telah berperan dalam berbagai aplikasi seperti energi dan sumber daya mineral. Peran tersebut berupa pembuatan model tinggi dan pendeteksian potensi energi dan sumber daya mineral. Potensi ini berupa geothermal, batubara, tembaga, emas, tanah jarang, dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk pendeteksian potensi dan aktifitas lahan pertambangan dengan penginderaan jauh. Metode integrasi digunakan untuk pembuatan model tinggi, sedangkan metode backscattering dan geodesi fisis digunakan untuk pendeteksian potensi energi dan sumber daya mineral. Integrasi model tinggi ini menggunakan data ALOS PALSAR, Icesat/Glass, SRTM, dan X SAR. Metode backscattering ini menggunakan data ALOS PALSAR. Geodesi fisis ini berupa pendekatan dengan gaya berat, medan magnet, dan geodinamika dengan memanfaatkan integrasi berbagai satelit geodesi berupa Grace, Champ, GOCE, dan SWARM. Penelitian ini bisa dilakukan secara efisien biaya dan efektif dalam waktu pengerjaannya. Hasil penelitian bisa digunakan untuk berbagai aplikasi geologi dan pertambangan.

Kata Kunci : satelit, penginderaan jauh, potensi dan aktifitas lahan tambang

1. PENDAHULUAN

Survei dan pemetaan potensi energi dan mineral menggunakan berbagai jenis teknologi, salah satunya penginderaan jauh (Kepmentamben no 1519.K/20/MPE/1999). Penginderaan jauh ini bisa secara terrestrial, aerial, maupun antariksa (satelit). Adapun sensor yang bisa digunakan dalam penginderaan jauh adalah optik, radar, gelombang mikro, laser, sonar. Sensor optik menggunakan kamera dengan berbagai jenis band gelombang tampak, infra merah, maupun termal.

Radar merupakan sensor gelombang mikro aktif. Sesuai dengan namanya, radar dikembangkan sebagai suatu cara yang menggunakan gelombang radio untuk mendeteksi adanya suatu objek dan menentukan jarak (posisinya). Prosesnya meliputi transmisi ledakan pendek atau pulsa tenaga gelombang mikro ke arah yang dikehendaki dan merekam kekuatannya, serta asal gempa atau pantulan yang diterima dari objek dalam sistem medan pandang. Sebagian besar radar penginderaan jauh berwahana udara dilakukan dengan sistem yang menggunakan antena yang dipasang pada bagian bawah pesawat dan diarahkan ke samping. Sistem ini dinamakan SLR (*Side Looking Radar*) atau SLAR (*Side Looking Airborne Radar*). Citra SAR memiliki keuntungan yang sangat khas pada wilayah tropis, mengingat sifatnya yang tidak terkendala oleh awan.



Gambar 1. Pola perbedaan identifikasi potensi ESDM dengan data penginderaan jauh (Julzarika et al., 2017)

Sensor dengan gelombang mikro memiliki dua kenampakan berbeda yang mencirikan tenaga gelombang mikro, dipandang dari sudut penginderaan jauh, yaitu gelombang mikro dapat menembus atmosfer dalam berbagai keadaan, tergantung pada panjang gelombang yang digunakan serta pantulan dan emisi

mikro dari material muka bumi tidak ada kaitan langsung dengan pasangannya pada bagian spektrum tampak atau termal. Pengoperasian sistem ini hampir sama dengan radiometer termal. Teori radiasi benda hitam merupakan inti bagi pemahaman konseptual penginderaan gelombang mikro pasif, tetapi sensor gelombang mikro pasif lebih menekankan penggunaan antena, bukan unsur deteksi. Sinyal gelombang mikro pada umumnya terdiri dari sejumlah komponen sumber yang sebagian dipancarkan, sebagian dipantulkan, dan sebagian ditransmisikan.

Data penginderaan jauh bisa digunakan untuk survei pendahuluan pada aplikasi identifikasi potensi tambang energi dan sumber daya mineral, lihat Gambar 1. Data penginderaan jauh akan mengefisienkan waktu, biaya efektif, mempercepat proses analisis dalam survei pendahuluan. Secara umum, proses identifikasi potensi energi dan sumber daya mineral dari data penginderaan jauh terdiri atas dua jenis, yaitu permukaan vegetasi minim dan permukaan banyak vegetasi. Wilayah permukaan vegetasi minim bisa dilakukan identifikasi potensi dengan data optik dan SAR, sedangkan wilayah dengan permukaan banyak vegetasi dapat diidentifikasi potensi dengan data microwave.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk memberikan informasi tentang pemanfaatan citra satelit untuk pendeteksian potensi dan aktifitas lahan pertambangan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Data dan Metode identifikasi potensi energi dan sumber daya mineral (ESDM)

Pendeteksian potensi esdm ini memerlukan beberapa tahapan yaitu identifikasi lahan tambang, ekstraksi parameter geologi, korelasi antar parameter geologi, dan informasi spasial esdm, disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Identifikasi lahan tambang dan perubahannya menggunakan metode prost dan VIDN. Metode prost menggunakan rasio band (3/1:5/4:5/7) (Canty, 2010); (Zhou *et al.*, 2013); (Youssef *et al.*, 2012). *Vegetation Index Differencing* (VIDN) merupakan pengurangan dua indeks vegetasi NDVI (Nielsen, 2010). Nilai VIDN akan berkisar antara -2 sampai 2 (Prasad *et al.*, 2011). Nilai yang negatif menyatakan adanya pengurangan biomassa atau vegetasi hijau dan merupakan indikasi adanya perubahan penutup lahan. Dari masing-masing citra sintetis yang terpilih selanjutnya dilakukan batasan nilai (*thresholding*) untuk menentukan areal lahan terbuka tambang. Nilai ambang batas atas (Tu) dan ambang batas bawah (Td) dari masing-masing threshold ditentukan berdasarkan nilai piksel contoh pada area lahan bekas tambang (Liu *et al.*, 2013); (Schölkopf *et al.*, 1998).

Metode identifikasi ini dilakukan pada lokasi tambang eksploitasi supaya memudahkan pengambilan sampel dalam pembuatan model. Setelah model integrasi berbagai parameter geologi diperoleh maka diaplikasikan pada wilayah lain yang belum ada/belum diketahui/diprediksi sudah potensi tambangnya.

Model deteksi diperoleh dengan mengintegrasikan berbagai parameter geologi di lokasi sampel tambang. Setelah itu model yang tersebut dilakukan pengaplikasian pada wilayah lain yang mirip memiliki potensi esdm berdasarkan parameter geologi yang digunakan. Wilayah bukan tambang yang dideteksi memiliki potensi esdm bisa berupa lokasi sudah eksplorasi dan/atau lokasi belum dieksplorasi. Umumnya akan diperoleh banyak lokasi potensi esdm di wilayah yang belum dieksplorasi. Lokasi-lokasi ini perlu dilakukan pengujian lapangan tetapi tidak disebutkan posisi/koordinat demi menjaga kerahasiaan potensinya.

Parameter geologi yang diekstraksi adalah kelurusan (lineament)-struktur geologi dan formasi geologi, model tinggi, alterasi hidrotermal, geodinamika, gaya berat, densitas, medan magnet, dan penutup lahan. Pendeteksian struktur dan formasi geologi ini menggunakan metode *dip and strike*. *Strike* adalah arah garis yang dibentuk dari perpotongan bidang planar dengan bidang horizontal ditinjau dari arah utara. Sedangkan *dip* adalah derajat yang dibentuk antara bidang planar dan bidang horizontal yang arahnya tegak lurus dari garis *strike*. Bidang planar ialah bidang yang relatif lurus, contohnya bidang perlapisan, bidang kekar, bidang sesar. Metode *dip and strike* dapat juga dilakukan secara otomatis, ada lima alternatif pilihan metode untuk melakukan *dip and strike*, yaitu *three point*, *plane contact*, *strike from map*, *retrace*, dan *parallel contact*.

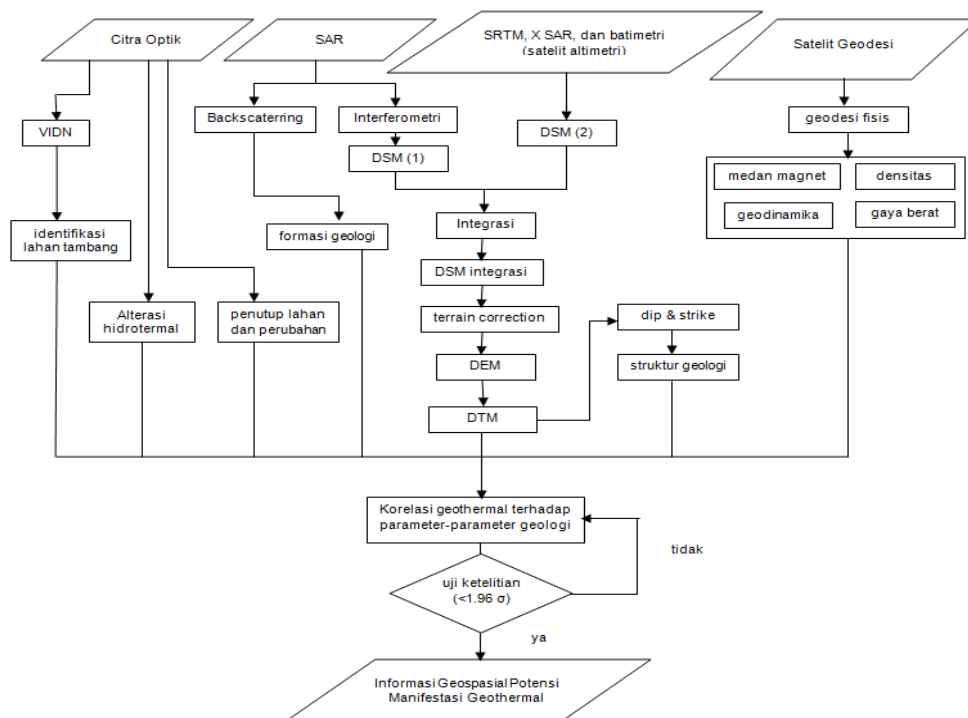
Model tinggi dibuat dengan menggunakan metode integrasi berbagai *Digital Surface Model* (DSM). Filosofi integrasi model tinggi ini adalah mendapatkan model tinggi berdasarkan integrasi menggunakan berbagai keunggulan dari setiap model tinggi berdasarkan karakteristik berupa penetrasi ke obyek, resolusi spasial, dan minimal kesalahan tinggi di dataran rendah maupun dataran tinggi (Julzarika, 2015). Integrasi model tinggi bertujuan untuk mendapatkan model tinggi yang memiliki akurasi vertikal lebih baik dan minimal kesalahan vertikal. Integrasi ini menggunakan keunggulan dari masing-masing karakteristik model tinggi yang digunakan dalam integrasi (Julzarika, 2015). DSM dibuat dari data SAR dengan menggunakan metode interferometri. *Interferometric synthetic aperture radar* (InSAR/IFSAR) adalah teknik radar 4D digunakan dalam geodesi-penginderaan jauh. InSAR menggunakan kombinasi nilai tiap piksel dari dua data radar. InSAR terdiri dari dua tahapan utama yaitu pembentukan citra radar *Single Look Complex* (SLC) dari data mentah SAR hasil pemotretan dan tahapan pembentukan citra interferogram untuk melihat bentuk permukaan topografi. (Jin et al., 2014)

Alterasi hidrotermal adalah suatu proses yang sangat kompleks yang melibatkan perubahan mineralogi, kimiawi, dan tekstur yang disebabkan oleh interaksi fluida panas dengan batuan yang dilaluinya, di bawah kondisi evolusi fisio-kimia (Yaozu dan Liangming, 2010). Proses alterasi merupakan suatu bentuk metasomatisme, yaitu pertukaran komponen kimiawi antara cairan-cairan dengan batuan dinding (Rajendran et al. 2013). Segal (zona alterasi, potensi logam besi, mineral hidroksil, biji besi), Abrams (alterasi hidrotermal oksida besi, tanah liat, tambang golongan

C), Kaufmann (mineral hydroxyl), Chica-Olma (mineral logam dan non logam, tanah liat, tambang golongan C, bijih besi), dan lain-lain.

Metode ARI menggunakan kombinasi band 531 dan band 742 untuk pemisahan unit geologi dan alterasi. Alterasi besi dengan rasio band 3/1, band 5/7 alterasi tanah liat, kombinasi band 531 untuk alterasi argelik, alterasi oksida besi untuk band 531 dan band 742, alterasi konfirmasi dengan band 5-7, band 4-2, dan band 3-1. Metode Segal bertujuan untuk pemetaan zona alterasi, kombinasi 3/1, 5/7, 5/4 untuk analisis oksida besi, bearing mineral hidroksil, bijih besi. Metode Abrams bertujuan untuk pemetaan alterasi hidrotermal oksida besi, tanah liat, tambang golongan C dengan rasio (5/7:3/2:4/5). Metode Kaufmann bertujuan untuk identifikasi mineral hidroksil, besi dengan rasio (7/4:4/3:5/7). Metode Chica-Olma bertujuan untuk pemetaan alterasi tanah liat, ion besi, dan oksida besi serta bijih besi, fumarol, tambang golongan C. Rasio yang digunakan (5/7:5/4:3/1). Metode Jensen menggunakan *Optimum Index Factor* (OIF) TM741, TM541, and TM531 untuk deteksi alterasi hidrotermal, sedangkan metode crosta dan moore menggunakan kombinasi band 4:7:2 and 4:7:6 untuk alterasi hidrotermal.

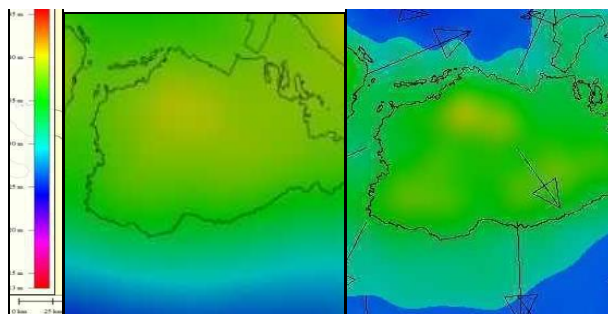
Parameter geologi lain berupa gaya berat, geodinamika, medan magnet, dan densitas. Penutup lahan diekstraksi dengan metode klasifikasi berbasis objek (OBIA). Klasifikasi ini mendefinisikan suatu klas yang sama berdasarkan objek yang sama dengan parameter skala, *shape*, *compactness*. Klasifikasi berbasis objek ini digunakan untuk klasifikasi citra resolusi tinggi. (Canty dan Nielsen, 2006).



Gambar 2. Diagram alir identifikasi potensi ESDM seperti manifestasi geothermal (Julzarika et al., 2017)

Informasi geospasial potensi mineral dan parameter geologi ini menggunakan skala 1:50000 dengan acuan ASPRS *Accuracy Data for Digital Geospatial Data* (ASPRS, 2014). Analisa gaya berat bumi dan medan magnet menggunakan pendekatan geodesi fisis. Data yang digunakan berupa data dari Grace, Champ, GOCE, SWARM dan data lapangan. Medan magnet menggunakan data SWARM, sedangkan gaya berat dengan Grace, Champ, GOCE.

Gambar 3 menjelaskan tentang nilai gaya berat yang diekstraksi dari data satelit dalam satuan miligal, sedangkan medan magnet diekstraksi dalam satuan tesla. Medan magnet ini diilustrasikan dengan simbol panah. Gaya berat digunakan untuk menghitung densitas potensi esdm, sedangkan medan magnet berpengaruh dalam deformasi vertikal dan deformasi horizontal yang terjadi pada lokasi yang terdeteksi potensi awal esdm. Gaya berat dengan warna kuning-merah memiliki nilai lebih tinggi. Gaya berat dengan warna hijau memiliki nilai menengah. Gaya berat dengan warna biru-ungu memiliki nilai lebih rendah. Medan magnet pada gambar 3 disimbolkan dengan tanda panah. Ujung panah menandakan arah medan magnet, sedangkan garis panah menandakan potensi besar medan magnet yang terjadi pada wilayah tersebut.

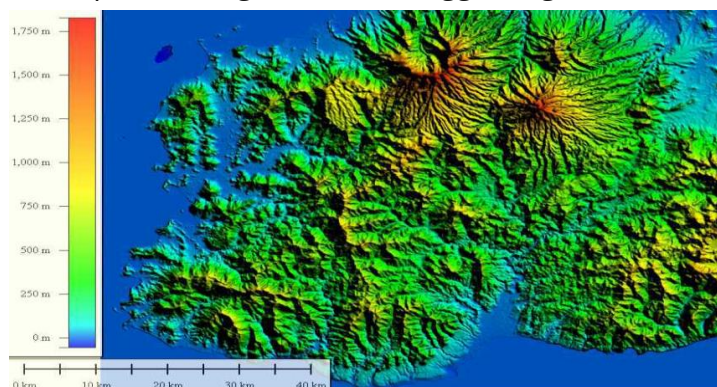


Gambar 3. Contoh Gaya Berat (atas) dalam satuan mgal (kuning: nilai tinggi dan biru: nilai rendah) dan Medan Magnet (bawah) ditandai dengan panah

Gaya berat memiliki empat parameter yang bisa digunakan untuk ekstraksi potensi energi dan sumber daya mineral, yaitu *gravity disturbance*, isostatis, free air, dan bouguer. Gangguan gravitasi (*gravity disturbance*) adalah perbedaan antara gravitasi terukur pada suatu titik (P) dan gravitasi normal pada titik yang sama, sedangkan anomali gravitasi (*gravity anomaly*) adalah selisih antara Gravitasi yang diamati pada P, dan gravitasi normal pada geoid (Q), titik di mana normal ke ellipsoid di P memotong geoid. Isostatis dapat dihitung bahwa defleksi yang diamati dapat dijelaskan jika massa gunung berlebih dicocokkan dengan defisiensi massa yang sama di bawahnya. Pegunungan berada dalam ekuilibrium isostatik (*isostatic equilibrium*). Anomali free-air dihitung dengan mengoreksi pengamatan untuk variasi yang diharapkan karena (1) sferoid (spheroid) dan (2) ketinggian di atas permukaan laut (*elevation above sea level*). Bouguer digunakan untuk menghitung ketebalan batuan antara pengamatan dan permukaan laut.

Analisa berupa deteksi lempeng tektonik dan deformasi (utara-selatan dan barat-timur) wilayah kajian. Data yang digunakan berupa data dari Grace, Champ, Goce, dan data lapangan. Densitas dari potensi esdm seperti tembaga dapat dideteksi dengan data satelit geodesi (*microwave*). Nilai densitas tembaga pada model ini terletak dengan nilai sekitar $\rho=8960 \text{ kg/m}^3 + 1,96\sigma$ dan *Specific Gravity* ($S-G=8.9$). Kondisi ini berlaku pada $S-G=\rho_{\text{substance}}/\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ dimana $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ 4°C of 1000 kg/m^3 . Jika potensi tembaga sudah dapat dideteksi, terutama pada densitas yang ditetapkan maka potensi emas juga dapat diprediksi. Hal ini berkaitan dengan konsep asosiasi tembaga dengan emas pada bijih yang sama.

Model tinggi diperlukan untuk berbagai aplikasi, seperti untuk deteksi struktur geologi, bentuk lahan, survei dan pemetaan. Data yang digunakan dari hasil integrasi ALOS Palsar, SRTM C, X SAR, ICESat/GLASS, batimetri, dan data lapangan. Integrasi model tinggi ini menghasilkan DSM sehingga diperlukan koreksi terrain dan koreksi kesalahan tinggi. Hal ini bertujuan untuk mengubah DSM menjadi DEM dan DTM serta meningkatkan nilai akurasi vertikalnya. Integrasi model tinggi pada Gambar 4 merupakan integrasi model tinggi dengan akurasi vertikal + 1,5 m.



Gambar 4. Contoh Integrasi Model Tinggi (warna merah, kuning, dan hijau: topografi dengan akurasi vertikal + 1,5 m, biru: batimetri, belum diuji akurasi vertikalnya) IR-MAD

Metode Iteratively reweighted multivariate alteration detection (IR-MAD) diikuti dengan pengolahan pasca dengan menggunakan analisis faktor otokorelasi maksimum kernel (kMAF). Metode IR-MAD didasarkan pada versi yang teregistrasi dari metode mapan dalam statistik multivariat, yaitu analisis korelasi kanonik (CCA). Ia menemukan kombinasi linear ortogonal (yaitu, tidak berkorelasi) dari data multivariat pada dua titik waktu yang memiliki korelasi maksimal. (Nielssen, 2010) Kombinasi linier ini disebut variatif kanonik (CV) dan korelasi yang sesuai disebut korelasi kanonik. Ada satu set CV untuk setiap titik waktu. Perbedaan antara dua rangkaian CV mewakili perubahan antara dua titik waktu dan disebut variasi MAD atau MAD untuk jangka pendek. Variasi MAD adalah invarian terhadap transformasi linear dan affine dari data asli.

Minimum Noise Fraction (MNF)

MNF adalah teknik yang terkenal untuk pencitraan citra hiperspektral. Ini mengubah data kubus yang bising menjadi gambar saluran keluaran dengan tingkat kebisingan yang terus meningkat, yang berarti bahwa gambar keluaran MNF mengandung kualitas gambar yang terus menurun. Transformasi MNF adalah transformasi linier yang terdiri dari dua putaran PCA yang terpisah dan tahap pemutihan suara. Tidak seperti rutinitas PCA, transformasi MNF menghasilkan dua file statistik terpisah, yang oleh ENVI disebut sebagai Statistik Kebebasan MNF dan Statistik MNF. Meskipun ini tampak sebagai file statistik ENVI biasa, file-file ini sebenarnya berisi informasi unik untuk MNF, dan menghilangkan data yang biasanya ditemukan dalam file geostatistik. (Nielssen, 2010)

Untuk melakukan rotasi MNF ke depan, statistik berikut harus dihitung:

- a. Rata-rata untuk setiap band gambar input (untuk berarti memperbaiki data)
- b. Statistik kovariansi dari kebisingan (untuk rotasi kebisingan dan normalisasi)
- c. Statistik kovariansi dari suara memutihkan dan mengganti data gambar masukan

Dua file statistik yang diproduksi oleh rutinitas MNF memang mengandung statistik ini, meski belum tentu di lokasi yang Anda harapkan bisa menemukannya! Selain itu, file Statistik MNF mengandung matriks transformasi ekstra - yang unik untuk MNF - itu saja yang benar-benar dapat menggambarkan rotasi MNF.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tulisan ini, potensi dan aktifitas lahan pertambangan yang dibahas dan dibatasi meliputi batubara, geothermal, tembaga, logam tanah jarang, dan nikel serta lingkungan lahan pertambangannya.

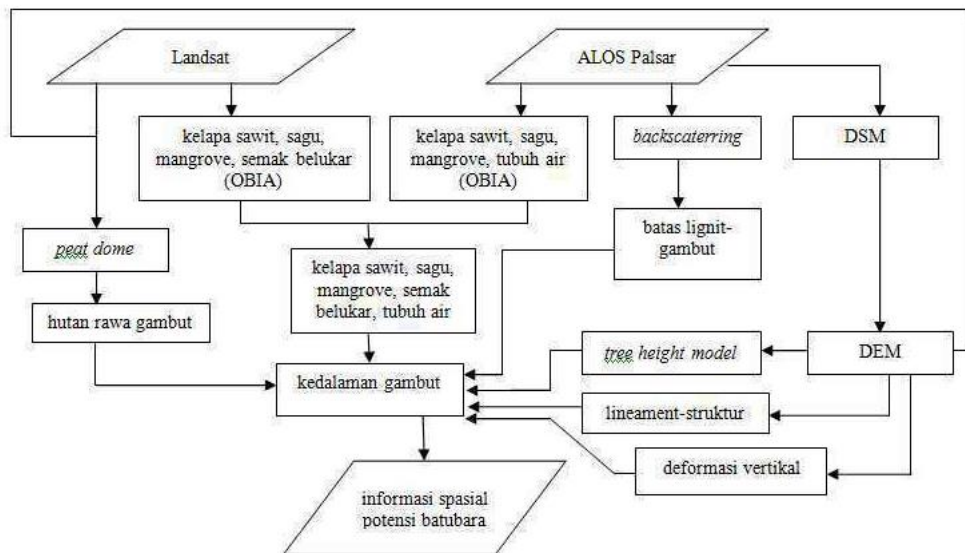
3.1 Batubara

Batubara merupakan salah satu sumber daya energi yang bersifat tidak dapat diperbaharui. Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dibagi dalam lima kelas: antrasit, bituminus, sub-bituminus, lignit dan gambut, (KGS, 2016).

- a. Antrasit adalah kelas batubara tertinggi, dengan warna hitam berkilauan (*luster*) metalik, mengandung antara 86% - 98% unsur karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%.
- b. Bituminus mengandung 68 - 86% unsur karbon (C) dan berkadar air 8-10% dari beratnya. Kelas batubara yang paling banyak ditambang di Australia.
- c. Sub-bituminus mengandung sedikit karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus.

- d. Lignit atau batubara coklat adalah batubara yang sangat lunak yang mengandung air 35-75% dari beratnya.
- e. Gambut, berpori dan memiliki kadar air di atas 75% serta nilai kalori paling rendah.

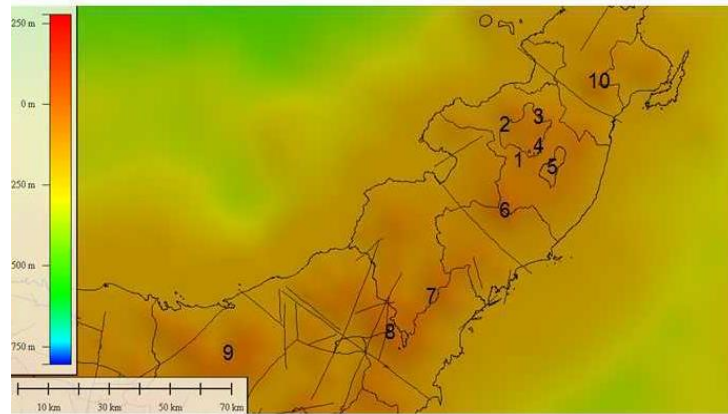
Metode yang digunakan adalah OBIA untuk pendekatan dengan penutup lahan, Interferometri untuk pembuatan DSM, *Backscattering* untuk pendeteksian batas lignit-gambut, DSM2DEM untuk pembuatan DEM.



Gambar 5. Cara identifikasi potensi batubara dengan data penginderaan jauh (Julzarika, 2016)

3.2 Geothermal

Saat ini energi geothermal sedang menjadi salah satu perhatian dunia, sebagai salah satu energi alternatif pengganti energi minyak dan gas bumi. Kemajuan teknologi saat ini memungkinkan untuk mencari energi alternatif yang ramah lingkungan, salah satunya adalah energi geothermal. Secara singkat geothermal didefinisikan sebagai panas yang berasal dari dalam bumi. Sedangkan energi panas bumi adalah energi yang ditimbulkan oleh panas tersebut. Panas bumi menghasilkan energi yang bersih (dari polusi) dan berkesinambungan atau dapat diperbarui.



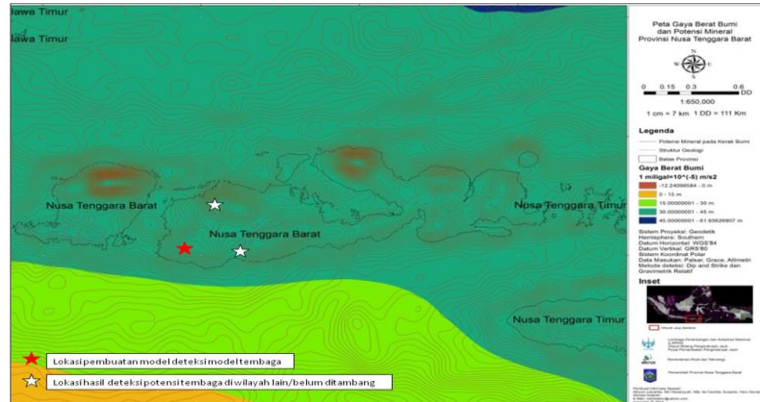
Gambar 6. Contoh hasil identifikasi potensi manifestasi geothermal dengan penginderaan jauh (Julzarika et al., 2017)

Sumberdaya energi panas bumi dapat ditemukan pada air dan batuan panas di dekat permukaan bumi sampai beberapa kilometer di bawah permukaan. Bahkan jauh lebih dalam lagi sampai pada sumber panas yang ekstrim dari batuan yang mencair atau magma. Untuk menangkap panas bumi tersebut harus dilakukan pemboran sumur seperti yang dilakukan pada sumur produksi minyak bumi. Sumur tersebut menangkap air tanah yang terpanaskan, kemudian uap dan air panas dipisahkan. Uap air panas dibersihkan dan dialirkan untuk memutar turbin. Air panas yang telah dipisahkan dimasukkan kembali ke dalam reservoir melalui sumur injeksi yang dapat membantu untuk menimbulkan lagi sumber uap.

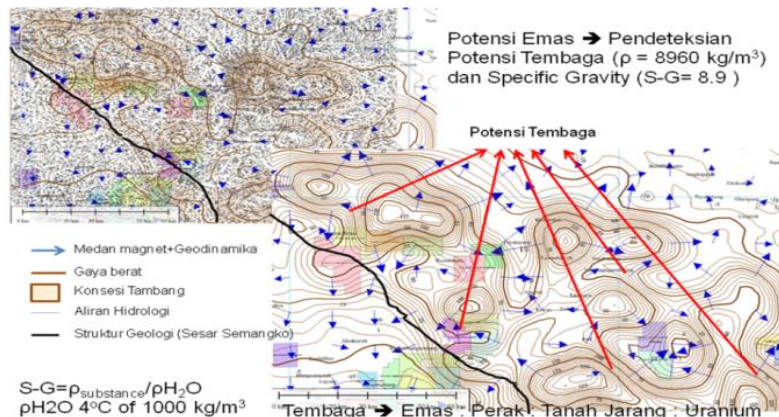
3.3 Tembaga

Identifikasi potensi tembaga juga menggunakan berbagai parameter geologi yang diekstraksi dari data penginderaan jauh. Setelah diperoleh hasil penentuan dan pendefinisian parameter geologi terhadap kondisi geologi dan tambang tembaga, maka kemudian dilakukan korelasi data penginderaan jauh dengan tembaga. Korelasi dapat berupa semua parameter geologi yang dapat digunakan untuk deteksi potensi tembaga. Dari hasil korelasi ini akan diketahui, parameter geologi mana yang akan dominan dalam deteksi potensi tembaga. Korelasi ini akan menghasilkan model untuk deteksi potensi tembaga. Salah satu contoh hasil identifikasi ini adalah wilayah Sumbawa dan Aceh.

Banyak hasil yang diperoleh dari korelasi ini, salah satunya pemanfaatan untuk prediksi volume tambang. Volume tembaga dapat diperkirakan, sehingga emas, perak, dan tanah jarang juga bisa diprediksi volumenya. Prediksi ini didukung oleh asosiasi tembaga dengan perak, emas, tanah jarang, uranium, dan lain-lain.



Gambar 7 (kiri). Contoh informasi geospasial potensi awal Tembaga di Pulau Sumbawa. Tanda bintang merah adalah lokasi yang dijadikan model deteksi potensi tambang. Tanda bintang putih adalah potensi tembaga pada wilayah yang belum diketahui potensi/ditambang. Ketiga wilayah ini memiliki kemiripan/kesamaan nilai densitas (Julzarika et al., 2013)



Gambar 7 (kanan). Contoh informasi geospasial potensi Tembaga di Aceh pada wilayah yang belum diketahui potensi ditambang (Julzarika et al., 2015) dengan menggunakan model deteksi awal potensi Tembaga di Pulau Sumbawa

3.4 Logam Tanah Jarang

Logam tanah jarang dapat dideteksi dengan pendekatan tembaga dan timah. Logam tanah jarang memiliki asosiasi khusus sehingga bisa dideteksi dari data penginderaan jauh. Contoh beberapa asosiasi mineral khusus terkait LTJ:

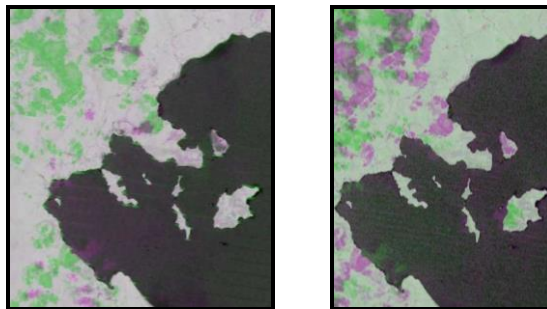
Tembaga (Copper) ⇌ Perak (Argentum) ⇌ Emas (Aurum) ⇌ bijih timah (tin ore) ⇌ rare earth element / mineral ⇌ uranium ⇌ Bijih timah (Tin ore) ⇌ grafit (Graphite) ⇌ Pasir ⇌ Rare earth element / mineral

Selain pendekatan dengan asosiasi mineral khusus tersebut, deteksi potensi logam tanah jarang bisa juga dilakukan dengan pemetaan reflektansi objek, lihat gambar 9. Asosiasi khusus mineral logam tanah jarang jenis Monasit dan Zirkon lebih bisa didekati dengan nilai densitas Timah. Nilai densitas bijih timah (Tin ore) sekitar $\rho =$

7500 kg / m³ dan Specific Gravity (S-G = 8.9). Kondisi ini berlaku pada $S-G = \rho_{\text{substance}} / \rho_{\text{H}_2\text{O}}$ dimana $\rho_{\text{H}_2\text{O}} 4^\circ \text{C}$ of 1000 kg / m³ (USGS, 2010).

3.5 Nikel

Lokasi pertambangan nikel dan perubahannya dapat dimonitor menggunakan citra multiyear. Citra Landsat yang dapat digunakan untuk mendarat perubahan lahan tambang nikel. Citra Landsat yang digunakan adalah pada tahun 1990, 2005 dan 2015. Perubahan lahan tambang dapat dideteksi dengan differencing nilai indeks vegetasi, yaitu. NDVI. Pertambangan lahan yang akan dipantau adalah tahun 1990-2005 dan 2005-2015, lihat gambar 8.

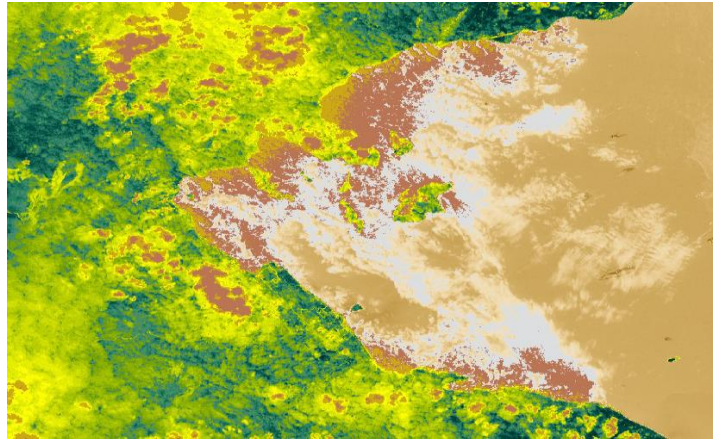


Gambar 8. Contoh monitoring lahan tambang Nikel tahun 1990-2005 (kiri) dan 2005-2015 (kanan) menggunakan metode VIDN. Lahan tambang yang berwarna ungu

Deteksi potensi nikel dapat dilakukan dengan beberapa parameter geologi, seperti gravitasi, geodinamika, densitas. Parameter geologi dapat dideteksi dengan data satelit geodesi. Analisis gravitasi bumi, medan magnet, dan geodinamika menggunakan pendekatan geodesi fisik. Analisis di lempeng tektonik dan deteksi deformasi (utara-selatan dan barat-timur) daerah penelitian. Kepadatan nikel dapat dideteksi oleh data microwave (satelit geodesi). Nilai densitas Nikel terletak di sekitar $\rho = 8800 \text{ kg/m}^3$ dan Specific Gravity (S-G = 8,9). Kondisi ini berlaku untuk $S-G = \rho_{\text{substance}} / \rho_{\text{H}_2\text{O}}$ mana $\rho_{\text{H}_2\text{O}} 4^\circ \text{C}$ dari 1000 kg / m³.

Semua parameter geologi harus berkorelasi untuk mendapatkan potensi daerah Nikel.

Parameter geologi yang paling dominan adalah deteksi densitas dan identifikasi lahan tambang. Hasil deteksi potensi Nikel dapat dilihat pada gambar 9.



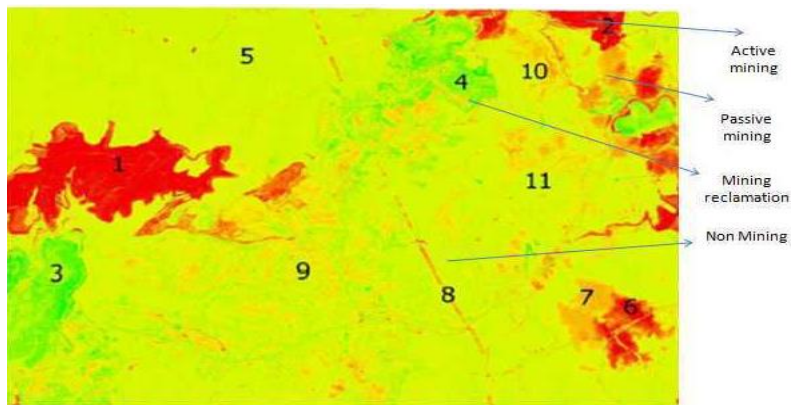
Gambar 9. Contoh hasil deteksi potensi Nikel (kuning)

Akurasi potensi daerah Nikel lebih dari 3σ (90%). Pemantauan daerah potensial Nikel menggunakan penginderaan jauh akan efektif dalam waktu dan biaya rendah, dan lebih presisi, tapi akurasi menengah.

3.6 Aktivitas lahan pertambangan

Aktivitas lahan pertambangan dapat dideteksi dengan kombinasi citra SAR dan citra optik. Metode yang digunakan adalah IR-MAD dan MNF.

Aktivitas lahan pertambangan yang dapat dideteksi berupa lahan pertambangan aktif (active mining), lahan bekas pertambangan (passive mining), lahan reklamasi pertambangan (mining reclamation), dan lahan bukan pertambangan. Aktivitas lahan pertambangan ini dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Aktivitas lahan pertambangan

4. KESIMPULAN

Ada empat kesimpulan pada tulisan ini, yaitu

- Data penginderaan jauh dapat digunakan untuk survei pendahuluan identifikasi potensi ESDM yang efisien waktu, efektif biaya, dan cepat dalam analisisnya.

- b. Potensi ESDM tertentu dapat diekstraksi dengan data penginderaan jauh dengan menggunakan analisis pendekatan asosiasi khusus,
- c. Identifikasi potensi ESDM pada wilayah minim vegetasi dapat menggunakan data optik dan SAR, sedangkan identifikasi potensi ESDM banyak vegetasi dapat menggunakan data microwave.
- d. Aktivitas lahan pertambangan dapat dipetakan dengan penginderaan jauh. Aktivitas lahan pertambangan ini menggunakan metode IR-MAD dan MNF dengan citra SAR dan optik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada LAPAN, Universitas Gadjah Mada (UGM), DLR, USGS, Alaska University, dan ESA atas kesuksesan penelitian pada tahun 2012-2017 ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- ASPRS. (2014). *ASPRS Accuracy Standard for Digital Geospatial Data*. ASPRS. Amerika Serikat.
- Canty M. J. (2010). *Image Analysis, Classification and Change Detection in Remote Sensing, With Algorithms for ENVI/IDL, Second edition*. Taylor & Francis, CRC Press.
- Canty, M. J., & Nielsen, A. A. (2006). *Visualization and Unsupervised Classification of Changes in Multispectral Satellite Imagery*. *International Journal of Remote Sensing*, 27(18), 3961-3975.
- Jin, H., Mountrakis, G., & Stehman, S. V. (2014). *Assessing Integration of Intensity, Polarimetric Scattering, Interferometric Coherence and Spatial Texture Metrics in PALSAR-Derived Land Cover Classification*. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 98, 70-84.
- Julzarika, A., Susanto, dan Sutanto, A. (2013). *Pengembangan Model Standar Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh (Optik dan SAR) untuk Identifikasi Sumber Daya Mineral Tembaga*. Laporan Penelitian Inhouse Tahun 2013. LAPAN. Jakarta.
- Julzarika, A., Tjahjaningsih, A., Sutanto, A., Nugroho, U. C. (2015). *Pemanfaatan data penginderaan jauh untuk identifikasi tambang emas di Geumpang Aceh*. Laporan penelitian inhouse 2015. LAPAN. Jakarta.
- Julzarika, A. (2015). *Integration of Height Model using SRTM C, X SAR, Aster GDEM, and ALOS Palsar*. Asian Conference on Remote Sensing.
- Julzarika, A. (2016). *Pemetaan Cepat Potensi Gambut dengan Penginderaan Jauh*. Seminar Nasional Geomatika 2016. Cibinong.
- Julzarika, A. et al., (2017). *Identifikasi Potensi Manifestasi Geothermal dengan Penginderaan Jauh*. Buku laporan akhir riset LAPAN 2017. Jakarta.
- KESDM. (1999). *Kepmentamben no 1519.K/20/MPE/1999*. KESDM, Jakarta.
- KESDM. (2009). *UU Minerba No.4 tahun 2009*. KESDM, Jakarta.

- Liu, L., Zhou, J., Yin, F., Feng, M., Zhang, B. (2013). *The reconnaissance of mineral resources through ASTER data-based image processing, interpreting and ground inspection in the Jiafushaersu area, West Junggar, Xinjiang (China)*. *J. Earth Science*.
- Nielsen A. A. (2010). *Kernel Maximum Autocorrelation Factor and Minimum Noise Fraction Transformations*. *IEEE Transactions on Image Processing* (Volume20, Issue: 3, March 2011).
- Prasad, K., & Prabhu, G. K. (2011). *Diag-AID: A Diagnostic Aid for Medical Image Enhancement using Colour Coding and Modified Histogram Equalisation Techniques*. *International Journal of Medical Engineering and Informatics*, 3(3), 223-233.
- Rajendran, S., Nasir, S., Kusky, T. M., Ghulam, A., Gabr, S., & El-Ghali, M. A. (2013). *Detection of Hydrothermal Mineralized Zones Associated with Listwaenites in Central Oman using ASTER Data*. *Ore Geology Reviews*, 53, 470-488.
- Schölkopf, B., Smola, A., & Müller, K. R. (1998). *Nonlinear Component Analysis as a Kernel Eigenvalue Problem*. *Neural Computation*, 10(5), 1299-1319.
- USGS. (2010). *Porphyry Copper Deposit Model*. Scientific Investigations Report 2010-5070-B. USGS. Amerika Serikat.
- Youssef, A. M., Pradhan, B., Sabtan, A. A., & El-Harbi, H. M. (2012). *Coupling of Remote Sensing Data Aided with Field Investigations for Geological Hazards Assessment in Jazan Area, Kingdom of Saudi Arabia*. *Environmental Earth Sciences*, 65(1), 119-130.
- Zhou, J., Liu, L., Jiang, D., Zhuang, D., Mansaray L. R., dan Zhang B. (2013). *Targeting Mineral Resources with Remote Sensing and Field Data in the Xiemisitai Area, West Junggar, Xinjiang, China*. *Journal Remote Sensing*, 5(7), 3156-3171.

PENENTUAN BIDANG GELINCIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE DI KAWASAN GEOPARK MERANGIN

Ira Kusuma Dewi¹, Ichy Lucya Resta², dan Buhaira³

¹Program Studi Teknik Geofisika Universitas Jambi, Jl.Jambi-Ma. Bulian KM 15 Mendalo
Darat Jambi 36361, email; ierha.kd@gmail.com

²Program Studi Teknik Geofisika Universitas Jambi, Jl.Jambi-Ma. Bulian KM 15 Mendalo
Darat Jambi 36361 email:ichylucya@gmail.com

³Program Studi Agroteknologi Universitas Jambi, Jl.Jambi-Ma. Bulian KM 15 Mendalo Darat
Jambi 36361, email:

ABSTRACT

Landslide disaster could be happens at Geopark Merangin especially on the main access to Muara Karang Waterfall. Based on research, found that at the location of measurement, substrate layer structure consists of sandstone, clay stone and water. Sandstone resistivity ranged between 83 – 503 Ωm , clay stone resistivity ranged between 916-1670 Ωm and water content have the smallest resistivity, ranged between 25 -45,6 Ωm . At the measurement site, the landslide hazard is quite large due to the fact that the field of slip indicates the vulnerability to land movement. The existence of a very large height difference from each measurement path indicates that the measurement location is a very steep hill.

Keywords : Landslide Disaster, Geoelectrical Method, Konfiguration Dipole-Dipole

ABSTRAK

Bencana tanah longsor dapat terjadi pada daerah kawasan Geopark Merangin terutama pada jalur akses menuju Air Terjun Muara Karing. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pada lokasi pengukuran, struktur lapisan dibawah permukaan terdiri dari jenis batu pasir, batu lempung dan kandungan air. Nilai resistivitas dari batu pasir berkisar antara 83 – 503 Ωm , nilai resistivitas dari batu lempung adalah 916-1670 Ωm dan kandungan air dengan nilai resistivitas yang sangat kecil (25 -45,6 Ωm). Pada lokasi pengukuran bahaya tanah longsor cukup besar dikarenakan ditemukan bidang gelincir yang mengindikasikan rawan terhadap pergerakan tanah. Adanya perbedaan ketinggian yang sangat besar dari setiap lintasan pengukuran yang menunjukkan bahwa lokasi pengukuran merupakan perbukitan yang sangat curam.

Kata kunci : Bencana Tanah Longsor, Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole

1. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan perpindahan material pembentukan lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah atau material campuran yang bergerak ke bawah atau keluar dari lereng. Tanah longsor dapat terjadi karena faktor internal dan

eksternal. Faktor internal berasal dari daya ikat tanah dan batuan yang lemah, sedangkan faktor eksternal merupakan faktor yang memicu terjadi pergerakan tanah berupa sudut kemiringan lereng, perubahan kelembapan tanah dan tutupan lahan (Djauhari.2006),

Tanah longsor akan terjadi pada suatu daerah jika daerah tersebut merupakan lereng yang cukup terjal, memiliki bidang gelincir berupa lapisan dibawah permukaan yang permiabel dan lunak dan banyaknya air yang menjenuhi tanah yang berada diatas bidang gelincir (Supeno, 2008). Di Indonesia banyak terjadinya tanah longsor pada topografi yang terjal dengan sudut kemiringan lereng 15o – 45o pada batuan volkanik yang mengalami pelapukan akibat curah hujan yang tinggi (Naryanto, 2011), seperti pada daerah Kabupaten Merangin Provinsi Jambi. Lereng – lereng terjal di Kabupaten Merangin dapat ditemukan pada kawasan Geopark Merangin. Kawasan ini memiliki topografi wilayah yang bervariasi dengan ketinggian 100 m dpl hingga 3.805 m dpl dengan bentang alam rata-rata bergelombang hingga terjal. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana tahun 2010, indeks resiko bencana gerakan tanah di kawasan Merangin termasuk kategori sedang dan sepanjang tahun 2011, kawasan ini memiliki karakteristik curah hujan sedang dan lembab dengan rata-rata curah hujan mencapai 3.030 mm.

Pada musim hujan, air yang masuk ke dalam tanah akan menambah massa tanah yang dapat memicu perpindahan atau terjadinya ketidakstabilan gravitasi. Pada suatu daerah dapat terjadinya ketidakstabilan gravitasi jika daerah tersebut memiliki bidang gelincir pada struktur di bawah permukaan. Kandungan air dalam tanah sampai menembus bagian atau lapisan yang kedap air, yang merupakan bidang gelincir, menyebabkan tanah pelapukan yang berada diatas bidang gelincir akan bergerak mengikuti lereng.

Tanah longsor merupakan bencana alam geologi yang diakibatkan oleh geologi secara alami maupun tindakan manusia dalam mengelola lahan atau ruang hidupnya. bencana tanah longsor adalah dapat mengganggu tatanan letak dan ruang dari suatu wilayah, seperti pada kawasan Geopark Merangin, dimana tanah longsor dapat merusak tatanan dari kawasan ini yang digunakan sebagai kawasan konservasi dan penelitian dunia.

Kawasan Geopark Merangin secara geografis merupakan daerah perbukitan yang terdiri dari lereng yang terjal. Dengan kondisi tersebut kawasan Geopark Merangin memiliki tingkat resiko tanah longsor yang cukup besar. Terutama pada jalur akses menuju ke Air Terjun Muara Karing yang termasuk salah satu bagian dalam Kawasan Geopark Merangin.

Secara geologi regional, kawasan Geopark Merangin termasuk kedalam Formasi Kasai (QTK) dan Mengkarang. Dimana dalam formasi ini terdiri atas tuf, tuf berbatu apung dengan sisipan batu pasir tufan dan batu lempung tufan. Satuan batuan ini sangat rentan terhadap terjadinya tanah longsor. Apabila terjadi tanah longsor di

lokasi kawasan Geopark Merangin maka akan mengganggu proses Pengembangan Geopark Merangin.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian penentuan bidang gelincir dengan menggunakan metode geolistrik Tahanan jenis Konfigurasi Dipole-Dipole di Kawasan Geopark Merangin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui letak bidang gelincir menunjukkan terjadinya pergerakan tanah.

2. METODOLOGI

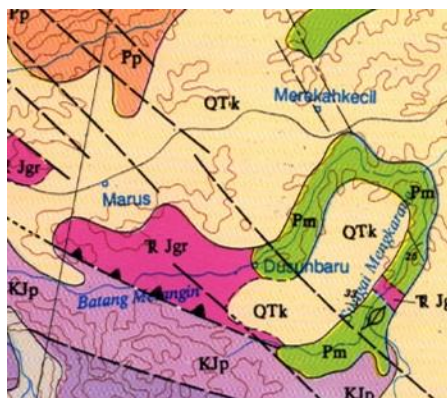
Lokasi penelitian dilakukan di Desa Muara Karing terutama pada jalan akses menuju air terjun Muara Karing. Air Terjun Muara Karing merupakan salah satu bagian dari Geopark Merangin. Jalan akses menuju kawasan tersebut merupakan perbukitan yang terjal. Penentuan bidang gelincir dapat dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Dipole-Dipole.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Geologi Regional

Peta Geologi Kawasan Geopark Merangin termasuk pada lembar Sarolangu. Berdasarkan peta geologi, Kawasan Geopark Merangin terdiri dari Formasi Mengkarang (Pm) dan Formasi Kasai (QTK) (Swarna, 1992). Formasi Mengkarang tersusun oleh batuan sedimen klastika berbutir halus sampai kasar bersisipan batuan klastika gunung api dan batuan karbonat. Satuan batuan ini berupa perselingan batupasir, batulanau, batulempung serpih, tuf dan konglomerat, pada umumnya terkesikkan serta terdapatnya sisipan batugamping dan batubara.

Formasi Kasai tersusun oleh tuf dan tuf berbatuapung (pumis); dengan sisipan batupasir, batulempung, dan batulanau, yang umumnya tufan; setempat ditemukan konglomerat, breksi tuf, serta sisipan lignit dan gambut; kayu tekersikkan sangat umum, dan oksida besi pada bagian bawah formasi. Tuf umumnya bersusunan asam (riolitan) dan seringkali terkaolinkan serta mengandung pumis berukuran antara 0,5 – 5 cm; umumnya berasosiasi dengan fosil kayu tekersikkan berdiameter sampai 1 meteran.



Gambar 1. Peta Geologi Lokasi Penelitian

3.2 Tanah Longsor

Menurut Skempton Dan Hutchinson 1969, tanah longsor adalah gerakan menuruni lereng oleh massa tanah atau batuan penyusun lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng.

Suatu batuan yang terletak di atas lereng akan mengalami gaya gravitasi (g) ke pusat bumi. Gaya gravitasi yang tegak lurus terhadap bidang (gp) akan menahan massa batuan berada pada bagian atas bidang gelincir. Sedangkan gaya gravitasi yang sejajar terhadap bidang (gt) akan menarik massa batuan menuruni lereng. Batuan akan tetap berada ditempatnya jika gaya penahan akan lebih besar terhadap gaya tarik. Batuan akan bergerak menuruni lereng jika gaya penahannya lebih kecil dari gaya tarik.

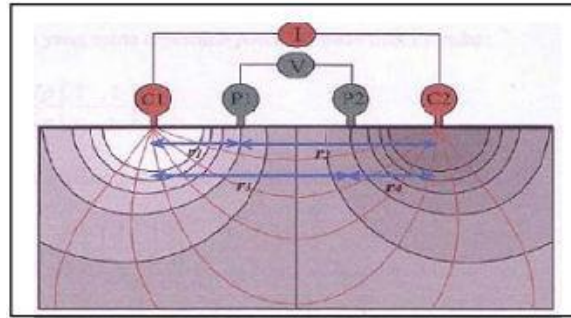
Beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi-kondisi geologi dan hidrogeologi, topografi, iklim dan perubahan cuaca dapat mempengaruhi kestabilan lereng yang mengakibatkan terjadinya longsor. Kriteria terjadinya tanah longsor adalah kelerengan yang cukup curam, terdapatnya bidang gelincir di bawah permukaan tanah yang jenuh air dan banyaknya kandungan air yang berasal dari air hujan meresap ke dalam tanah.

3.3 Metode Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik merupakan metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik dalam bumi dan bagaimana mendeteksinya dipermukaan bumi. Pengukuran geolistrik dengan metode tahanan jenis akan menghasilkan informasi perubahan variasi harga tahanan jenis baik arah lateral maupun vertical (Telford, 1990).

Prinsip metode geolistrik tahanan jenis adalah arus listrik searah DC yang diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan distribusi potensial yang dihasilkan diukur melalui dua buah elektroda potensial. Dalam metode ini akan menghasilkan informasi perubahan variasi harga tahanan jenis. Arus listrik yang diinjeksikan ke dalam bumi akan mengalir melalui lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan dan menghasilkan beda potensial yang harganya bergantung pada tahanan jenis (resistivity) dari batuan yang dilaluinya (Reynold, 1997).

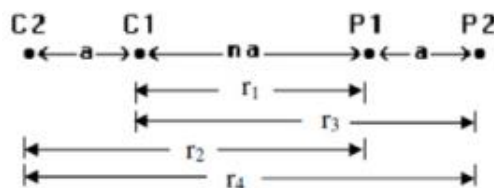
Perbedaan potensial antara dua titik yang ditimbulkan oleh kedua elektroda arus dapat ditentukan dengan cara meletakkan kedua elektroda potensial di dekat sumber (Gambar 2). Kedua elektroda arus dan elektroda potensial diletakkan dalam satu garis lurus (Telford, 1990).



Gambar 2. Susunan Elektroda pada Metode Geolistrik Tahanan Jenis

3.4 Konfigurasi Dipole-Dipole

Berdasarkan letak elektroda arus dan potensial maka metode geolistrik tahanan jenis dibagi dalam beberapa konfigurasi yaitu Wenner, Schlumberger, Pole-Dipole, Dipole-Dipole. Dua buah elektroda arus (C1 dan C2) dan dua buah elektroda potensial (P1 dan P2) diletakkan segaris dan dipasang berdekatan. Konfigurasi Dipole-Dipole memiliki spasi masing-masing elektroda tidak sama karena spasi antara elektroda arus C2 dan elektroda potensial P1 adalah na . Sedangkan jarak antara spasi elektroda arus maupun elektroda potensial adalah a .



Gambar 3. Susunan Elektroda Konfigurasi Dipole-Dipole.

3.5 Teknik Pengambilan dan Pengolahan Data

Teknik pengambilan data dalam penelitian ini adalah secara *mapping* (2D) dimana dapat memetakan struktur bawah permukaan secara lateral. Spasi masing-masing elektroda berbeda yaitu spasi antara elektroda arus C2 dengan elektroda potensial P1 adalah na sedangkan spasi antara kedua elektroda arus maupun kedua elektroda potensial adalah a . Nilai n ditetapkan mulai dari 1 sehingga spasi masing-masing elektroda sebesar a . Seluruh elektroda dengan spasi yang ditetapkan digeser ke kanan dengan jarak perpindahannya sebesar a . Pergeseran tersebut dilakukan pada sepanjang lintasan pengukuran. Selanjutnya dilakukan pergeseran n sampai 6 spasi antara elektroda potensial tetap. Perbesaran elektroda potensial juga dilakukan sampai spasi antara elektroda potensial menjadi $3a$ (Loke, 1995).

Data yang diperoleh dari pengukuran geolistrik tahanan jenis adalah beda potensial (V) dan arus listrik (I). Data tersebut kemudian diolah sehingga menghasilkan nilai tahanan jenis semu. Nilai tahanan jenis semu untuk konfigurasi dipole-dipole adalah

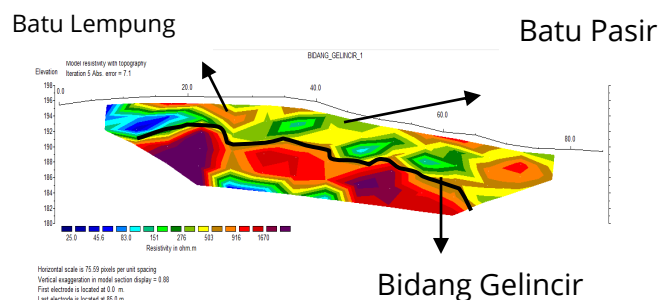
Error! Reference source not found. (1)

Data yang diperoleh dari pengukuran geolistrik berupa titik *sounding* yang terletak diantara potensial. Kumpulan titik data yang diperoleh dari lapangan digambarkan dalam *pseudosection*.

Untuk mengetahui model penyebaran resistivitas sekitar lokasi pengukuran (kondisi bawah permukaan di daerah penelitian) dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* RES2DINV versi 3.54.54. *Software* Res2dinv adalah program komputer yang akan menentukan model resistivity 2D untuk data dibawah permukaan yang dihasilkan dari pengamatan *electrical imaging* secara otomatis (Griffiths and Barker, 1993).

3.6 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan dengan menggunakan *software* RES2DINV diperoleh model pseudosection yang menggambarkan struktur lapisan di bawah permukaan. Pada lintasan 1, dari model 2D terdapat bidang gelincir yang terdapat pada kedalaman 6 meter. Bidang gelincir tersebut ditandai adanya lapisan yang memiliki nilai tahanan jenis tinggi yang berada dibawah dari lapisan yang memiliki nilai tahanan jenis sedang. Bidang gelincir terletak di antara lapisan batu pasir yang dengan batu lempung. Lapisan batu pasir memiliki resistivitas antara 151 - 503 ohm meter dan batuan lempung dengan resistivitas yang tinggi sekitar 916 ohm meter. Di atas permukaan terdapat jenis lempung yang bercampur batu pasir dan terdapat retakan. Apabila terjadi hujan, air akan masuk melalui lapisan batu pasir yang bercampur dengan batu lempung sehingga air tersebut terperangkap pada batu pasir yang ditandai warna biru muda dengan nilai resistivitas 83 ohm meter. Pada kedalaman 6 meter ditemukan sebuah batuan metasedimen dengan nilai resistivitas tinggi yaitu 1670 ohm meter.

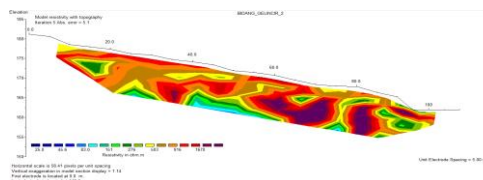


Gambar 4. Model 2D Hasil Pengukuran Lintasan Pertama

Pada lintasan 2, hasil model 2D Dari model pseudosection tidak ditemukan dengan jelas bidang gelincir dimana batas lapisan yang bernilai resistivitas sedang dengan lapisan yang bernilai resistivitas tinggi. Hal ini dikarenakan kondisi dibawah permukaannya tersusun dari jenis batuan lempung dengan nilai resistivitas besar berkisar 916 dan batuan metasedimen dengan nilai resistivitas yang besar sekitar

1670 Ωm . Selain itu terdapat jenis batu pasir dengan nilai resistivitas sedangkan berkisar 83 – 503 Ωm (ditunjukkan dengan warna hijau muda sampai kuning).

Pada lintasan kedua merupakan lereng yang sangat curam. Hal ini terlihat dari perbedaan ketinggian dari 162,5 sampai 182 meter. Pada lintasan 2, terlihat bahwa jenis batuan yang lebih dominan merupakan batuan lempung. Oleh karena itu pada lintasan 2 kemungkinan terjadinya bahaya longsor cukup besar.



Gambar 5. Model 2D Hasil Pengukuran Lintasan Kedua

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Kemungkinan terjadinya tanah longsor cukup besar pada lokasi jalan menuju ke Air Terjun Muara Karing yang terdapat dalam kawasan Geopark merangin.
2. Pada lintasan pengukuran ditemukan bidang gelincir yang terletak diantara lapisan yang mempunyai resistivitas rendah dengan lapisan resistivitas tinggi.
3. Pada hasil pengukuran terdapat lapisan perselingan batu pasir dan lempung yang berada diatas bidang gelincir dan lapisan perselingan metasedimen dengan batuan lempung.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Djauhari Noor. 2006. *Geologi Lingkungan*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Griffiths, D.H, and R.D. Barker., 1993. Two Dimensional Resistivity Imaging nad Modelling in Areas of Complex Geology, *Journal of Applied Geophysics*, V.29., p.211-226.
- Loke,M.H., and Barker,R.D.. 1995. *Least Square Deconvolution of Apparent Resistivity Data*. Unpubl. Ph.D.thesis,Un. Of Birmingham (U.K).
- Reynolds, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*.hlm 418. Jhon Wiley & Sons Ltd. Chichester.
- Telford. 1990. *Applied Geophysics*. 2nd Edition. Cambridge University Press. New York.
- Swarna,N.dkk,1992, *Peta Geologi Lembar Sarolangun*, skala 1:250.000. Proyek Pemetaan Geologi dan Interpretasi Foto Udara Bidang Pemetaan Geologi. Puslitbang Geologi.

- Supeno, Nurul, P., Gusfan,H. 2008. *Penentuan Struktur Bawah Permukaan Daerah Rawan Lonsor Berdasarkan Interpretasi Data Resistivitas*. Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember.

STUDI POTENSI KAWASAN EDUWISATA SUNGAI (STUDI KASUS: HULU DAS ASAHAN, KABUPATEN ASAHAN, SUMATERA UTARA)

Sylvia Aldriani¹, Johan Budi Andra²

¹Pengajar Geografi, Ganesha Operation Kisaran, Jl. Sisingamangaraja No.318, Asahan, Indonesia, email; syl11192@gmail.com

²Mahasiswa Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Pasar Lima Medan Estate 20221, Email: johanbudiandra@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to identification a potential nature tourism as edutourism area in Asahan upstream watershed and made a distribution map of potential edutourism area in Asahan upstream watershed. Population is Asahan upstream watershed. Data collection technique is survey techniques and documentary study. Data management techniques is descriptive. The indicator to identification edutourism potential was physics potential and distribution map with data of distribution tourism as potential edutourism. Physics condition in Asahan upstream watershed was facilities and infrastructure for residence was inadequate, while for edutourism too. Nature condition was tourism location was strategic as Asahan and Toba Samosir path; hydrology condition was river and waterfall; geology condition was tuff toba; land use was rice fields, plantation, and accessibility condition was strategic as Toba Samosir and Asahan path. Potential visitors was Ponot Waterfall, Sigura-Gura Dam, Siarimo Waterfall, Asahan River, Asahan Hydroelectric Power Plant Station, and Batu Rangin Waterfall.

Keywords : Potential area, Edutourism, Asahan River

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi wisata alam berpotensi sebagai kawasan eduwisata di Hulu DAS Asahan dan memetakan sebaran potensi kawasan eduwisata di Hulu DAS Asahan. Populasi dalam penelitian ini adalah Hulu DAS Asahan. Teknik pengumpulan data dengan teknik survey dan studi dokumenter. Teknik pengolahan data secara deskriptif. Instrumen untuk mengidentifikasi potensi eduwisata adalah kondisi fisik dan memetakan sebaran potensi dengan data persebaran wisata berpotensi eduwisata. Kondisi fisik DAS Asahan adalah sarana dan prasarana untuk pemukiman kurang memadai sedangkan untuk eduwisata belum memadai. Kondisi alam adalah letak wisata strategis di jalur Kabupaten Toba Samosir dan Kabupaten Asahan; kondisi hidrologi terdapat Sungai Asahan; kondisi geologi hasil tuff toba; penggunaan lahan sawah dan perkebunan. Kondisi aksesibilitas adalah lokasi strategis karena jalur Kabupaten Toba Samosir dan Kabupaten Asahan. Potensi pengunjung adalah Air Terjun Ponot, Bendungan Sigura-Gura, Air Terjun Siarimo, Sungai Asahan, Gardu PLTA Asahan, Air Terjun Batu Rangin.

Kata kunci : Potensi Area, Eduwisata, Sungai Asahan

1. PENDAHULUAN

Menurut Tkachuk (dalam Akmedhova, 2016) *Edutourism (Educational Tourism)* adalah sebuah perjalanan, setelah wisatawan mengkombinasikan waktu luang dan belajar, seperti: menghadiri kelas, arahan untuk mengembangkan keterbatasan pengetahuan, memuaskan keingintahuan, dan mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan uraian tersebut perjalanan berbasis pembelajaran bertujuan untuk bermacam-macam pembelajaran dan melengkapi sarana belajar, terkhususnya permintaan media pembelajaran, hasil produk wisata (pembelajaran dan buah tangan), keramahan pemandu dan masyarakat lokal, serta siklus dan kelanjutan pengembangan dari peminat wisata berbasis edukasi. Menurut Ritchie (dalam Akhmedhova, 2016) menyatakan wisata berbasis edukasi adalah produk, proses dan fungsi. Sebagai produk, menghasilkan pengalaman (seperti tingkat universitas untuk pertukaran pelajar). Sementara proses atau fungsi berfokus pada cara pembelajaran yang tidak berakhir seperti mengembangkan fokus terhadap penguasaan dan meningkatkan pengetahuan yang telah dimiliki.

Potensi wisata eduwisata terlihat di Hulu DAS Asahan, Kabupaten Asahan yang didominasi dengan wisata alam. Kawasan Hulu DAS Asahan berada di Kecamatan Pohon Merant, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Sumber daya pariwisata alam meliputi aliran Sungai Asahan, Air Terjun Ponot, Air Terjun Batu Rangin, Air Terjun Siarimo, Bendungan Sigura-gura, dan Gardu PLTA Asahan. Sumber daya pariwisata sosial meliputi adat istiadat, keberagaman suku seperti suku melayu, jawa, dan batak toba, mata pencarian, dan bentuk pemukiman.

Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi potensi (potensi alam dan potensi pengunjung) kawasan eduwisata di Hulu DAS Asahan dan memetakan sebaran daerah potensi eduwisata di Hulu DAS Asahan.

2. METODOLOGI

Alat-alat yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah GPS, kamera digital, alat tulis, dan *Google Earth Pro*. Bahan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah Peta DAS Asahan dan citra persebaran lokasi potensi eduwisata.

Teknik pengumpulan data, yaitu observasi langsung dengan observasi di lokasi penelitian. Survei untuk menemukan potensi eduwisata di Hulu DAS Asahan untuk memetakan sebaran potensi eduwisata. Studi dokumenter untuk pengambilan data-data yang dibutuhkan dari instansi yang terkait yaitu *Google Earth*. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ialah wisata alam yang berpotensi sebagai wisata berbasis pendidikan, akses menuju tempat wisata, dan potensi pengunjung.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif. Data diperoleh dari hasil observasi lapangan yang berpotensi menjadi wisata berbasis pendidikan, akses menuju ke tempat wisata, dan potensi

pengunjung. Sebaran potensi eduwisata dipetakan setelah menyelesaikan observasi potensi eduwisata.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengumpulan data dengan observasi langsung untuk menemukan daerah berpotensi menjadi kawasan wisata edukasi. Kawasan wisata berpotensi secara fisik (alam) dan non fisik (kependudukan). Wisata edukasi menurut Tkachuk (dalam Akmedhova, 2016) *Edutourism (Educational Tourism)* adalah sebuah perjalanan, setelah wisatawan mengkombinasikan waktu luang dan belajar, seperti: menghadiri kelas, arahan untuk mengembangkan keterbatasan pengetahuan, memuaskan keingintahuan, dan mencapai tujuan pembelajaran.

3.1 Potensi Eduwisata Sungai Asahan

Wisata alam yang berpotensi sebagai potensi eduwisata ialah Sungai Asahan, Air Terjun Ponot, Air Terjun Baturangin, Air Terjun Siarimo, Bendungan Sigura-gura, dan Gardu PLTA Asahan.

3.1.1 Sungai Asahan

Sungai Asahan berpotensi sebagai arena olahraga dan laboratorium alam. Sungai Asahan bersama FAJI (Federasi Arung Jeram Indonesia) telah melakukan kerjasama untuk mengembangkan potensi ini dengan mengadakan Asahan Whitewater Festival 2007. Keadaan wisata olahraga ini mulai banyak di promosikan di media sosial seperti pemilik akun instagram *@riverasahanrafting* dan FAJI.



Gambar 1. Sungai Asahan, Kabupaten Asahan

3.1.2 Air Terjun Ponot

Air Terjun Ponot berpotensi sebagai laboratorium fisik dan sosial. Potensi fisik seperti pembelajaran geomorfologi air terjun, geologi, biogeografi, hidrologi, geografi, sedangkan potensi secara sosial seperti pola pemukiman, mata pencarian, adat istiadat. Air Terjun Ponot dikelola oleh BUMDes (Badan Usaha Milik Desa) Mekar Sari Desa Tangga. Keadaan wisata ini kurang tertata rapi karena

warung yang didirikan sembarangan, pembiayaan tiket masuk yang cukup mahal, dan pemeliharaan lokasi wisata yang kurang seperti pengawas kebersihan.



Gambar 2. Air Terjun Ponot, Kabupaten Asahan

3.1.3 Air Terjun Siarimo

Air Terjun Siarimo berpotensi sebagai sarana *outbond* seperti *flying fox* dan naik sampan berkeliling kolam air terjun. Potensi pembelajaran sains seperti hidrologi, geologi, geografi, biogeografi, geomorfologi, dan konservasi. Air terjun ini memiliki debit air yang lebih kecil dari Air Terjun Ponot yang berjarak sekitar 1 kilometer. Potensi olahraga panjat tebing karena struktur batuannya keras, memiliki sudut hingga 90^0 , dan celah tebing yang dapat dijadikan pegangan. Wisata ini telah dibangun tangga dari tempat parkir ke kolam air terjun, pos wisata, dan kamar mandi. Fasilitas tersebut belum beroperasi maksimal karena kurangnya minat pengunjung dan promosi wisata. Air terjun ini kurang pengelolaan karena akses menuju tempat ini masih jalan batu padas lepas sehingga musim hujan menyebabkan jalanan licin.



Gambar 3. Air Terjun Siarimo, Kabupaten Asahan

3.1.4 Air Terjun Batu Rangin

Air Terjun Batu Rangin berpotensi sebagai kolam pemandian dan pembelajaran sains seperti hidrologi, biogeografi, geologi, konservasi, dan geomorfologi. Air terjun ini sekitar 1 km dari jalan utama dan melewati hutan serta jalan setapak. Debit air kecil di Air Terjun Batu Rangin. Air Terjun Batu Rangin belum dikelola oleh pihak swasta maupun pemerintah. Pengunjung datang ke wisata ini dari mulut ke mulut karena kurang dipromosikan oleh masyarakat sekitar. Area ini dihuni monyet yang berkeliaran bebas.



Gambar 4. Air Terjun Batu Rangin, Kabupaten Asahan

3.1.5 Bendungan Sigura-Gura

Bendungan Sigura-gura dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dibangun oleh PT. Inalum (Indonesia Aluminium). Bendungan berpotensi sebagai media pembelajaran cara kerja air dibendungan diubah menjadi tenaga listrik sebagai sumber energi alternatif dan terbarukan. Pembelajaran dapat dilakukan dengan izin kunjungan memasuki area, membuat plang keterangan wilayah bendungan, dan pemasangan tanda bahaya.



Gambar 5. Bendungan Sigura-Gura

3.1.6 Gardu PLTA Asahan

Gardu Induk PLTA Sigura-Gura Tangga merupakan pemasok tenaga listrik di Sumatera Utara. PLTA ini memanfaatkan Bendungan Sigura-Gura sebagai sumber daya dan debit aliran Sungai Asahan. Gardu PLTA berpotensi sebagai pembelajaran pemanfaatan air sungai sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan ancaman bencana di area PLTA.



Gambar 6. Gardu Induk PLTA Asahan

3.2 Sebaran Potensi Eduwisata Sungai Asahan

Potensi lokasi eduwisata Hulu DAS Asahan ialah jenis wisata hidrologi yang terdiri dari sungai, PLTA, dan air terjun. Potensi tersebut berlokasi di Sungai Asahan, Air Terjun Ponot, Air Terjun Baturangin, Bendungan Sigura-gura, dan Gardu PLTA Sigura-gura. Potensi dapat dimanfaatkan untuk kegiatan berolahraga, penelitian sains (biologi, ekologi, geomorfologi, sosial, dan geologi), dan wisata air. Peta sebaran potensi Hulu DAS Asahan pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Potensi Hulu DAS Asahan

4. KESIMPULAN

Potensi lokasi eduwisata Hulu DAS Asahan ialah jenis wisata hidrologi yang terdiri dari sungai, PLTA, dan air terjun. Potensi tersebut berlokasi di Sungai Asahan, Air Terjun Ponot, Air Terjun Siarimo, Air Terjun Baturangin, Bendungan Sigura-gura, dan Gardu PLTA Sigura-gura. Hulu DAS Asahan merupakan satuan batuan Tuff Toba. Penggunaan lahan di Hulu DAS Asahan meliputi sawah, perkebunan, pemukiman, dan bendungan. Akses menuju ke lokasi wisata merupakan kawasan strategis yang di lalui jalur Asahan – Toba Samosir. Wisata yang berpotensi menarik perhatian pengunjung ialah Sungai Asahan, Air Terjun Ponot, Air Terjun Siarimo, Air Terjun Baturangin, Bendungan Sigura-gura, dan Gardu PLTA Asahan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BPDASHL., 2016, Peta DAS Asahan Toba (DAS 15 Prioritas) BPDASHL Asahan Barumon, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta Pusat.
- Gunardi, Gugun., 2010, Identifikasi Potensi Kawasan Wisata Kali Pasir Kota Tangerang, Jurnal Planesa, Vo. 1 No. 1, Mei 2010.
- Kusumawardhani, Anggi., 2009, Daerah Aliran Sungai Asahan, https://staff.blog.ui.ac.id/tarsoen.waryono/files/2009/12/das_asahan_-anggikusumawardhani.pdf (diakses pukul 0:36, Agustus 2017).
- O, Akhmedova. O., 2016, Educational Tourism: Defining The Concept, Repository KhNUE, Ukraine.

IDENTIFIKASI KEJADIAN HUJAN ES MENGGUNAKAN CITRA RADAR DAN SATELIT CUACA

**Aries Kristianto¹, Immanuel Jhonson Arizona Saragih^{1,2}, Gabriella Larasati¹,
dan Kartika Akib¹**

¹Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jl.
Perhubungan I No. 5, Pondok Betung, Tangerang Selatan - 15221, Indonesia, email:
aries4stmkg@gmail.com

²Pengamat Meteorologi, Stasiun Meteorologi Kualanamu, Jl. Tengku Heran Desa Kebun
Kelapa, Lubuk Pakkam, Deli Serdang - 15221, Indonesia, email:
immanuel.saragih@bmqg.go.id

ABSTRACT

Hail is one of the most difficult hydro-meteorological disasters to forecast. The best method for detecting hail events is to use radar and weather satellite imagery analysis. Radar and satellite are remote sensing methods that have different observation principles. Radar imagery and weather satellites are commonly used for now-casting forecast. One method of identifying hailstorms using weather radar images is the Severe Hail Index (SHI) method. The radar image parameters analysed are SHI, Possibility of Severe Hail (POSH), and Maximum Expected Hail Size (MEHS). Satellite weather imagery data is used to analyse temporally (time series) and spatial cloud temperature variations. This study analyses the occurrence of hail in Surabaya and Jakarta. The results show that radar images and weather satellites can identify hail events in Surabaya and Jakarta. Weather radar images detect hail events at -20°C. On the other hand, satellite imagery detects the occurrence of hail at cloud peak temperatures of less than -60°C.

Keywords : overtopping, piping, QPMF, inundation, flood hazard categories

ABSTRAK

Hujan es (hail) merupakan salah satu bencana hidrometeorologis sulit diprakirakan karena berlangsung cepat. Metode terbaik untuk mendeteksi kejadian hujan es adalah menggunakan analisis citra radar dan satelit cuaca. Radar dan satelit merupakan metode penginderaan jauh (remote sensing) yang memiliki prinsip pengamatan yang berbeda. Citra radar dan satelit cuaca umumnya digunakan untuk prakiraan jangka pendek (nowcasting). Salah satu metode indentifikasi kejadian hujan es menggunakan citra radar cuaca adalah metode Severe Hail Index (SHI). Parameter citra radar yang dianalisis diantaranya adalah nilai SHI, Possibility of Severe Hail (POSH), dan Maximum Expected Hail Size (MEHS). Data citra satelit cuaca digunakan untuk menganalisis variasi suhu puncak awan secara temporal (time series) dan spasial. Dalam kajian ini dilakukan analisis kejadian hujan es di wilayah Surabaya dan Jakarta. Hasil kajian menunjukkan bahwa citra radar dan satelit cuaca dapat mengidentifikasi kejadian hujan es di wilayah Surabaya dan Jakarta. Citra radar cuaca mendeteksi kejadian hujan es pada ketinggian -20°C. Di lain sisi, citra satelit mendeteksi kejadian hujan es pada suhu puncak awan kurang dari -80°C.

Kata kunci : overtopping, piping, QPMF, genangan, kategori bahaya banjir

1. PENDAHULUAN

Hujan es (hail) merupakan presipitasi yang berbentuk batu es tak beraturan dengan diameter sekitar 5 mm yang terbentuk dari awan konvektif, biasanya awan Cumulonimbus (Tjasyono, 2004). Fenomena hujan es sebenarnya bukan fenomena cuaca yang baru di Indonesia, namun intensitasnya masih kurang. Hujan es bersifat lokal, tidak merata, terjadi sangat mendadak, dan sulit diperkirakan (Fadholi, 2012).

Fenomena hujan es yang terjadi secara mendadak ini sering kali mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit bagi masyarakat, misalnya kerusakan pada bangunan maupun lahan pertanian. Berdasarkan peraturan Kepala BMKG Nomor Kep. 009 tahun 2010 tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan desiminasi Informasi Cuaca Ekstrem, hujan es termasuk dalam kategori cuaca ekstrem.

Analisis suatu kejadian fenomena cuaca ekstrem perlu dilakukan sebagai langkah awal dalam memprediksi cuaca ekstrem tersebut kedepannya, sehingga dapat mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan. Untuk mendeteksi potensi terjadinya hujan es ada beberapa alat, yaitu menggunakan data radiosonde, data satelit, dan data radar. Karena kejadian hujan es yang berlangsung cepat maka metode yang paling tepat digunakan adalah dengan menggunakan data radar.

Salah satu jenis radar yang dapat digunakan untuk memprediksi hujan es adalah radar single-polarization. Dalam menggunakan data radar single-polarization untuk estimasi hujan es ini sendiri ada beberapa metode yang dapat diterapkan, yaitu metode CAPPI, metode maxPPI, metode Auer, metode Waldvogel, metode Echotop, metode Severe Hail Index (SHI), metode Vertically Integrated Liquid (VIL), dan metode VIL density (Holleman, 2001).

Pemanfaatan data radar ini diharapkan dapat mendeteksi kondisi atmosfer sebelum terjadi maupun saat terjadinya hujan es di Indonesia, sehingga dapat dijadikan peringatan dini guna mengantisipasi dampak buruk yang diakibatkan.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Wilayah yang dikaji pada penelitian ini adalah wilayah Surabaya dan Jakarta. Lokasi penelitian didasarkan pada data radar yang teramati oleh dua radar cuaca, yaitu radar cuaca Stasiun Meteorologi Kelas I Juanda - Surabaya yang terletak di Desa Pranti, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur dan radar cuaca Stasiun Meteorologi Kelas I Soekarno-Hatta - Cengkareng, Kota Tangerang, Provinsi Banten. Kejadian hujan es tanggal 20 Februari 2014 dan 20 Februari 2015 terjadi di Surabaya dan hujan es tanggal 22 April 2014 terjadi di Jakarta.

2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah POSH (Posibility of Severe Hail) dalam satuan persen (%) dan dihitung dengan rumus data radar cuaca volumetrik yang kemudian diolah menjadi data reflektivitas, data radiosonde, data satelit, dan data model reanalysis European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF).

2.3 Metode Penelitian

Ada beberapa indeks yang dihasilkan, yaitu SHI untuk indeks hujan es, POSH sebagai nilai probabilitas hujan es, dan MEHS sebagai nilai prakiraan ukuran maksimum hailstone (Witt, dkk., 1998).

Indeks SHI bergantung pada nilai fluks energi kinetik hujan es, nilai reflektivitas awan, dan nilai ketinggian temperatur 0°C dan -20°C yang kemudian diintegrasikan dari ketinggian freezing level hingga tinggi puncak awan. Indeks SHI dihitung dalam satuan J/m.detik dan dirumuskan sebagai berikut.

$$SHI = 0,1 \int_{H_0}^{H_T} W_T(H) \dot{E} dH \quad (1)$$

dengan H_0 adalah freezing level dalam meter, H_T adalah tinggi puncak awan dalam meter, $W_T(H)$ adalah temperature-based weighting function, dan \dot{E} adalah fluks energi kinetik hujan es. Nilai $W_T(H)$ dirumuskan sebagai berikut.

$$W_T(H) = \begin{cases} 0; & \text{untuk } H \leq H_0 \\ \frac{H - H_0}{H_{m20} - H_0}; & \text{untuk } H_0 < H < H_{m20} \\ 1; & \text{untuk } H \geq H_{m20} \end{cases} \quad (2)$$

dimana H adalah ketinggian inti sel awan dilihat dari ketinggian maksimum profil reflektivitas 45 dBZ, dan H_{m20} adalah ketinggian suhu -20° C. Sedangkan nilai flux energi kinetik hujan es (\dot{E}) dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\dot{E} = 5 \times 10^{-6} \times 10^{0,084Z} W(Z) \quad (3)$$

$$W(Z) = \begin{cases} 0; & \text{untuk } Z \leq Z_L \\ \frac{Z - Z_L}{Z_U - Z_L}; & \text{untuk } Z_L < Z < Z_U \\ 1; & \text{untuk } Z \geq Z_U \end{cases} \quad (4)$$

dimana Z adalah reflektivitas maksimum, Z_L adalah batas bawah reflektivitas (40 dBz) dan Z_U adalah batas atas reflektivitas (50 dBZ). Nilai reflektivitas maksimum ditentukan melalui analisis produk CMAX (Z).

Nilai SHI kemudian dibandingkan dengan nilai Warning Threshold (WT) sebagai batas ambang prediktor kejadian hujan es yang merupakan fungsi dari ketinggian freezing level. Lokasi dengan nilai SHI yang lebih besar daripada nilai WT adalah lokasi dimana kejadian hujan es terjadi. Nilai WT dan SHI kemudian digunakan untuk menghitung nilai POSH dan nilai MEHS yang dirumuskan. WT, POSH, dan MEHS dirumuskan sebagai berikut.

$$WT = 57,5H_0 - 121 \quad (5)$$

$$POSH = 29 \ln \left(\frac{SHI}{WT} \right) + 50 \quad (6)$$

$$MEHS = 2,54 SHI^{0,5} \quad (7)$$

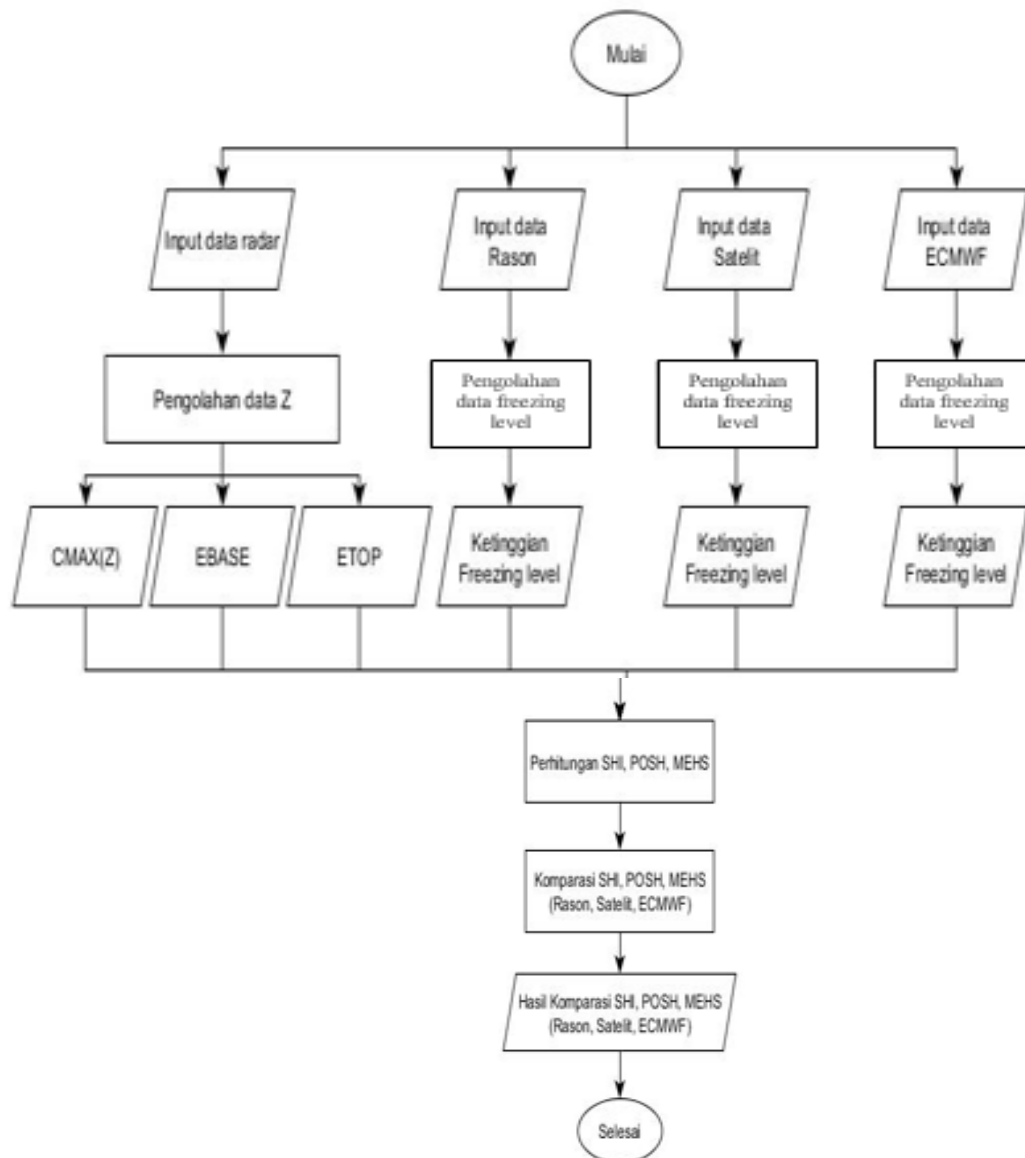
Teknik pengolahan data pada penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

- a. Mengolah data volumetric reflectivity menjadi produk CMAX (Z), EBAS dengan batas ambang 46 dBZ, serta produk ETOP.
- b. Mengonversikan produk CMAX (Z), EBAS, dan ETOP menjadi format .nc menggunakan aplikasi Rainbow 5.40.1.
- c. Menentukan ketinggian temperatur -20°C (Hm20) dan freezing level (H0) berdasarkan analisis radiosonde menggunakan aplikasi Raob 5.7, analisis freezing level melalui data satelit menggunakan aplikasi SATAID, dan ketinggian freezing level melalui data model reanalysis ECMWF. Melakukan estimasi kejadian hujan es menggunakan indeks SHI (persamaan 1) dan WT (persamaan 5) berdasarkan data radar dalam format .nc dan data ketinggian freezing level berdasarkan radiosonde, satelit, dan model reanalysis ECMWF menggunakan aplikasi GrAds. Algoritma SHI ditulis dalam bahasa script GrAds.
- d. Menghitung POSH dan MEHS.

Hasil pengolahan data dilanjutkan dengan analisis data sebagai berikut:

- a. Menganalisis perbedaan hasil perhitungan SHI pada masing-masing nilai ketinggian freezing level yang ditentukan (berdasarkan radiosonde, satelit, dan model reanalysis ECMWF). Lokasi dimana nilai SHI lebih besar daripada nilai WT adalah lokasi dimana hujan es diestimasi terjadi. Hasil perbedaan perhitungan SHI yang dianalisis adalah luas areanya.
- b. Verifikasi area estimasi kejadian hujan es berdasarkan hasil perhitungan SHI dengan lokasi kejadian hujan es yang terdapat pada pemberitaan media.
- c. Menentukan nilai ketinggian freezing level yang paling tepat untuk menghitung nilai SHI.

2.4 Diagram Alir Penelitian

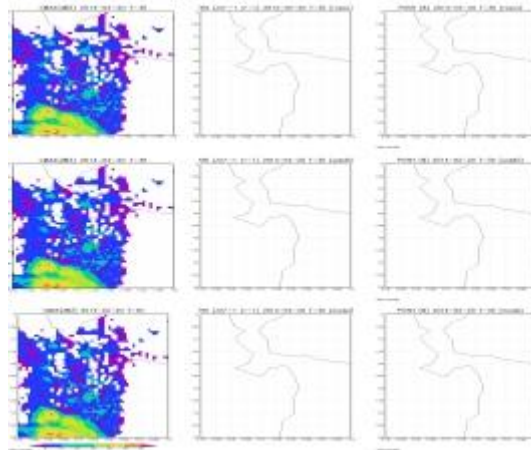


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

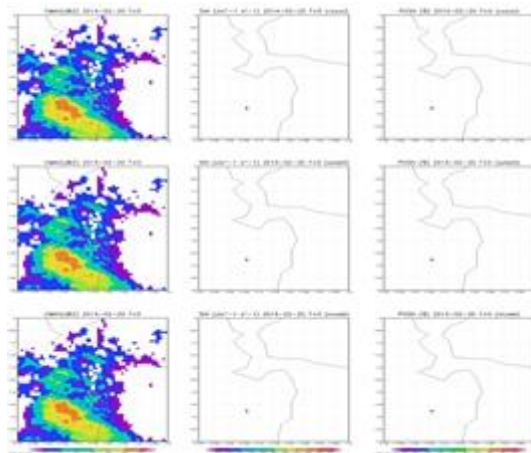
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hujan Es Tanggal 20 Februari 2014 di Surabaya

Analisis kejadian dilakukan mulai dari tiga puluh menit sebelum kejadian. Pada analisis ditampilkan perbandingan perhitungan SHI tiga puluh menit sebelum dan saat kejadian pada masing-masing nilai freezing level yang ditentukan berdasarkan radiosonde, satelit, dan model reanalisis ECMWF.



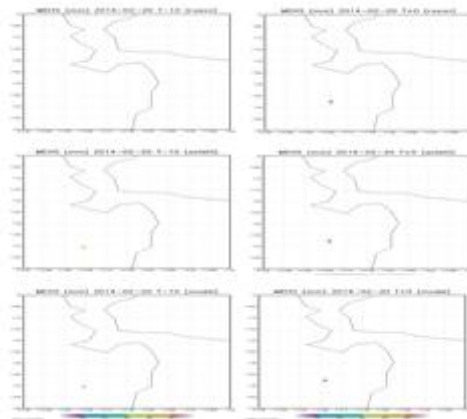
Gambar 2. Distribusi Spasial Nilai Reflectivitas, SHI, dan POSH. Dari kiri ke kanan yaitu rason, satelit, dan model; dari atas ke bawah yaitu 30 menit sebelum kejadian (T-30)



Gambar 3. Distribusi Spasial Nilai Reflectivitas, SHI, dan POSH. Dari kiri ke kanan yaitu rason, satelit, dan model; dari atas ke bawah yaitu pada saat kejadian (T+0)

Tiga puluh menit sebelum kejadian awan konvektif yang cukup signifikan tampak disebelah selatan Surabaya. Potensi hujan es masih belum tampak pada peta, hal ini disebabkan hasil perhitungan SHI dan POSH pada radiosonde, satelit, maupun model reanalysis yang memenuhi ambang batas berada di luar wilayah yang dibatasi.

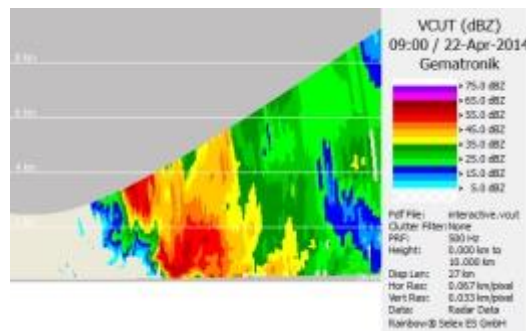
Hasil perhitungan SHI dan POSH saat kejadian pada radiosonde, satelit, serta model reanalysis memenuhi syarat ambang batas, sehingga potensi hujan es dapat ditampilkan dan tampak pada wilayah yang sama. Pada satelit dan model reanalysis wilayahnya tampak bergeser kearah utara bila dibandingkan dengan sepuluh menit sebelumnya. Nilai SHI yang didapatkan mencapai 200 J/m.detik dan nilai POSH mencapai 100%.



Gambar 4. Nilai MEHS pada T-10 dan T+0

Lokasi berpotensi hujan es yang terdeteksi berbeda dengan lokasi hujan es sebenarnya, lokasi terdeteksi berada di sebelah Barat Daya dari lokasi yang sebenarnya.

3.2 Hujan Es Tanggal 22 April 2014 di Jakarta

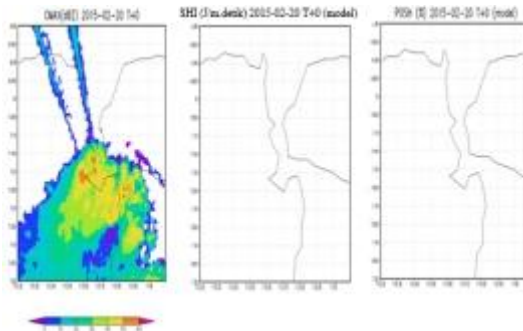


Gambar 5. Penampang Vertikal Awan

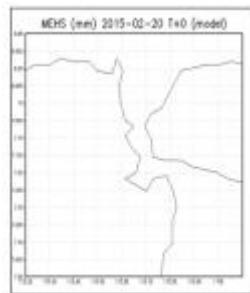
Potensi hujan es tidak dapat ditampilkan karena hasil perhitungan SHI dan POSH pada radiosonde, satelit, maupun model reanalysis tidak memenuhi syarat ambang batas. Hasil yang tidak memenuhi syarat ini disebabkan radar tidak mampu mencakup ketinggian puncak awan secara keseluruhan karena letak awan

terlalu dekat dengan radar, dimana ketinggian puncak awan yang tampak pada data radar hanya sekitar 4 km.

3.3 Hujan Es Tanggal 20 Februari 2015 di Surabaya



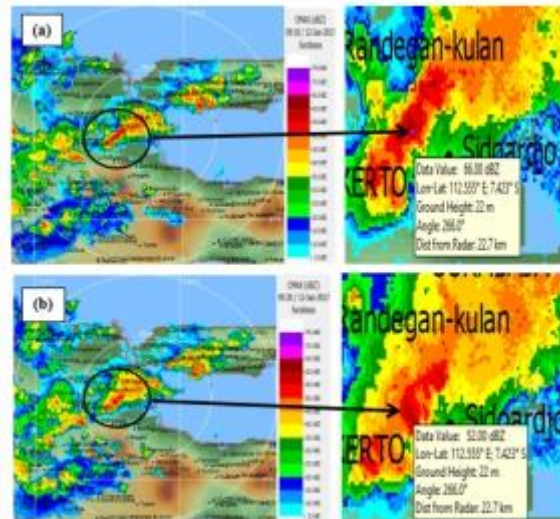
Gambar 6. Distribusi spasial nilai reflectivity, SHI, dan POSH (kiri ke kanan) pada saat kejadian (T+0)



Gambar 7. Nilai MEHS pada saat kejadian (T+0)

3.4 Hujan Es Tanggal 12 Januari 2017 di Surabaya

Pada Gambar 8 terlihat pertumbuhan sel konvektif yang terpantau radar di wilayah Sidoarjo lokasi dilaporkan terjadinya hujan es. Di wilayah tersebut terlihat awan konvektif yang tersebar sangat luas, dengan nilai reflectivity mencapai 50 - 66 dBZ pada pukul 09.10 UTC (16.10 WIB). Nilai tersebut menunjukkan adanya aktivitas konveksi yang kuat, mengindikasikan terjadinya hujan es.

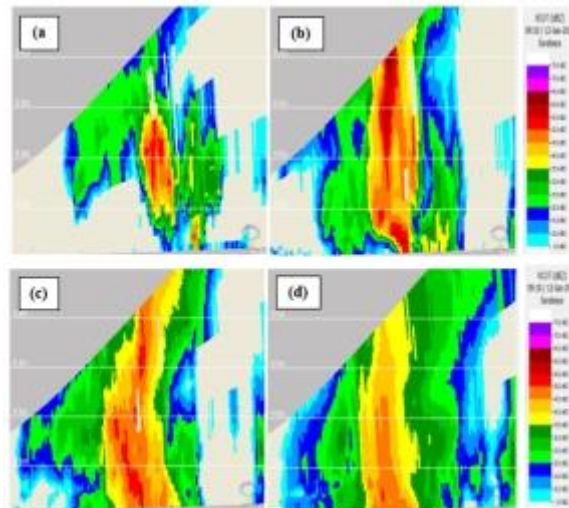


Gambar 8. Penampakan Produk CMAX; (a) 09.10 UTC dan (b) 09.20 UTC



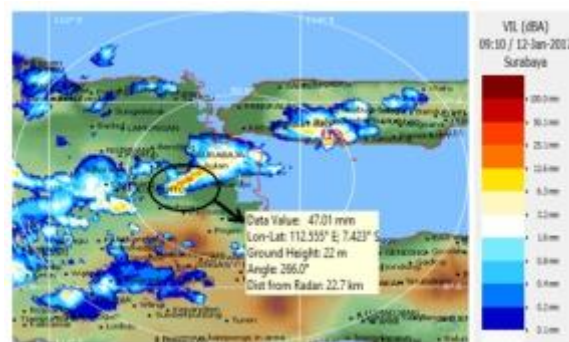
Gambar 9. Grafik Perkembangan Nilai dBZ

Berdasarkan Gambar 9 terlihat perkembangan nilai dBZ dari sel konvektif. Dimulai pada pukul 08.40 UTC belum terlihat adanya pertumbuhan awan konvektif, kemudian pada pukul 08.50 UTC sampai dengan 09.00 UTC pertumbuhan awan mulai terlihat dengan nilai reflectivity berkisar 12 – 30 dBZ. Dan pada pukul 09.10 UTC nilai reflectivity meningkat sangat signifikan mencapai nilai maksimum sebesar 66 dBZ, dimana pada saat itu dilaporkan terjadi hujan es. Kemudian, mengalami penurunan nilai reflectivity secara perlahan sekitar 50 dBZ – 40 dBZ. Peningkatan nilai reflectivity yang cukup besar dengan durasi yang sangat singkat (≤ 10 menit) menunjukkan bahwa awan pada kejadian hujan es tersebut merupakan awan konvektif kuat pada saat fase tumbuh. Setelah hujan mengalami penurunan secara perlahan menandakan bahwa kejadian hujan es telah berakhir dan awan mulai mengalami fase peluruhan.



Gambar 10. Penampakan Produk VCUT; (a) 09.00 UTC, (b) 09.10 UTC, (c) 09.20 UTC, dan (d) 09.30 UTC

Berdasarkan hasil analisis produk VCUT pada Gambar 10 terlihat pertumbuhan awan konvektif dimulai pada pukul 09.00 UTC dengan ketinggian inti sel mencapai 6 km. Dalam jangka waktu 10 menit inti sel berkembang dan meluas hingga mencapai 8 km dengan intensitas yang mulai bertambah menyatakan bahwa awan konvektif berada pada fase matang. Jam 09.20 UTC atau pada 10 menit kemudian, inti sel awan konvektif mulai meluruh dengan intensitas berkurang dan mengalami penurunan ketinggian inti sel hingga 3 km. Dengan adanya penurunan ketinggian inti sel dan intensitas, awan konvektif dinyatakan berada pada fase peluruhan.



Gambar 11. Penampakan Produk VIL

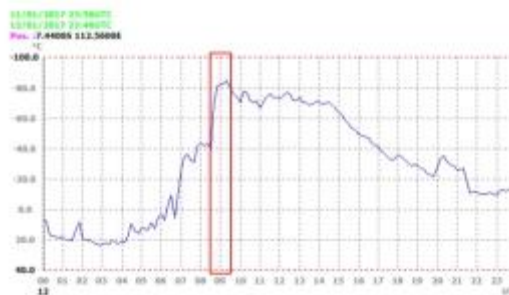
Berdasarkan analisis produk VIL, banyaknya kandungan uap air yang beradar pada awan konvektif di wilayah kejadian hujan es (-7.433°N 112.555°E) menunjukkan nilai maksimum 47 mm. Menurut Amburn dan Wolf (1997), nilai VIL sebagai

indikator untuk terjadinya hujan es mencapai 25 kg/m². Ditinjau dari nilai kandungan uap air awan konvektif tersebut mendukung terjadinya hujan es.

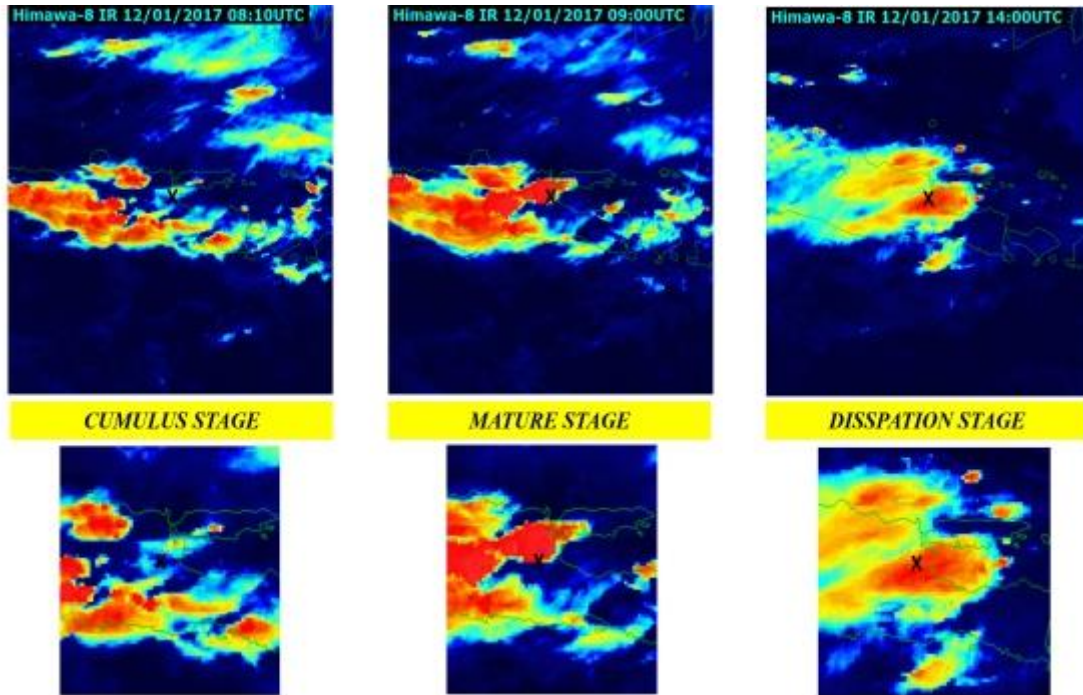


Gambar 12. Penampakan Produk ZHAIL

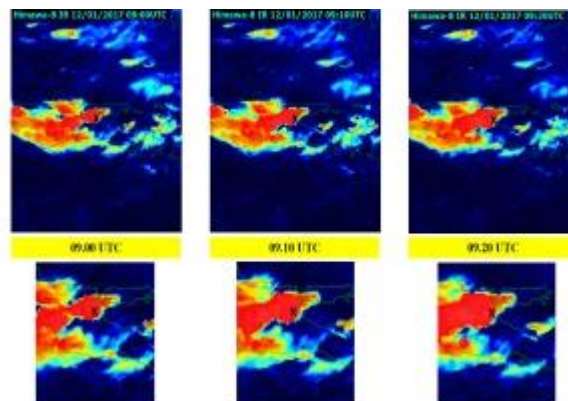
Berdasarkan Gambar 12, hasil analisis zhail probability dengan menggunakan threshold 55 dBZ menunjukkan potensi untuk terjadinya hujan es mencapai 100 % pada pukul 09.10 UTC di wilayah lokasi terjadinya hujan (-7.433°N 112.555°E).



Gambar 13. Grafik Time Series Suhu Puncak Awan di Surabaya (titik -7.44°N 112.56°E) tanggal 12 Januari 2017



Gambar 14. Penampakan Citra Satelit Kanal IR1; gambar bagian kiri adalah fase tumbuh (Cumulus Stage), bagian tengah adalah fase matang (Mature Stage), dan bagian kanan adalah fase punah (Dissipation Stage)



Gambar 15. Penampakan Tutupan Awan Berdasarkan Citra Satelit Himawari-8 Kanal IR1 di wilayah Surabaya pada saat diperkirakan terjadinya hujan es (09.00 – 09.20 UTC)

Dari grafik *time series* suhu puncak awan pada Gambar 13 diketahui bahwa suhu puncak awan terendah terjadi pada pukul 09.15 UTC yaitu -85°C . Berdasarkan nilai suhu puncak awan diperkirakan hujan es terjadi pada sekitar pukul 09.15 UTC. Dari grafik *time series* suhu puncak awan diketahui bahwa terdapat gugusan awan konvektif (awan Cumulonimbus/CB) yang merupakan sumber kejadian hujan es dengan fase pertumbuhan ditunjukkan pada Gambar 13. Fase *cumulus* (tumbuh) awan CB diperkirakan terjadi pada sekitar pukul 08.10 UTC, mencapai fase *mature*

(matang) pada sekitar pukul 09.15 UTC, dan mulai memasuki fase *dissipation* (punah) pada sekitar pukul 14.00 UTC.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan studi kasus kejadian hujan es yang telah dilakukan maka disimpulkan bahwa dalam penentuan ketinggian freezing level dan ketinggian pada suhu -20°C untuk mendeteksi potensi hujan es, sumber data yang paling baik digunakan adalah satelit cuaca. Metode SHI memiliki 3 faktor penentu, yaitu ketinggian freezing level, ketinggian puncak awan dan selisih ketinggian freezing level dan ketinggian pada suhu -20°C yang memengaruhi dalam mendeteksi hujan es. Deteksi hujan es di Indonesia menggunakan metode SHI bisa dilakukan, tetapi untuk beberapa kasus yang lokasi kejadiannya terlalu dekat dengan radar potensi hujan es tidak bisa terdeteksi. Sementara itu, data satelit Himawari-8 kanal IR1 dapat digunakan untuk menganalisis daerah tutupan awan CB untuk memprakirakan luasan wilayah yang berpotensi terjadinya hujan es serta analisis grafik time series suhu puncak awan untuk memprakirakan waktu kejadian hujan es.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., dan Hidayati, S., 2015, *Peringatan Dini Potensi Hujan Es Menggunakan Metode Severe Hail Index Berdasarkan Pengamatan Radar Cuaca Doppler*, Seminar Nasional Fisika 2015 Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta, Vol IV, 25–30.
- BMKG, 2010, Peraturan KBMKG Nomor: Kep. 009 Tahun 2010 tentang *Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, Dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrem*.
- Fadholi, A., 2012. *Analisa Kondisi Atmosfer pada Kejadian Cuaca Ekstrem Hujan Es (Hail)*, Simetri: Jurnal Ilmu Fisika Indonesia Vol 1 No 2D, 74–80.
- Holleman, I., 2001, *Hail Detection using Single-Polarization Radar*, Knmi Wr-2001-01, 72.
- Kolarič, D., Skok, G., dan Rakovec, J., 2013. *Hail Detection Methods Using Radar Data*, Ljubljana.
- Rauber, R. M., Walsh, J. E., dan Charlevoix, D. J., 2009, *Severe and Hazardous Weather: An Introduction to High Impact Meteorology*, 3rd Edition, Kendall Hunt Publ Co (1-800-228-0810).
- SELEX, 2013, *Software Manual Rainbow 5 Product & Algorithms*, Germany: Selex SI GmbH
- Tjasyono, B.H.K., 2004, *Klimatologi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Wardoyo, E., 2016, *Radar Meteorologi*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Jakarta.

- Witt, A., Eilts, M. D., Stumpf, G. J., Johnson, J. T., Mitchell, E. D. W., dan Thomas, K. W. (1998), *An Enhanced Hail Detection Algorithm for the WSR-88D*. *Weather and Forecasting*, 13(2), 286–303.

PARTISIPASI PEREMPUAN DALAM PENANGGULANGAN BENCANA DI DESA PAGERHARJO, KECAMATAN SAMIGALUH KABUPATEN KULONPROGO

Anisa Eka Puspitasari¹, Titis Puspita Dewi², dan Dina Ruslanjari³

¹Mahasiswa Program Studi Magister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana Lintas Disiplin Universitas Gadjah Mada; Jalan Teknik Utara, Pogung, Sleman, email; anisa.eka.p@mail.ugm.ac.id

²Mahasiswa Program Studi Penyuluhan dan Komunikasi Pembangunan, Sekolah Pascasarjana Lintas Disiplin Universitas Gadjah Mada; Jalan Teknik Utara, Pogung, Sleman, email: titis.puspita.d@mail.ugm.ac.id

³Program Studi Magister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana Lintas Disiplin Universitas Gadjah Mada; Jalan Teknik Utara, Pogung, Sleman, email: dienus@ugm.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is located on the equator position of the country has a tropical climate so prone to hydrometeorological disasters such as floods, droughts, tornadoes and landslides. The number of disaster threats must be balanced with disaster management so that when the disaster occurs the Indonesian people are ready in the face of the incident. Disaster management is done by all Indonesian people both women and men without having to distinguish gender. One of the areas that have implemented gender-responsive disaster management, namely Pagerharjo Village, Samigaluh District, Kulonprogo Regency, Special Province of Yogyakarta. Pagerharjo village is an area prone to landslides because it is located on a hilly area with a steep slope (> 450). The landslide needs the sensitivity and involvement of all sections of society including women. The research method used is descriptive qualitative with CVA gender analysis (Capacities and Vulnerabilities Analysis). The purpose of this research is to analyze the participation of women in disaster management in Pagerharjo Village. The results of this study are the participation of women in disaster management efforts such as the participation of women in the KSB group, in the devotion work to make embankments to reduce landslide disaster, and its participation in the event of landslide. The involvement hasn't been comprehensive and there are still many women who have not participated due to gender inequality. Women's participation is at least enough to show that women have capacity in disaster management.

Keywords: disaster management, landslide disaster, gender, women's involvement

ABSTRAK

Letak Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa mengakibatkan negara ini memiliki iklim tropis sehingga rawan bencana hidrometeorologis seperti banjir, kekeringan, puting beliung maupun tanah longsor. Banyaknya ancaman bencana harus diimbangi dengan penanggulangan bencana yang matang sehingga ketika bencana terjadi masyarakat Indonesia sudah siap dalam menghadapi kejadian

tersebut. Penanggulangan bencana dilakukan oleh seluruh masyarakat Indonesia baik perempuan maupun laki-laki tanpa harus membedakan gender. Salah satu wilayah yang telah melaksanakan penanggulangan bencana yang responsif gender, yaitu Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Desa Pagerharjo merupakan wilayah yang rawan longsor karena berada pada daerah perbukitan dengan lereng yang curam (> 450). Bencana longsor tersebut memerlukan kepekaan dan keterlibatan dari semua bagian masyarakat termasuk perempuan. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan analisis gender CVA (Capacities and Vulnerabilities Analysis). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa partisipasi perempuan dalam penanggulangan bencana di Desa Pagerharjo. Hasil dari penelitian ini adalah adanya partisipasi perempuan dalam upaya penanggulangan bencana seperti partisipasi perempuan dalam tim KSB (Kelompok Siaga Bencana), dalam kerja bakti membuat tanggul untuk mengurangi bencana longsor, dan keikutsertaannya saat terjadi bencana longsor. Keterlibatan yang dilakukan belum secara menyeluruh dan masih banyak perempuan yang belum berpartisipasi karena masih adanya ketimpangan gender. Partisipasi perempuan ini setidaknya cukup untuk menunjukkan bahwa perempuan memiliki kapasitas dalam penanggulangan bencana.

Kata kunci: penanggulangan bencana, bencana longsor, gender, keterlibatan perempuan

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terletak di antara pertemuan tiga lempeng tektonik dunia. Keadaan tersebut mengakibatkan Indonesia memiliki banyak gunung berapi yang aktif sehingga membuat tanah di negara ini menjadi subur. Suburnya tanah membuat negara ini berlimpah dengan sumber daya alam yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan penduduk. Wilayah Indonesia yang merupakan negara kepulauan juga menjadi keuntungan tersendiri karena memiliki wilayah laut yang luas. Wilayah laut yang luas dan adanya pertemuan tiga lempeng juga mengakibatkan Indonesia memiliki biota laut yang beraneka ragam. Kekayaan tersebut merupakan sesuatu yang patut kita syukuri namun di sisi lain kondisi geografis Indonesia tersebut juga menyimpan bahaya tersendiri. (Ferad, 2015).

Kondisi geografis Indonesia membuat negara ini memiliki tingkat kerawanan tinggi terjadinya bencana karena adanya ketiga lempeng yang masih sangat aktif. Adanya tumbukan lempeng tersebut menyebabkan terjadinya zona penujaman yang merupakan jalur gempa bumi dan membentuk undulasi di busur kepulauan dengan kemiringan terjal dan sangat terjal. Wilayah Indonesia juga terletak di daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi dan memiliki topografi yang bervariasi. Dengan kondisi seperti itu sudah tentu Indonesia tidak terelakan lagi dari bencana yang selalu melanda baik banjir, longsor, gempa, tsunami dan erupsi gunung berapi. (Ferad, 2015)

Bencana yang terjadi di Indonesia merupakan kejadian yang lazim terjadi dan dialami oleh masyarakat, namun bukan berarti masyarakat hanya dapat pasrah

menerima bencana yang terjadi. Banyaknya bencana yang mengancam seharusnya diimbangi dengan adanya penanggulangan bencana yang baik. Penanggulangan bencana bukan hanya dilakukan oleh pemerintah saja namun masyarakat juga perlu melakukannya. Kejadian bencana yang terjadi di Indonesia menimbulkan korban jiwa yang terkadang tidak sedikit. Hal tersebut dikarenakan penduduk di Indonesia sangat banyak yaitu berjumlah 258.705,0 jiwa pada tahun 2016 (BPS, Statistik Indonesia 2017).

Kebanyakan korban ketika bencana terjadi adalah perempuan, seperti pada kejadian bencana tsunami di Aceh dan Sri Lanka pada tahun 2004 sebanyak 80 persen dari korban meninggal adalah perempuan (IASC, 2006 dalam Edhitta, 2013). Seringnya perempuan menjadi korban dalam bencana diakibatkan masih adanya ketimpangan gender. Gender berbeda dengan jenis kelamin, gender dapat berubah namun jenis kelamin tetap dan merupakan kodrat yang telah ditetapkan oleh sang pencipta. Gender merupakan kajian tentang tingkah laku perempuan dan hubungan sosial antara laki-laki dan perempuan (Saptari, 1997). Gender berbeda dari seks atau jenis kelamin laki-laki dan perempuan yang bersifat biologis (Moore, 1988).

Dalam penanggulangan bencana, gender juga menjadi *hot issue* yang menarik. Kita mengenal ada tiga kategori dalam isu ini yaitu responsif gender, bias gender dan netral gender. Responsif gender yaitu keterpihakan aktivitas/kegiatan atau keadaan/kondisi dalam mendukung pelaksanaan peran gender seperti perempuan dalam pengurusan posko, *hygiene kit* mencakup pakaian dalam dan pembalut, jumlah toilet bagi perempuan di posko lebih banyak, memasukkan aspek gender dalam kajian risiko bencana, pojok laktasi di posko pengungsi, gender vocal poin dalam struktur kelembagaan penanggulangan bencana, dan adanya panduan penanganan kekerasan berbasis gender di posko bencana. Bias gender yaitu ketidakpihakan aktivitas/kegiatan atau kondisi/keadaan untuk mendukung pelaksanaan peran gender yaitu toilet yang terbuka tanpa penutup, toilet tidak terpisah untuk laki-laki dan perempuan, asumsi bahwa kepala keluarga selalu laki-laki, berkurangnya pelayanan kesehatan reproduksi pada masa darurat, perempuan tidak terlibat dalam kegiatan penanggulangan bencana karena sudah diwakili suami/ayah/saudara laki-laki dan masih banyak contoh yang lainnya. Netral gender yaitu aktivitas/kegiatan atau kondisi/keadaan yang tidak berisi mengenai peran gender laki-laki dan perempuan, contohnya peta rawan bencana, kaji cepat situasi darurat bencana, jalur evakuasi, sosialisasi *Early Warning System* melalui ketua RT dan lain-lain. (<https://www.bnpb.go.id/pengarustamaan-gender-dalam-penanggulangan-bencana>, diakses tanggal 24 Februari 2018).

Pada kejadian bencana, perempuan merupakan pihak yang paling dirugikan karena beratnya beban yang harus dipikul. Ketika bencana terjadi kebanyakan perempuan yang menjadi korban berada di dalam rumah karena adanya tugas domestik yang harus mereka lakukan seperti memasak, mengasuh anak, dan merawat orangtua yang sudah lanjut usia. Banyaknya tugas yang mereka lakukan

di dalam rumah membuat perempuan tidak sempat keluar rumah untuk menyelamatkan diri, ketika mereka berhasil keluar rumah sekalipun mereka akan kembali masuk ke dalam rumah jika masih ada anak dan orangtua di dalamnya sehingga mereka tidak dapat menyelamatkan diri dan menjadi korban. Hal tersebut menunjukkan bahwa perempuan memikul peran dan tanggung jawab yang lebih besar dalam hal keselamatan terhadap anggota keluarga yang lain dan tidak jarang mereka melakukannya dengan mengorbankan keselamatannya sendiri (Titin Murtakhamah, 2013)

Ketimpangan gender sudah terjadi sejak dahulu kala bahkan dalam ilmu sosiologi terdapat teori tentang ketimpangan gender yaitu teori feminis dimana teori dengan pendekatan feminis liberal memandang bahwa subordinasi perempuan berakar pada seperangkat kendala dan kebiasaan budaya yang menghambat akses perempuan terhadap kesempatan untuk berkompetisi secara adil dengan laki-laki. Perempuan dikonstruksi sebagai kelompok tersubordinasi oleh laki-laki sehingga perempuan harus menderita kesulitan untuk akses terhadap informasi tak terkecuali ketika terjadi bencana sama pada tahap mitigasi bencana (Hastuti, 2016). Hal tersebut menjadikan perempuan memiliki tingkat kerentanan tinggi dibandingkan laki-laki.

Paradigma penanggulangan bencana saat ini sudah berubah bukan hanya pemerintah saja yang bertanggung jawab melakukannya, namun masyarakat juga perlu berpartisipasi dalam penanggulangan bencana. Masyarakat terdiri dari laki-laki dan perempuan sehingga mereka juga harus ikut berpartisipasi tanpa harus melihat status gender. Sekarang ini perempuan juga harus memiliki kemampuan dan diberi kebebasan dalam mendapatkan informasi serta pengetahuan khususnya tentang bencana, melihat perempuan merupakan kelompok yang memiliki tingkat kerentanan tinggi selain anak-anak, orang lanjut usia dan difabel. Ikut berpartisipasinya perempuan dalam penanggulangan bencana tanpa membedakan status gender juga diatur dalam UU No 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana yang menetapkan prinsip kesetaraan di hadapan hukum dan dalam pemerintah, yang berarti bahwa isi ketentuan dalam penanggulangan bencana tidak dapat terkait dengan masalah yang membedakan latar belakang, agama, ras, kelompok, gender atau status sosial. Prinsip ini juga berlaku saat memberi ketentuan terkait peringatan dini yang diidentifikasi sebagai salah satu kegiatan pra bencana dalam UU No 24 tahun 2007 (Kertas Kebijakan, 2011)

Dengan membentuk relasi gender yang baik memungkinkan untuk memberikan dampak sangat signifikan dalam kehidupan keseharian antara laki-laki dan perempuan, baik dalam mitigasi sebelum, ketika, dan setelah bencana terjadi (Murtakhamah, 2013). Adanya relasi gender yang baik dapat memberikan manfaat yaitu membantu dalam sistem penanggulangan bencana. Meskipun dalam menentukan regulasi dan pengambilan keputusan pemerintah yang bertanggung jawab namun juga dibutuhkan adanya partisipasi dari masyarakat dan diperlukannya kerjasama yang baik.

Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki luasan 1.069,5 ha yang terdiri dari 20 dusun. Suhu udara antara 15-300 C. Curah hujan tinggi yaitu antara 2.500- 3.000 mm/tahun. Setiap tahunnya di wilayah tersebut terjadi longsor karena topografinya yang berbukit-bukit dan memiliki kemiringan lereng yang curam (> 40%) sehingga diduga wilayahnya memiliki potensi longsor tinggi sampai sangat tinggi (Alam, 2014). Tanah longsor merupakan gerakan massa tanah dalam jumlah besar yang bergerak pada bidang geser tertentu, dimana bidang tersebut menahan tanah dalam menahan geseran terlampaui. Dikatakan pula bahwa longsor terjadi karena ketidakseimbangan gaya-gaya yang bekerja pada lereng ataugaya dorong di daerah lereng lebih besar dari gaya tahan yang ada di ereng tersebut (Kodoatie dkk, 2006)

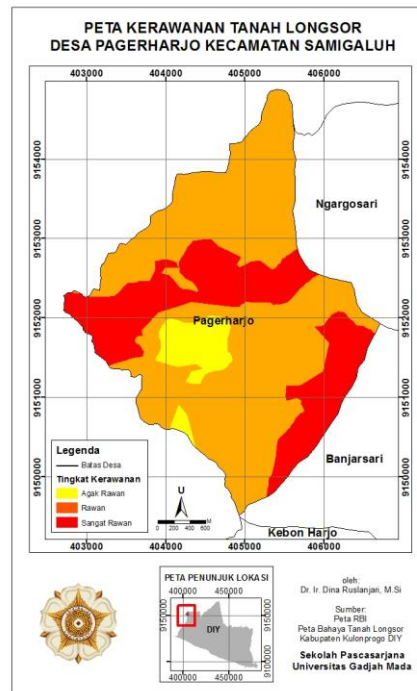
Hampir setiap tahunnya di Desa Pagerharjo terjadi longsor, bencana longsor tersebut terdapat di beberapa titik seperti di jalan maupun tepi jalan, di pemukiman, serta di perkebunan. Longsor yang terjadi di Desa Pagerharjo tidak terjadi dengan skala yang besar seperti di Karangkombar, Banjarnegara namun longsor mengancam pemukiman dan warga yang berada di sekitar wilayah yang rawan terjadi longsor. Masih banyak rumah-rumah warga yang berlokasi di atas tebing yang sewaktu-waktu dapat longsor namun warga yang bertempat tinggal di wilayah tersebut (tidak mau pindah). Hal tersebut disebabkan karena mereka ingin menjaga tanah leluhur meskipun daerah tersebut rawan longsor. Seringnya terjadi longsor membuat masyarakat harus selalu waspada dan memiliki kordinasi yang baik dalam penanggulangan bencananya. Oleh karena itu, di Desa Pagerharjo terdapat tim KSB (Kampung Siaga Bencana). Di dalam tim KSB (Kampung Siaga Bencana) dalam struktur organisasi tidak hanya laki-laki saja yang dilibatkan namun ada perempuan. Perempuan di Desa Pagerharjo sudah mulai dilibatkan dalam penangulangan bencana karena ada kegiatan yang memang memerlukan peran perempuan di dalamnya. Adanya partisipasi perempuan dalam tim KSB membuka kesempatan perempuan dalam mendapatkan informasi dan pelatihan tentang bencana yang membuat mereka selalu waspada akan terjadinya bencana khususnya tanah longsor.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan analisis gender CVA (*Capacities and Vulnerabilities Analysis*). Penentuan informan secara *snowball sampling* dengan pengumpulan data menggunakan teknik observasi *dan in depth interview*. *Key informant* pada penelitian ini adalah Bapak Teguh, Kepala Dusun Nglinggo Barat yang wilayahnya rawan terhadap bencana longsor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis partisipasi perempuan dalam penanggulangan bencana di Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Pagerharjo berjarak 6 kilometer dari ibukota Kecamatan Samigaluh, dengan luas desa 1.140,52 km² atau 16,46% dari total luas Kecamatan Samigaluh. Desa ini terdiri dari 20 dusun dengan jumlah 87 RT (Rukun Tetangga) dan 43 RW (Rukun Warga) (<http://samigaluh.kulonprogokab.go.id/pages-32-desa-pagerharjo.html>, diakses 28 Februari 2018). Desa Pagerharjo merupakan desa dengan kerawanan tinggi bencana longsor. Hal ini ditunjukkan pada peta analisis awal terkait kerawanan bencana longsor (gambar 1).



Gambar 1. Peta Kerawanan Tanah Longsor Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh

Kerawanan tinggi longsor ini terjadi di 5 (lima) dusun, antara lain Dusun Nglinggo Barat, Nglinggo Timur, Mendolo, Separang, dan Sarigono. Melihat adanya kerawanan tinggi longsor tersebut, pemerintah desa membuat sebuah tim KSB sebagai salah satu bagian dari tindak lanjut atas perhatian pemerintah kabupaten yang telah membentuk KSB (Kampung Siaga Bencana).

Kampung Siaga Bencana di Desa Pagerharjo awalnya merupakan inisiasi dari pemerintah yang terdiri atas Asisten Pemerintahan dan Kesejahteraan Rakyat Pemerintah sekaligus merangkap Kadinas Sosial Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Direktur PSKBA (Perlindungan Sosial Korban Bencana Alam) Kementerian Sosial Republik Indonesia, dan Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Kulonprogo (<http://www.kulonprogokab.go.id/v21/index.php?pilih=news&mod=yes&aksi=lihat&id=2371>, diakses 28 Februari 2018). Kampung Siaga Bencana Desa Pagerharjo resmi dibuka oleh Kasi Bantuan Sosial Korban Bencana Dinas Sosial Provinsi Daerah

Istimewa Yogyakarta pada 1 Mei 2016 (<http://jogja.tribunnews.com/2016/05/01/kulonprogo-tambah-1-lagi-kampung-siaga-bencana>, diakses 28 Februari 2018). Kampung Siaga Bencana Desa Pagerharjo ini dibarengi dengan pengorganisasian anggota dari masing-masing dusun.

Menurut penuturan *key informant*, Bapak Teguh, untuk kelompok khusus yang bergerak di penanggulangan bencana longsor, di Dusun Nglinggo Barat dan Timur (wilayah rawan tinggi longsor) justru secara kelembagaan (formal) belum dibuat. Hanya saja dulu pernah dilakukan pelatihan dengan mengambil perwakilan masing-masing 2 (dua) orang yang dijadikan satu dalam wadah tim KSB (Kampung Siaga Bencana). Tim yang telah dibentuk pasca pelatihan tersebut tidak lagi berjalan namun ketika terjadi bencana longsor, para anggota KSB (yang telah memperoleh pelatihan) kemudian bergerak bersama untuk mengurangi efek bencana longsor yang terjadi. Adapun komunikasi antar anggota KSB Desa Pagerharjo bersifat kondisional, hanya ketika terjadi bencana longsor saja. Hal ini setidaknya cukup untuk menunjukkan inisiasi masyarakat dalam mengurangi permasalahan saat terjadi bencana longsor.

Kegiatan lain yang dilakukan oleh tim KSB Desa Pagerharjo per tahun 2017 tidak hanya bergerak ketika terjadi bencana longsor saja namun juga mengadakan serangkaian sosialisasi serta pelatihan kepada anggota masyarakat yang lain terkait kebencanaan. Pelatihan tersebut biasanya diikuti oleh ketua RT dari masing-masing dusun yang diharapkan dapat memberikan pemahaman kepada masyarakat di wilayahnya. Dalam pelatihan ini, perempuan sebagai bagian dari masyarakat belum dilibatkan. Hal ini disebabkan karena adanya budaya patriarki yang sedikit membatasi ruang perempuan hanya pada ruang domestik saja, tidak pada ruang publik (pertemuan di luar dusun, kecuali kegiatan kebudayaan).

Patriarki adalah tata kekeluargaan yang sangat mementingkan garis keturunan bapak. Secara etimologi, patriarki berkaitan dengan sistem sosial di mana ayah menguasai seluruh anggota keluarganya, harta miliknya, serta sumber-sumber ekonomi. Ia juga yang membuat semua keputusan penting bagi keluarga. Dalam sistem budaya (juga keagamaan), patriarki muncul sebagai bentuk kepercayaan ideologi bahwa laki-laki lebih tinggi kedudukannya dibanding perempuan; bahwa perempuan harus dikuasai bahkan dianggap sebagai milik laki-laki. Budaya Patriarki di Indonesia sudah diwariskan secara turun-temurun oleh nenek moyang kita (Tan, 2014). Budaya patriarki ini pun terjadi di Desa Pagerharjo meskipun desa telah turut responsif gender. Responsif gender yang pengertiannya telah dijelaskan dalam bab latar belakang menunjukkan keterlibatan dan kepekaan pemerintah serta masyarakat dalam memosisikan perempuan sebagai individu yang sangat rentan terhadap bencana dan memiliki kemampuan di ruang publik.

3.1 Perempuan dan Tim KSB Desa Pagerharjo

Manajemen bencana meliputi tahap-tahap sebagai berikut: (1) sebelum bencana terjadi, meliputi langkah-langkah pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan dan

kewaspadaan, (2) pada waktu bencana sedang atau masih terjadi, meliputi langkah-langkah peringatan dini, penyelamatan, pengungsian dan pencarian korban, dan (3) sesudah terjadinya bencana, meliputi langkah penyantunan dan pelayanan, konsolidasi, rehabilitasi, pelayanan lanjut, penyembuhan, rekonstruksi dan pemukiman kembali penduduk (Sutanto, 2012). Tim KSB Desa Pagerharjo yang dibentuk tentunya perlu memahami 3 (tiga) siklus manajemen bencana tersebut. Pada pelaksanaannya, tim KSB telah melaksanakan fungsinya dalam ketiga siklus manajemen bencana.

Menurut observasi peneliti, keterlibatan tim KSB Desa Pagerharjo dalam tahap sebelum bencana mencoba untuk memfasilitasi masyarakat dengan melakukan pencegahan bencana longsor misalnya menandai wilayah rawan longsor, membuat tanggul penahan longsor di wilayah yang sebelumnya dan diperkirakan akan terjadi longsor dengan menggunakan tanaman kaliandra atau bangunan penyangga sedangkan dalam meningkatkan kesiapsiagaan dan kewaspadaan, tim melakukan sosialisasi terkait bahaya longsor, serta mengajukan bantuan EWS (*early warning system*) kepada instansi terkait untuk mengurangi kerawanan yang terjadi. Alat EWS ini pernah terdapat alat pendeteksi longsor yang dipasang oleh TAGANA Yogyakarta namun tidak berfungsi karena alat tersebut rusak akibat tersangkut kaki salah seorang warga ketika hendak mencari kayu di hutan. Akhirnya saat terjadi longsor, tidak terdapat deteksi atau peringatan.

Longsor yang terjadi di Gunung Kukusan, Dusun Sarigono (lokasi pemasangan EWS yang kini telah rusak) disebabkan oleh adanya petir yang menyambar sebuah batuan besar hingga menyebabkan tanah di sekitarnya terkena longsor. Awalnya terdapat kilatan barulah terdapat suara tanah yang menurun dari bukit. Dusun Sarigono sebelumnya pernah mengalami longsor sebanyak 3 kali namun tidak pernah menimbulkan korban. Hanya saja akibat longsor yang kedua, satu kepala keluarga harus direlokasi ke wilayah dusun lain akibat rumahnya yang roboh dan posisinya tepat di bawah kaki Gunung Kukusan.

Kembali pada kaitan tim KSB dengan siklus manajemen bencana, pada tahap pra bencana, biasanya tim KSB Desa Pagerharjo akan melakukan komunikasi melalui handphone atau HT dengan sesama anggota serta pemerintah dusun yang rawan tinggi longsor. Mekanisme ini dilaksanakan pada saat terjadi hujan deras atau pasca hujan beberapa hari. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi korban sekaligus meningkatkan kewaspadaan masyarakat. Selain itu, media komunikasi kebencanaan yang lain terkait pra bencana juga dilakukan melalui simulasi bencana longsor dengan membunyikan EWS yang terletak di Dusun Sarigono meskipun secara standar pra bencana, arah jalur evakuasi belum jelas dan titik rawan longsor masih ditempati oleh penduduk. Simulasi yang dilakukan setiap kali terdapat kunjungan dari tim TAGANA Yogyakarta mengharuskan masyarakat sadar terhadap bencana longsor yang sewaktu-waktu terjadi.

Tahap saat atau sedang terjadinya bencana, tidak hanya sekedar tim KSB yang bergerak untuk mengevakuasi namun juga masyarakat yang ikut membantu atau

bekerja bakti dalam membersihkan timbunan longsor atau sekedar membantu menyelamatkan barang-barang dan warga masyarakat (korban). Kekompakan tim KSB dengan masyarakat ini telah ditunjukkan saat terjadi bencana longsor pada akhir tahun 2016 yang menutup akses jalan menuju Dusun Nglinggo Barat dan Timur. Akses satu-satunya menuju dusun ini tertutup oleh longsor bukit yang mengakibatkan perlunya kesegeraan masyarakat untuk membersihkannya. Kepala Dusun Nglinggo Timur yang saat itu memimpin jalannya kerja bakti membersihkan timbunan longsor justru mengalami musibah. Bencana longsor susulan terjadi dan mengakibatkan beliau tewas dalam kejadian tersebut. Korban lain adalah Bapak Rebin yang berhasil selamat. Akibat kejadian tersebut, masyarakat menjadi selalu waspada dan tidak menyepelekan kemungkinan longsor susulan.

Pada tahap pasca bencana, masyarakat biasanya akan kembali beraktivitas seperti semula meskipun tim KSB tetap berjaga-jaga dengan adanya bencana susulan. Selain itu, terdapat kearifan masyarakat setempat terutamanya Dusun Nglinggo Barat dan Timur yang berusaha untuk menghentikan potensi longsor pasca terjadinya bencana longsor di satu titik tertentu. Kearifan lokal yang dimaksud adalah sistem tukar guling yang diinisiasi oleh Pak Teguh untuk menukar tanah yang ditempati dengan tanah tegalan. Apabila tanah yang ditempati oleh salah satu anggota masyarakat tersebut rawan longsor maka akan ditukar dengan tanah lain yang sebelumnya (misal) digunakan untuk menanam atau tegalan. Hal ini tentunya membutuhkan “keikhlasan” dari pemilik tanah untuk memindah tanamannya pada tanah yang rawan longsor tadi. Meskipun secara perhitungan, pemindahan tanaman (ke lahan rawan longsor) tersebut membutuhkan proses, biaya, dan ancaman kerugian apabila tiba-tiba terkena bencana longsor.

Adapun terkait keterlibatan perempuan dan tim KSB, peneliti menemukan kekhasan di Desa Pagerharjo ini. Biasanya perempuan jarang dilibatkan dalam kelembagaan atau organisasi yang cukup beresiko seperti tim KSB. Tim KSB yang notabene biasanya diurus oleh laki-laki tidak dilakukan di Desa Pagerharjo. Setidaknya terdapat 3 orang perempuan dalam tim KSB. Hal ini dimaksudkan untuk menguatkan komunikasi antar perempuan dan anak-anak yang rentan terhadap bencana longsor.

Perempuan dalam tim KSB bertindak sebagai sekretaris, bendahara, dan bagian humas (hubungan masyarakat). Tugas yang notabene memang cukup sering dipegang oleh perempuan ini ternyata dianggap cukup vital bagi tim KSB. Fungsi sekretaris perempuan adalah untuk mendokumentasikan peristiwa atau bencana longsor yang telah terjadi sekaligus membuat proposal yang berhubungan dengan pengajuan bantuan. Masuknya perempuan dalam pengajuan proposal ini cenderung memberikan warna bagi tata kelola tim KSB dan pemahaman bahwa banyak kebutuhan-kebutuhan dasar bagi keluarga yang terkadang dilupakan oleh laki-laki, menjadikan sekretaris ini memiliki tugas yang penting. Fungsi bendahara yang lekat dengan tugas “kementerian keuangan” keluarga biasanya dilakukan oleh ibu atau perempuan. Dengan kemampuannya yang cukup mumpuni dalam

mengelola keuangan diharapkan putaran dana yang dikelola oleh tim KSB dapat dimanfaatkan dengan baik sehingga tidak habis atau tidak digunakan sama sekali saat terjadi bencana longsor. Sedangkan fungsi humas perempuan adalah untuk menyampaikan informasi terkait bencana longsor kepada sesama perempuan. Adanya hubungan sesama perempuan membuat komunikasi yang terjalin lebih mudah dipahami.

Tidak hanya itu, perempuan dalam tim KSB biasanya juga turut terlibat dalam kerja bakti yang dilakukan oleh pihak desa. Perempuan biasanya memang tidak ditugaskan untuk tugas berat seperti mencangkul, mengangkut batu, atau mengeruk tanah tetapi lebih kepada menyiapkan perbekalan makanan bagi laki-laki yang bekerja. Tugas domestik ini biasanya sangat dibutuhkan, terlebih untuk urusan memasak, biasanya laki-laki kurang begitu telaten. Oleh karena itu, dalam kaitan perempuan dan tim KSB Desa Pagerharjo, terdapat sinergi antar kedua belah pihak. Tim KSB sudah cukup responsif gender dengan melibatkan perempuan dalam bagian persiapan logistik sehingga diharapkan dengan demikian dapat mawadahi kepentingan dan kebutuhan perempuan serta anak-anak.

3.2 Kearifan Lokal Masyarakat Desa Pagerharjo terkait Bencana Longsor yang Belum *Gender Awariness*

Acara di Desa Pagerharjo terkait agenda 17 Agustus 2017 (merayakan HUT RI ke-72) diadakan pada tanggal 26 Agustus 2017 berupa karnaval budaya dengan melaksanakan kegiatan arak-arakan tumpeng, jathilan, kesenian rakyat, lalu dilanjutkan pertunjukan wayang (pada malam harinya). Acara tersebut selain dilaksanakan sebagai wujud syukur atas kemerdekaan RI juga digunakan sebagai ajang silaturahmi, doa bersama, dan bersih desa. Adapun untuk ritual yang dipercaya oleh masyarakat setempat dalam acara ini, tidak lain berupa makan bersama (dari hasil gunung berupa tumpeng, hasil pertanian, jajanan pasar, dan sebagainya yang dihimpun dari iuran masyarakat setiap dusunnya) sekaligus memanjatkan doa untuk keselamatan, kemudahan, kelancaran panen, dan segala hal baik (tanpa merituskan suatu wujud tumpeng atau ritual tertentu).

Filosofi dari arak-arakan tumpeng ini adalah agar masyarakat bersedia untuk "melebur" bersama dan berbagi dengan memakan tumpeng yang diarak tersebut secara bersama-sama. Harapan dari pemimpin desa terdahulu agar masyarakat tetap guyub rukun dalam mengelola, menjalankan, dan melaksanakan tata kelola kehidupan bermasyarakatnya. Pada festival arak-arakan ini, peneliti dapat menyatakan apabila budaya ini belum *gender awariness* karena pada saat kegiatan, laki-laki yang lebih sering tampil di depan umum. Perempuan desa dilibatkan pada saat pembagian tumpeng atau menyiapkan piring dan perlengkapan untuk makan seperti halnya yang biasa dilakukan dalam ranah domestik mereka. Ketidakepekaan gender ini telah coba dikurangi oleh kepala desa perempuan satu-satunya yang

menjabat 2 (dua) kali periode di Desa Pagerharjo namun apabila dikaitkan dengan budaya, tentu tidak semudah itu untuk mengubahnya secara penuh.

Sedangkan untuk ritual bersih dusun (khusus di Dusun Nglinggo Barat dan Timur) akan diselenggarakan pada bulan Safar (kalender Hijriyah) di hari Jumat Kliwon karena mereka percaya apabila Jumat Kliwon tersebut adalah hari yang berbeda dan istimewa dengan nama kegiatan Saparan. Alasan pengambilan bulan Safar ini karena pendiri dusun atau babat desa terdahulu menyukai bulan Safar tersebut dan biasanya diramaikan dengan membuat acara tari-tarian seperti tayub, lengger, dan wayangan. Alasan Kepala Dusun (Pak Teguh) dan masyarakat yang ingin melestarikan acara ini, tidak lain adalah sebagai wujud mempersatukan semua unsur masyarakat (mereka kurang percaya adanya ritus lain dalam kegiatan Saparan tersebut).

Dulunya apabila tidak melaksanakan kegiatan Saparan tersebut akan terjadi *pageblug* atau semacam bencana penyakit. Namun saat ini, kepercayaan masyarakat menjadi dirasionalkan dengan memberikan tujuan sebagai bentuk persatuan antar masyarakat dan wujud melestarikan budaya yang ada. Di dalam kegiatan Saparan terdapat acara kenduri bersama, pemotongan kambing sebagai bentuk syukur, dan dibukanya paket wisata budaya yang digunakan sebagai penyokong atau pendukung kegiatan wisata di Nglinggo. Dalam kegiatan Saparan terdapat pembuatan tumpeng yang berasal dari iuran berbagai kelompok masyarakat, misalnya dari kelompok perkebunan akan membuat tumpeng hasil perkebunan mereka, dari kelompok kambing PE akan memberikan satu ekor kambing sebagai bentuk rasa syukur mereka atas kelimpahan rezeki yang ada (wujud berbagi kepada sesama).

Pada kegiatan Saparan ini, terutama kegiatan malam tasyakuran, peneliti tidak menemukan satu orang pun perempuan yang hadir di tengah-tengah acara, kecuali ibu mantan kepala desa yang saat ini menjabat sebagai salah satu anggota DPRD Kabupaten Kulonprogo. Hal ini tampak dari gambar 2.



Gambar 2. Laki-laki terutamanya kepala keluarga yang mewakili dalam kegiatan Saparan.

Menurut penuturan ibu mantan kepala desa, ketidakterlibatan perempuan dalam acara malam tasyakuran Saparan ini karena adanya anggapan dari masyarakat apabila malam hari tidak cukup aman bagi ibu-ibu atau perempuan. Mengingat wilayah Dusun Nglinggo Barat dan Timur yang berada di perbukitan dengan penerangan yang agak minim, membuat para laki-laki cukup khawatir ketika melibatkan perempuan. Terdapat beberapa orang perempuan yang bertugas di dapur (ranah domestik mereka) untuk menyiapkan hidangan atau tumpeng yang akan disajikan dalam kegiatan Saparan. Peneliti menganggap kearifan lokal ini kurang *gender awariness*. Kegiatan seperti ini bisa saja dilakukan pada siang hari dengan mengikutsertakan perempuan sebagai bagian dari masyarakat. Saran dari peneliti ini tetap kembali kepada kepercayaan, tradisi, dan norma masyarakat, penyesuaian bisa saja dilakukan namun tidak serta-merta perubahan yang terbuka dengan *gender awariness* ini dapat diterima secara penuh oleh seluruh anggota masyarakat.

3.3 Analisis CVA bagi Perempuan yang Rentan Bencana Longsor

Analisis CVA (*Capacities and Vulnerabilities Analysis*) adalah sebuah analisis gender yang dikembangkan untuk mengetahui tingkat kapasitas dan kerentanan perempuan serta anak-anak dalam keadaan krisis atau bencana (March, Smyth, dan Mukhopadhyay; 2005). Kerentanan yang dimaksud dalam analisis ini lebih kepada faktor jangka panjang yang tidak hanya terjadi pra, saat, dan setelah bencana namun juga hal lain yang berbahaya bagi perempuan. Terdapat matriks analisis CVA bagi perempuan yang rentan bencana longsor seperti di Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang ditampilkan dalam tabel 1.

	Kerentanan	Kapasitas
Fisik/material	Secara fisik, perempuan lebih lemah dari laki-laki sehingga dalam hal bertahan ketika menjadi korban biasanya cukup kecil seperti halnya tertimbun longsor. Apabila tidak memikirkan masa depan atau anak-anaknya, biasanya kecil harapan mereka untuk bertahan.	Secara kodrati, perempuan dianugrahi dengan keuletan dalam mengerjakan pekerjaan apapun sehingga apabila pasca bencana kemudian penghasilan mereka hilang, perempuan akan mudah dalam mencari alternatif pendapatan seperti berdagang, menjadi buruh tani, dsb.
Sosial Organisasional	Budaya patriarki yang masih terjadi pada perempuan menyebabkan kehidupan sosial mereka "sedikit" terbatas dibanding dengan perempuan yang dapat membuka jaringan di berbagai tempat. Secara sosial, perempuan hanya mengenal perempuan atau ibu-ibu yang lain (yang tergabung dalam komunitasnya) sedangkan untuk	Pada bahasan organisasional, perempuan biasanya dilibatkan dalam proses pengambilan keputusan di ranah terkecil dalam masyarakat, yaitu keluarga. Pada proses ini, perempuan sebagai pengelola keuangan, biasanya cukup berpengaruh sehingga diharapkan dengan demikian dapat meningkatkan potensinya dalam

	berhubungan dengan laki-laki di luar keluarganya, cenderung minim. Hal ini terjadi pada pra dan saat terjadinya bencana, secara organisasional terkadang mereka tidak memiliki posisi.	<i>survive</i> saat dan pasca bencana.
Motivasi dan Attitude	Perempuan seringkali menganggap dirinya sebagai posisi <i>subordinat</i> , kurang berpengaruh sehingga secara <i>attitude</i> seringkali tidak ingin tampak vocal atau menonjol dalam proses pengambilan keputusan terutama di luar keluarga atau ketika mengikuti kegiatan di luar rumah.	Sebelum terjadinya bencana, perempuan memiliki motivasi untuk selalu mengurus keluarga dan anak-anaknya sehingga ketika terjadi (saat) dan pasca bencana, perempuan cenderung lebih <i>survive</i> karena terdapat keluarga yang harus tetap ia urus. Perempuan pun cenderung lebih mampu menerima perubahan di dalam hidupnya, ia yang memang dianugerahi dengan intuisi atau perasaan biasanya akan lebih sabar dalam menghadapi bencana dibandingkan dengan laki-laki sehingga harapan hidupnya pun lebih tinggi.
Kesimpulan tabel: perempuan memiliki kerentanan sekaligus kapasitas dalam menghadapi siklus manajemen bencana yang terjadi.		

4. KESIMPULAN

Partisipasi perempuan dalam upaya penanggulangan bencana seperti partisipasi perempuan dalam tim KSB (Kelompok Siaga Bencana) Desa Pagerharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo menunjukkan adanya keikutsertaan sebelum (pra), saat, dan pasca terjadinya bencana longsor. Keterlibatan yang dilakukan belum secara menyeluruh dan masih banyak perempuan lain yang belum berpartisipasi karena masih adanya ketimpangan gender. Partisipasi perempuan ini setidaknya cukup untuk menunjukkan bahwa perempuan memiliki kapasitas dalam penanggulangan bencana.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2017. Statistik Indonesia 2017
- Deviani dan ISafrida. 2013. Analisis Kesiapsiagaan Dan Kerentanan Perempuan Di Wilayah Pesisir Dalam Menghadapi Bencana Gempa Dan Tsunami Di Banda Aceh. Idea Nursing Journal. Vol IV No. 3
- Hastuti. 2016. Peran Perempuan Dalam Menghadapi Bencana Di Indonesia. Geomedia Volume 14 Nomor 2.
- Huda, M. Nur, 2016. Kulonprogo Tambah 1 Lagi Kampung Siaga Bencana, (Internet), (<http://jogja.tribunnews.com/2016/05/01/kulonprogo-tambah-1-lagi-kampung-siaga-bencana>, diakses 28 Februari 2018).

- Joko Tri, Koesbardiati, dan Endah Kinasih. Model Strategi Mitigasi Berbasis Kepentingan Perempuan pada Komunitas Survivor di Wilayah Rawan Banjir. Departemen Antropologi, FISIP, Universitas Airlangga
- Kertas Kebijakan 6. 2011. Gender Dalam Bencana Alam Dan Adaptasi Iklim
- March, Candida; Smyth, Ines; Mukhopadhyay, Maitrayee, 2005, A Guide to Gender-Analysis Framework, USA: Oxfam GB
- Mutarkhamah Titin. 2013. Pentingnya Pengarusutamaan Gender Dalam Program Pengurangan Risiko Bencana. Jurnal Ilmu Kesejahteraan Sosial Vol. 2, No. 1
- Narieswari L, dkk. 2012. Peta Tematik Risiko Bencana Untuk Penguatan Peran Gender Dalam Penanggulangan Bencana. Jurnal Ilmiah Geomatika Vol. 18, No. 1.
- Nastiti, Firawati, dan Prabandari Atin. 2016. Pengarusutamaan Gender Dalam Sistem Penanggulangan Bencana Di Indonesia: Studi Kasus Analisis Implementasi Renstra Bpbd Kabupaten Sleman Di Desa Kepuharjo Kecamatan Cangkringan. Dinamika Global Volume 01 No.1
- Pemerintah Kabupaten Kulonprogo, 2012, Bupati Kukuhkan Tim Kampung Siaga Bencana Desa Banjaroya, (Internet), (<http://www.kulonprogokab.go.id/v21/index.php?pilih=news&mod=yes&aksi=lihat&id=2371>), diakses 28 Februari 2018).
- Pemerintah Kecamatan Samigaluh. 2015, Desa Pagerharjo, (Internet), (<http://samigaluh.kulonprogokab.go.id/pages-32-desapagerharjo.html>), diakses 28 Februari 2018).
- Sutanto, 2012, Peranan K3 dalam Manajemen Bencana, (Internet), (<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/metana/article/download/6836/5596>), diakses 28 Februari 2018).
- Tan, Poedjiati, 2014, Mendobrak Patriarki dalam Rumah Tangga, (Internet), (https://www.kompasiana.com/poedjiatitan/mendobrak-patriarki-dalam-rumah-tangga_5528ba30f17e610a7c8b4694), diakses 28 Februari 2018).

PERINGATAN DINI BAHAYA KEBAKARAN LAHAN GAMBUT DI KESATUAN HIDROLOGI GAMBUT SUNGAI JANGKANG – SUNGAI LIONG

Nur Febrianti^{1,2}, Kukuh Murtilaksono³, dan Baba Barus⁴

¹Mahasiswa Program Studi Mitigasi Bencana Kerusakan Lahan, Sekolah Pascasarjana IPB

²Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN, Jl. Kalisari No. 8 Pekayon Pasar Rebo
Jakarta Timur, 1e-mail: nfebrianti@gmail.com

^{3,4}Departemen Ilmu Tanah Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Lingkar
Akademik, kampus IPB Dermaga, Bogor, 3e-mail: kmurtilaksono@yahoo.com; 4e-mail:
bababarus@yahoo.com

ABSTRACT

Forest fire disasters (forest fire) are increasingly concerned. Forest fire 2015 is not as much as 2014, but the losses suffered more than the 2014 forest fire effect. The forest fire in peat land almost every year in Sumatra and Kalimantan. The easy nature of peat soil loss and high organic content causes the soil to be very sensitive to fire. Therefore, an early warning method is needed to prevent potential forest fire. The purpose of this study is to determine the critical ground water level (GWL) as an indicator of peat land fires. Estimation of the critical point of peat land fires as an early warning of fire is done by calculating the difference of the value of the shallowest TMA with a range of possible errors obtained (RMSE). In the TMA estimation model, the drought index obtained that fires occurred in GWL ranged from 27 to 101 cm. The combined estimation model of the recommendation results in a value ranging from 66.8 - 98.8 cm to the occurrence of fires in peat lands. The critical point of groundwater peat depth is between 27 and 74 mm. The depth of the peat soil surface of the peat lands should not be less than the critical point, otherwise, drought affecting the peat fires will occur.

Keywords : forest fire, critical point, ground water level

ABSTRAK

Bencana kebakaran hutan dan lahan (karhutla) semakin hari semakin memperhatikan. Kahutla 2015 tidak sebanyak 2014, namun kerugian yang dialami lebih banyak daripada akibat kahutla 2014. Karhutla di gambut hampir terjadi setiap tahun di Sumatera dan Kalimantan. Sifat tanah gambut yang mudah kehilangan air dan kandungan bahan organik yang tinggi menyebabkan tanah ini sangat sensitif terhadap api. Karena itu perlu suatu cara peringatan dini untuk mencegah potensi terjadi karhutla. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan tinggi muka air tanah (TMA) kritis sebagai indikator kebakaran lahan gambut. Penentuan titik kritis terjadinya kebakaran lahan gambut sebagai peringatan dini kebakaran dilakukan dengan cara menghitung selisih dari nilai TMA terdangkal dengan kisaran kemungkinan kesalahan yang diperoleh (RMSE). Model estimasi TMA data lapangan memiliki kisaran terjadinya kebakaran antara 74.3 – 107 cm. Pada model estimasi TMA indeks kekeringan diperoleh bahwa

kebakaran terjadi pada TMA berkisar antara 27 – 101 cm. Model estimasi gabungan hasil rekomendasi memberikan nilai berkisar antara 66.8 – 98.8 cm terjadinya kebakaran di lahan gambut. Titik kritis kedalaman muka air tanah gambut berkisar antara 27 hingga 74 mm. Kedalaman muka air tanah lahan gambut hendaknya tetap dipertahankan kurang dari titik kritis, jika tidak kekeringan yang berimbas terhadap kebakaran gambut akan terjadi.

Kata Kunci : kebakaran gambut, titik kritis, tinggi muka air tanah.

1. PENDAHULUAN

Bencana kebakaran hutan dan lahan (karhutla) semakin hari semakin memperhatikan. Menurut BNPB kejadian kahutla 2015 tidak sebanyak 2014 (101 kejadian) yang hanya 41 kejadian. Jumlah kejadian karhutla 2015 tidak sampai 50% dari kejadian 2014, namun kerugian yang dialami lebih banyak dimana korba meninggal dunia pada 2015 mencapai 24 jiwa lebih banyak daripada 2014. Korba meninggal dunia umumnya mengalami gangguan hispa karena kabut asap.

Kebakaran yang disertai kabut asap tebal dikarenakan ada sekitar 618.574 ha lahan gambut yang terbakar dari total 2.089.911 ha (BNPB). Kabut asap tebal menyelimuti kawasan Sumatera dan Kalimantan hingga berbulan-bulan. Lamanya kabut asap ini diduga karena kondisi iklim ekstrim (El Nino sedang) yang sedang terjadi di Indonesia.

Fenomena El Nino ini menyebabkan musim kemarau lebih panjang dari biasanya. Oleh karena itu, selain karena pembukaan lahan dan pembuatan kanal yang tidak tepat serta ditambah dengan kemarau panjang menyebabkan lahan gambut mengalami kehilangan air. Kehilangan air di lahan gambut selain menyebabkan kekeringan di permukaan gambut namun apabila ini terjadi terus menerus maka lahan gambut akan mengalami kekeringan total sehingga tidak bisa dibasahkan kembali (irreversible drying). Sifat gambut ini lah yang menyebabkan banyak bahan bakaran yang tersedia. Hal ini dikarenakan kandungan bahan organik di lahan gambut yang sangat besar.

Kebakaran di lahan gambut biasanya diawali dengan penyulutan api di atas permukaan tanah. Penyulutan ini umumnya berupa kesengajaan yang dilakukan (pembakaran lahan). Api akan bergerak cepat menyebar ke segala arah. Kebakaran terjadi di area konsesi perusahaan (Kebun, HTI), lahan Masyarakat, kawasan Hutan/Taman Nasional dan area "konflik.

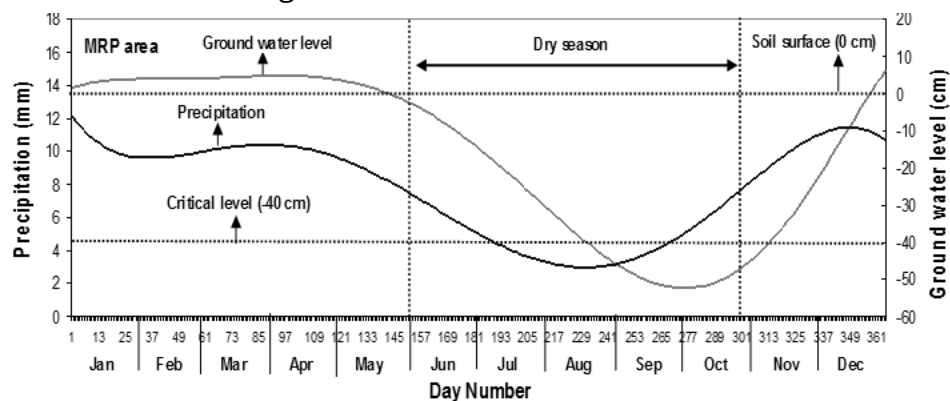
Kebakaran gambut (peat fire) dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik karakteristik gambut maupun cuaca, yaitu: kadar air gambut, tingkat dekomposisi gambut, tinggi muka air, maupun curah hujan. Menurut Syaufina et al. (2004) semakin tinggi kadar air gambut semakin rendah laju pembakaran. Kadar air kritis kebakaran gambut masih adalah 119 %. Tingkat kematangan gambut juga mempengaruhi keterbakaran lahan gambut, semakin belum matang gambut (jenis fibrik dan hemik) semakin mudah terbakar dibandingkan dengan jenis gambut

yang matang (jenis saprik). Curah hujan mempengaruhi tinggi muka air lahan gambut, sementara tinggi muka air akan mempengaruhi kadar air gambut.

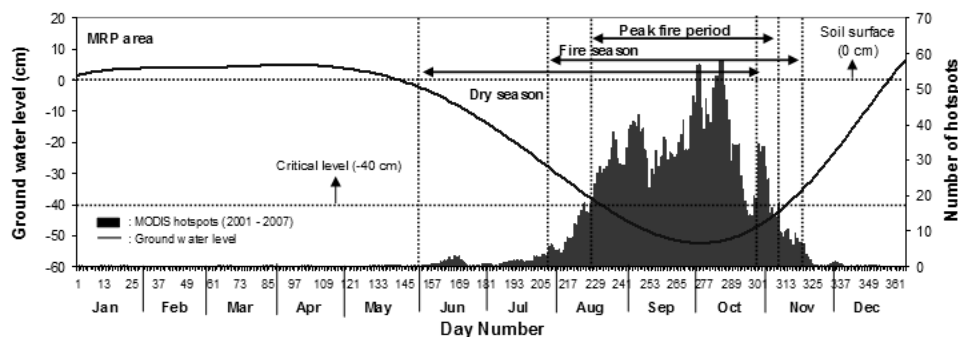
Hasil penelitian Putra dan Hayasaka (2011) di Mega Rice Project (MRP) Kalimantan Tengah mendapatkan Tinggi muka air (TMA) lahan gambut bervariasi dan berhubungan erat dengan curah hujan. TMA berada di atas permukaan tanah antara bulan Desember sampai dengan akhir Mei. Periode Juni-Oktober, tinggi muka air berada di kedalaman 12 cm sampai 50 cm dengan TMA kritis pada kedalaman 40 cm (Gambar 1).

Musim kebakaran di wilayah MRP Kalimantan Tengah menurut Putra dan Hayasaka (2011) terjadi pada periode Agustus-November dengan puncaknya kejadian di bulan Agustus-Oktober. Puncak kebakaran terjadi pada kondisi tinggi muka air kedalaman 40 cm dari permukaan, sehingga tinggi muka air tersebut dapat dijadikan indikator sebagai tinggi muka air kritis (Gambar 2).

Karhutla di gambut hampir terjadi setiap tahun di Sumatera dan Kalimantan. Sifat tanah gambut yang mudah kehilangan air dan kandungan bahan organik yang tinggi menyebabkan tanah ini sangat sensitif terhadap api. Karena itu perlu suatu pendekatan untuk mencegah potensi karhutla yang akan terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan tinggi muka air tanah (TMA) kritis sebagai indikator kebakaran lahan gambut.



Gambar 1 Curah Hujan dan TMA di Lahan Gambut (Putra dan Hayasaka 2011)



Gambar 2 TMA dan Jumlah Hotspots di Lahan Gambut (Putra dan Hayasaka 2011)

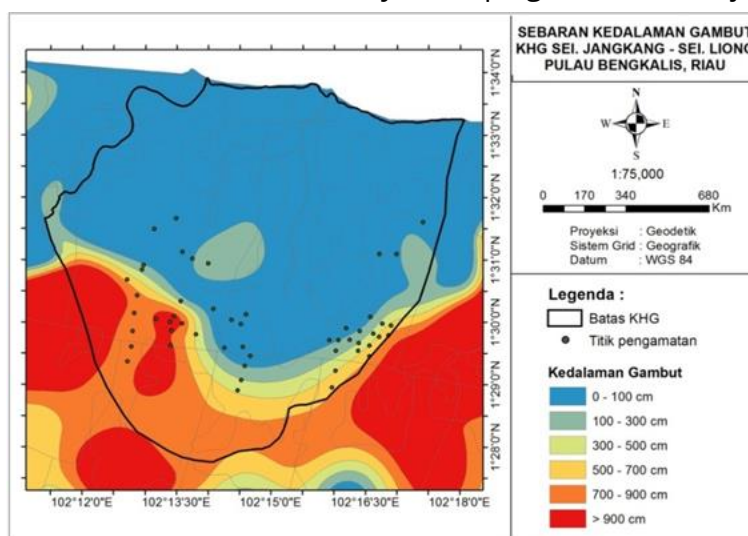
2. METODOLOGI

2.1 Kondisi Wilayah Studi

Gambut di Kabupaten Bengkalis umumnya merupakan gambut sangat dalam (lebih dari 4 m) yaitu sekitar 285 ribu ha. Pulau bengkali memiliki kawasan ekosistem kurang lebih 97.541 ha, di mana sekitar 30 ribu ha sebagai kawasan berfungsi lindung sesuai peraturan di mana 30% kawasan hidrologi gambut dijadikan sebagai fungsi lindung.

Ketebalan gambut di lokasi studi yaitu KHG Sei. Jangkang – Sei. Liong cukup bervariasi, dari gambut dangkal sampai gambut sangat dalam. Pada Gambar 3 terlihat juga bahwa penyebaran titik sampel yang diambil juga sudah mewakili semua kedalaman gambut. Walau secara jumlah tetap banyak yang berada di kisaran 0 – 100 cm, hal ini karena mayoritas gambut dilokasi studi adalah gambut dangkal atau tanah bergambut.

Kedalaman gambut di lokasi studi berkisar antara 9 – 940 cm, dengan mayoritas berada pada kedalaman 125 cm yang masuk kedalam gambut sedang. Kadar serat pada lapisan 0 – 50 cm berkisar 12 – 36 % dengan kondisi serat umum 20 % termasuk ke dalam gambut hemik, sedangkan pada kedalaman 50 – 100 cm lebih bervariasi yaitu 0 – 44 % di mana umumnya berupa gambut hemik juga (32 %).



Gambar 3 *Overlay* Titik Pengamatan dengan Kedalaman Gambut KHG Sei. Jangkang – Sei. Liong, Kab. Bengkalis

2.2 Alat dan Bahan

Pengolahan data dilakukan menggunakan seperangkat komputer dengan software ARC GIS 10.4, ERDAS Imagin 2014 dan Program R Studio 3.4.3.

Data yang dipergunakan berupa data Landsat 8 OLI bulan Maret, April, 2016. Data sifat fisik gambut berupa kadar serat kedalaman 50 – 100 cm dan bobot isi kedalaman 0 – 50 cm bulan Mei 2016 dari penelitian Edi (2017). Peta Rupa Bumi

Indonesia (RBI) Pulau Bengkalis 1:50 000 dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) berupa data hotspot bulan Maret – Juni 2016 dari FIRMS/NASA.

2.3 Metode

Penentuan titik kritis terjadinya kebakaran lahan gambut sebagai peringatan dini kebakaran dilakukan dengan cara menghitung selisih dari nilai TMA terdangkal dengan kisaran kemungkinan kesalahan yang diperoleh (RMSE) dari model seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1, yaitu:

$$TMA_{kritis} = TMA_{min} - RMSE \quad (1)$$

di mana TMA_{kritis} adalah titik kedalaman muka air tanah kritis pada saat terjadi hotspot. TMA_{min} adalah kedalaman muka air tanah terdangkal saat terjadi hotspot. RMSE adalah error yang didapat dari hasil perhitungan model.

Model TMA yang digunakan adalah model estimasi TMA bulan Mei 2016 yang diperoleh dengan menggunakan data lapangan dan indeks kekeringan. Persamaan model linier untuk masing-masing TMA adalah seperti ditunjukkan pada persamaan 2, 3 dan 4 berikut ini:

$$TMA_{lapangan} = 159.74 - 600.99 L_1 + 0.84 L_2 \quad (2)$$

di mana $TMA_{lapangan}$ adalah estimasi TMA dari data lapangan. L_1 merupakan kondisi bobot isi pada kedalaman 0 hingga 50 cm. L_2 adalah kondisi kadar serat tanah pada kedalaman 50 – 100 cm.

$$TMA_{indeks} = -439.5 - 1639.7 I_1 - 640.2 I_2 + 477 I_3 \quad (3)$$

di mana TMA_{indeks} merupakan estimasi TMA dari indeks kekeringan. I_1 adalah kondisi NDWI pada bulan Maret 2016. I_2 adalah kondisi NDWI bulan April 2016. I_3 adalah VSDI bulan Maret 2016.

$$TMA_{gab} = -157.42 - 584.64 G_1 + 0.85 G_2 - 627.23 G_3 + 273.66 * G_4 \quad (4)$$

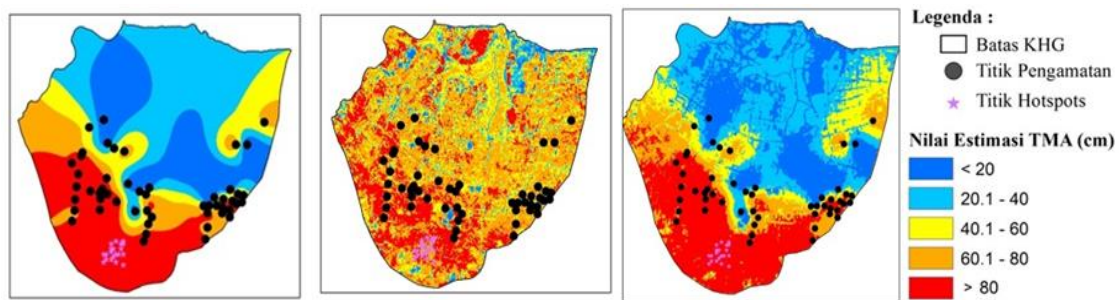
di mana $TMA_{lapangan}$ adalah estimasi TMA dari data lapangan. G_1 merupakan kondisi bobot isi pada kedalaman 0 hingga 50 cm. G_2 adalah kondisi kadar serat tanah pada kedalaman 50 – 100 cm. G_3 adalah kondisi NDWI pada bulan Maret 2016. G_4 adalah VSDI bulan Maret 2016.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

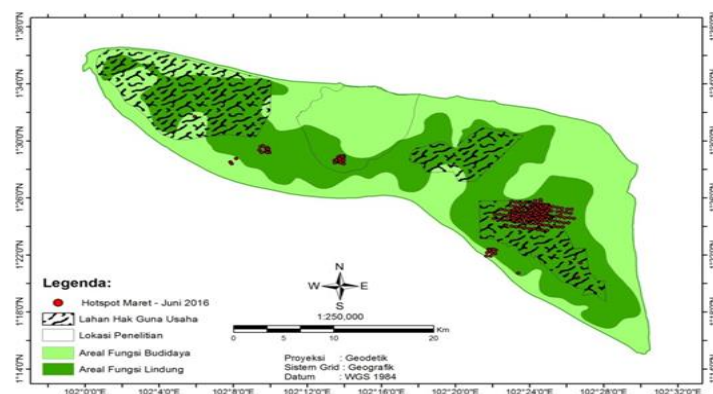
Hasil pengolahan estimasi TMA lapangan diketahui bahwa yang berperan penting dalam menentukan kondisi TMA gambut yaitu bobot isi pada kedalaman 0 – 50 cm dan kadar serat di kedalaman 50 – 100 cm. Pada titik terjadinya hotspot diketahui bobot isi pada kedalaman 0 – 50 cm umumnya adalah 0.16 g/cm³, dengan tingkat kematangan sedang (jenis hemik). Berdasarkan kadar serat pada kedalaman 50 – 100 cm umumnya sebesar 18 %, yang memiliki tingkat kematangan sedang (jenis hemik). Tingkat kematangan lahan gambut terjadinya hotspot dilokasi penelitian pada kedalaman 0 – 100 cm adalah jenis hemik. Kematangan gambut jenis hemik memiliki daya ikat air yang tidak terlalu besar,

maka air di lahan dapat dengan cepat hilang dari lahan sehingga lahan menjadi cepet kering. Kematangan hemik juga sangat mudah terbakar pada kondisi kering karena serat tanaman sudah lebih halus maka bila tersulut api akan cepat menjalar baik ke samping maupun ke dalam permukaan gambut, maka lahan gambut di daerah fungsi lindung (Gambar 5) dengan tipe hemik cukup rentan terhadap kejadian kebakaran lahan gambut.

Menurut data hak guna usaha (HGU), lahan ini adalah hutan lindung yang tidak ada izin usaha, berarti dibawah pengawasan Pemerintah Daerah (Pemda) setempat (Gambar 4). Tanggung jawab yang menjaga kondisi TMA di KHG Sei. Jangkang -Sei. Liong adalah Pemda Bengkalis. Terutama menjaga agar kawasan fungsi lindung karena memiliki gambut tipe hemik sehingga kemampuan lahan untuk mencegah hilangnya air dari lahan di musim kemarau cukup kecil. Pemantauan dan penanganan kebakaran di lokasi KHG Sei. Jangkang - Sei. Liong adalah tanggungjawab Pemda untuk itu sebaiknya lakukan rehabilitasi lahan gambut. Sikap tegas dari pemerintah khususnya Pemda sangat penting sehingga lokasi-lokasi gambut fungsi lindung tidak lagi dikuasai oleh perorangan atau perusahaan, sehingga kelestarian gambut dapat dipertahankan.



Gambar 4. Sebaran Model estimasi TMA dari Lapangan (a), Indeks kekeringan (b), dan Gabungan (c)



Gambar 5 Areal Fungsi Gambut, Hak Guna Usaha, dan Hotspot 2016 di Pulau Bengkalis

Perhitungan kisaran TMA saat terjadinya kebakaran (lebih dari 5 titik hotspot berdekatan dinyatakan terdapat kebakaran di lokasi tersebut), untuk setiap model estimasi dapat dilihat pada Tabel 1. Model estimasi TMA data lapangan memiliki kisaran terjadinya kebakaran antara 74.3 – 107 cm, dengan demikian berarti kedalaman titik kritisnya adalah 74 cm. Pada model estimasi TMA indeks kekeringan diperoleh bahwa kebakaran terjadi pada TMA berkisar antara 27 – 101 cm, berarti kedalaman titik kritisnya adalah 27 cm. Model estimasi gabungan hasil rekomendasi memberikan nilai berkisar antara 66.8 – 98.8 cm terjadinya kebakaran di lahan gambut, maka titik kritis kedalaman TMAnya adalah 66.8 cm.

Menurut PP No 71/2014 dan hasil penelitian Putra dan Hayasaka (2011), menyatakan bahwa titik kritis terjadinya kerusakan dan kebakaran di lahan gambut fungsi budidaya adalah 40 cm, sedangkan menurut Taufik et al. (2010 dan 2011), titik kritis TMA terjadi kebakaran adalah pada kedalaman 65.9 cm untuk wilayah HTI di Sumatera Selatan. Pernyataan – pernyataan ini bila dibandingkan dengan hasil yang telah diperoleh dari penelitian ini di mana kebakaran terjadi di gambut fungsi lindung adalah berkisar antara 27 cm (estimasi TMA indeks kekeringan) hingga 74 cm (estimasi TMA data lapangan). Rendahnya nilai titik kritis (27 cm) yang diperoleh karena model estimasi TMA indeks kekeringan ini masih rendah akurasi, sehingga pada TMA dangkal sudah menjadi batasan titik kritis terjadinya kebakaran. Sebagai upaya untuk mencegah terjadinya kerusakan, kekeringan, dan kebakaran lahan gambut hendaknya kondisi TMA tetap dijaga pada kedalaman kurang dari titik kritis.

Tabel 1 Estimasi Titik Kritis Setiap Rekomendasi Model Estimasi TMA

Keterangan	Estimasi TMA		
	Data Lapangan	Indeks Kekeringan	Gabungan
Kisaran TMA Terjadi Kebakaran (cm)	90.5±16.2	64.4±36.9	82.8 ± 16.0
Titik Kritis (cm)	74.0	27.0	66.0
R ² (%)	81.5	13.0	84.0

Model estimasi gabungan memiliki AICc dan RMSE terkecil serta R² dan proporsi hotspot terbesar. Model terbaik berikutnya adalah Model estimasi TMA data lapangan di mana memiliki nilai-nilai kriteria yang lebih baik daripada Model estimasi TMA indeks kekeringan. Indeks kekeringan tetap dapat digunakan untuk mengestimasi TMA lahan gambut walau hasilnya masih sangat kasar (akurasi rendah). Untuk lokasi-lokasi yang belum pernah dilakukan pengukuran data lapangan, estimasi TMA dengan indeks kekeringan dapat diterapkan sebagai pendugaan awal.

Akurasi yang dihasilkan dengan menggunakan estimasi TMA indeks kekeringan memiliki akurasi terendah dari dua model estimasi TMA lainnya, namun dari perbandingan biaya yang diperlukan untuk memperoleh informasi TMA. Model

estimasi TMA indeks kekeringan memiliki biaya paling murah karena perolehan data secara gratis, namun terkendala ketersediaan data yang bebas awan. Perhitungan TMA dengan indeks kekeringan membutuhkan waktu pengerjaan yang lebih efisien (cepat) daripada kedua model lainnya. Pada penelitian ini menggunakan data bulan Maret dan April untuk mengestimasi TMA tanah di bulan Mei, maka berarti dengan cara yang sama dapat juga dibuat model estimasi TMA untuk bulan-bulan lainnya bila diketahui informasi TMAnya.

Perhitungan model estimasi TMA menggunakan data lapangan memiliki akurasi yang lebih baik dari model estimasi TMA indeks kekeringan, sehingga dapat digunakan untuk mengestimasi TMA daerah-daerah yang belum memiliki alat pengukur/ belum pernah diukur TMAnya. Biaya yang dibutuhkan untuk memperoleh data-data tersebut cukup mahal, karena harus senantiasa diukur setiap saat diseluruh titik pantau. Menurut PerMen KLHK P.15/2017, jumlah titik pantau paling sedikit 15 % dari seluruh jumlah petak tanaman pokok atau blok produksi. Model estimasi TMA data lapang yang terdiri dari variabel bobot isi 0 – 50 cm, dan kadar serat 50 – 100 cm merupakan data statis di mana laju perubahannya lamban, sehingga belum dapat digunakan untuk memprediksi, kecuali bila model ini ditambahkan dengan variabel yang dinamis (misalnya curah hujan).

Estimasi TMA model gabungan merupakan model yang memiliki akurasi tertinggi. Penggunaan model estimasi gabungan diharapkan dapat mengurangi jumlah titik pantau yang harus diukur, sehingga dapat mengurangi biaya operasional. Berkurangnya jumlah titik pantau yang harus diukur, berarti mempercepat proses perhitungan TMA. Perhitungan estimasi TMA menggunakan data gabungan ini juga sudah dapat dimanfaatkan untuk memprediksi kondisi TMA pada bulan-bulan lainnya dengan syarat kondisi tidak jauh berbeda atau tidak terjadi kondisi ekstrim (El Nino, dan La Nina). Kelemahan dari model estimasi TMA gabungan yaitu sulitnya memperoleh data Landsat 8 yang bebas awan, sedangkan penggunaan data lain yang tidak terpengaruh awan memiliki keterbatasan jumlah spektral (resolusi spektral rendah).

Melihat nilai titik kritis yang dihasilkan dari model estimasi TMA indeks kekeringan (27 cm) yang lebih rendah dari nilai kritis yang ditetapkan pemerintah (40 cm) menyebabkan pemanfaatan metode ini dapat dijadikan peringatan dini (*early warning*) sebelum tercapai titik kritis 40 cm. Titik kritis dengan menggunakan model estimasi TMA gabungan (66 cm) menjadi *early warning* terjadinya kebakaran lahan gambut.

Metode perhitungan estimasi TMA ini dapat dilakukan untuk perhitungan bulan-bulan lainnya. Model akan berbeda untuk setiap bulan dan setiap kondisi iklim. Pengaruh perubahan musim hujan dan musim kemarau akan sangat mempengaruhi kondisi TMA gambut. Kondisi El Nino yang menyebabkan musim kemarau semakin panjang menyebabkan ketersediaan air tanah dan TMA akan sangat berkurang sehingga resiko terjadinya kebakaran akan sangat besar. Oleh

karena itu, model yang akan dihasilkan juga akan sangat berbeda dengan model yang dihasilkan pada saat kondisi iklim normal atau La Nina.

4. KESIMPULAN

Titik kritis kedalaman muka air tanah gambut berkisar antara 27 hingga 74 mm. Kedalaman muka air tanah lahan gambut hendaknya tetap dipertahankan kurang dari titik kritis, jika tidak kekeringan yang berimbas terhadap kebakaran gambut akan terjadi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Edi H. 2017. *Identifikasi potensi bahaya subsidence di kesatuan hidrologi gambut Sungai Jangkang – Sungai Liong Pulau Bengkalis [tesis]*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Putra, E.I., dan H. Hayasaka. 2011. The effect of precipitation pattern of dry season on peat fire occurrence in Mega Rice Project area, Central Kalimantan, Indonesia. *Tropics* 19(4): 145-156.
- Sekretariat Negara. 2014. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2014 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut. Jakarta (ID).
- Syaufina L, Saharjo BH, Tiryan T. 2004. The estimation of greenhouse gases emission of peat fire. *Working Paper* No. 04. Environmental Research Center. Bogor Agricultural University. Bogor.
- Taufik, M., B.I. Setiawan, L.B. Prasetyo, N.H. Pandjaitan, dan Soewarso. 2010. Peluang untuk mengurangi bahaya kebakaran di HTI lahan basah: model pendekatan pengelolaan air. *J Hidrosfir Indonesia* 5 (2): 55 – 62.
- Taufik, M., B.I. Setiawan, L.B. Prasetyo, N.H. Pandjaitan, dan Soewarso. 2011. Development of fire danger index at SBA wood industries, South Sumatera. *J Penelitian Hutan Tanaman* 8 (4): 215 – 223.

SIMULASI NUMERIK PADA RESIKO BANJIR BANDANG PASCA BENCANA LONGSOR DI BANARAN, PONOROGO

Fadly Usman¹, Sunaryo², dan M Fathoni³

¹Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No. 1, Malang, Indonesia, email; fadlypwk@ub.ac.id

²Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No. 1, Malang, Indonesia, email; sunaryo@ub.ac.id

³Jurusan Keperawatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No. 1, Malang, Indonesia, email; mfathony@gmail.com

ABSTRACT

The landslide disaster that hit the residential area of Banaran village, Ponorogo regency, East Java provided a valuable lesson on the importance of controlling land conversion activities. The purpose of research is related to the investigation of landslide affected areas, and to know the impact caused by the landslide disaster. By using an unmanned aircraft or UAV (Unmanned Aerial Vehicle) is used to know in detail the affected areas and a 3D spatial analysis is conducted to analyze the volume of landslides that bury Banaran Village. By using Geographic Information System (GIS) technology and numerical simulation, it can be seen how the condition of the area is affected before landslide, so it can be known with certainty of the landslide-affected residents such as the number of houses, farmland area, and other assets in the landslide area.

Keywords : Landslide, UAV, GIS, 3D spatial analysis, numerical simulation

ABSTRAK

Bencana longsor yang menerjang kawasan permukiman di Desa Banaran, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur memberi pelajaran berharga tentang pentingnya untuk mengontrol kegiatan alih fungsi lahan. Tujuan dari penelitian terkait investigasi kawasan terdampak tanah longsor ini adalah untuk mengetahui dampak yang terjadi akibat bencana longsor tersebut. Dengan menggunakan pesawat tanpa awak atau UAV (Unmanned Aerial Vehicle) digunakan untuk mengetahui secara detail kawasan yang terdampak, kemudian dilakukan analisis spasial secara 3D terhadap volume tanah longsor yang menimbun Desa Banaran. Dengan teknologi SIG dan simulasi numerik maka dapat diketahui bagaimana kondisi kawasan terdampak sebelum terjadi longsor, sehingga dapat pula diketahui dengan pasti properti warga yang terkena longsor seperti jumlah rumah, luas lahan pertanian, dan asset lain yang berada di kawasan longsor

Kata Kunci : Longsor, pesawat tanpa awak, SIG, 3D Analisis Spasial, simulasi numerik

1. PENDAHULUAN

Tanah longsor sering terjadi selama atau setelah musim hujan di daerah pegunungan. Hal ini sering mengakibatkan hilangnya nyawa dan kerusakan terhadap lingkungan binaan alami dan buatan (Fuchu et al., 2002). Longsor adalah bahaya alami yang umum terjadi dan sering berakibat pada hilangnya nyawa manusia dan menyebabkan kerusakan luas pada properti dan infrastruktur. Tanah longsor, secara umum, termasuk kedalam semua gerakan material permukaan ke bawah yang mendadak seperti tanah liat, pasir, kerikil dan batu. Gempa bumi, hujan deras, letusan gunung berapi, dan sebagainya dapat menjadi pemicu terjadinya longsor (Kessarkar et al., 2011).

Longsor di Desan Banaran diawali hujan dengan intensitas tinggi selama tiga jam. Hal ini membuat tiga rumah di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, hanyut dan tertimbun longsoran tanah pada hari Rabu tanggal 19 April 2017 sore hari. Beberapa kajian telah dilakukan, banyak diantaranya yang menganggap bahwa longsor terjadi akibat kelerengan longsoran yang begitu terjal, jenis tanah yang rapuh, dan juga alih fungsi lahan di lokasi. Semua asumsi bisa saja dijadikan pijakan awal dalam berpikir ilmiah sehingga didapat titik terang yang dapat dipakai sebagai rujukan dalam kajian penelitian yang lebih mandalam.

Dalam penelitian ini, pembahasan utama focus kepada metode yang dipakai untuk melakukan investigasi secara cepat dan akurat. Dengan demikian, hasil yang diharapkan langsung dapat diterapkan ke dalam bentuk arahan dan rekomendasi yang sesuai bagi masyarakat maupun penduduk yang terpapar longsor secara langsung.

2. METODOLOGI

Kondisi medan yang terjal dan sulit dijangkau membutuhkan beberapa pendekatan dalam melakukan analisis secara keruangan (spasial). Dalam kegiatan penelitian tentang investigasi cepat atau respon cepat (quick response) maka digunakan perangkat keras berupa pesawat tanpa awak (Unmanned Aerial Vehicle) atau biasa dikenal dengan nama sebutan drone.

Drone digunakan untuk perekaman gambar dan memetakan kondisi terkini kawasan studi, sehingga langkah berikutnya setelah didapatkan data adalah dilakukannya analisis spasial lanjutan terkait kondisi eksisting daerah terdampak longsor seperti; volume longsoran, luas kawasan terdampak, dan kemungkinan-kemungkinan longsoran susulan atau pun banjir bandang.

Berbeda dengan analisis spasial yang menggunakan database dari server penyedia peta seperti USGS (United States Geological Survey) dan sejenisnya, pemanfaatan pesawat tanpa awak ini juga menampilkan kondisi terbaru dan terkini dari kawasan yang sedang diamati dalam penelitian.

Dalam melaksanakan penelitian ini, analisis spasial yang dimaksud adalah dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.3 dimana perangkat lunak ini memiliki fitur

untuk menampilkan peta kondisi tutupan lahan di lokasi studi. Hubungan antara teknik penginderaan jarak jauh dan GIS perlu dikaji lebih dalam, yang mana hal ini akan memainkan peran penting dalam pemetaan zonasi tanah longsor.

Identifikasi tanah longsor, yang merupakan parameter penting dalam setiap penilaian bahaya longsor regional, bisa sangat baik dilakukan terutama dengan data penginderaan jarak jauh satelit. Dalam hal ini penggunaan teknologi GIS sebagai alat yang sangat baik untuk menampilkan distribusi spasial tanah longsor dengan menggunakan atribut yang ada, walaupun demikian peta longsor yang disajikan tetap harus divalidasi dengan ground check di lapangan. (Kuldep et al., 2012). Dengan diketahuinya kondisi sebelum longsor dan setelah longsor, maka dapat dilakukan beberapa analisis seperti volume tanah longsor, volume tanah yang menutupi kawasan permukiman, jumlah unit rumah yang terdampak langsung, asset dan property lain yang terkena longsor, serta property alamiah lain yang terampak akibat bencana tanah longsor seperti sungai, hutan, sawah, ladang, dan sebagainya.

Sedangkan untuk memperkirakan kelerengan dan bentuk 3D dari kawasan studi, maka digunakan perangkat lunak seperti Global Mapper 16 sehingga volume longsor tanah dapat diperkirakan berdasarkan data ketinggian lahan dari muka laut. Terdapat dua peta pembanding yaitu hasil citra dari foto udara dan berdasarkan database milik BingMap atau GoogleMaps. Sedangkan data series pembanding lain berdasarkan data yang tersedia pada fitur GoogleMaps.

Dalam laporan penelitiannya, Abdoullah Namdar (2014) menyatakan bahwa beberapa faktor yang menyebabkan tanah longsor termasuk curah hujan, gempa bumi, erosi telah dibahas di banyak kajian penelitian. Erosi secara kuantitatif diakibatkan curah hujan dan badai hujan harus dinilai pada daerah yang berpotensi terkena dampak longsor, berdasarkan pengamatan kejadian longsor di masa lalu dan juga sifat rekayasa tanah.

Tidak ada infrastruktur drainase yang tepat yang dapat mempercepat erosi dan mengakibatkan runtuhnya infrastruktur drainase serta terjadinya longsor di bawah curah hujan yang deras. Sehingga investigasi mineralogi dapat menunjukkan bahwa ada hubungan yang erat antara mineralogi tanah dengan jumlah erosi, serta kemampuan kerja fasilitas drainase dan kemungkinan-kemungkinan untuk terjadi longsor di masa mendatang.

Simulasi numerik terkait longsor telah mulai diinvestigasi sejak lama (Tinti, 2006). Tanah longsor dapat dimodelkan sedemikian hingga menyerupai kondisi kejadian sesungguhnya berdasarkan nilai akselerasinya (Watts, 1998), dengan melakukan beberapa prosedur yang dapat diterima untuk melakukan rekonstruksi terhadap kecepatan longsor (Watts, 2000).

Tanah longsor sendiri memiliki karakter seperti frekwensi, magnitudo, berat jenis masa, dan semua menjadi variabel penting dalam menilai resiko bencana (Stefanini, 2004). Model bencana alam terkait longsor, dalam hal ini masih dapat

diterima dalam dunia penelitian. Dengan mengusulkan beberapa teknik terkait longsoran slope, beberapa faktor penyebab tanah longsor dan sejenisnya dapat diinvestigasi lebih teliti.

Di dalam studi ini digunakan program CADMAS-Surf / 2D untuk melakukan simulasi numerik. Persamaan yang digunakan terdiri dari persamaan kontinuitas, persamaan Navier-Stokes dalam arah x dan arah z sebagai persamaan adveksi untuk menemukan tingkat air lumpur (koefisien). Persamaan terakhir meliputi fungsi $F(x, z, t)$, yang berarti rasio volume air di setiap sel secara numerik.

$$\frac{\partial \gamma_x u}{\partial x} + \frac{\partial \gamma_z w}{\partial z} = S_p \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \lambda_v \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial \lambda_x uu}{\partial x} + \frac{\partial \lambda_z wu}{\partial z} = & -\frac{\gamma_v}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \gamma_x v_e \left(2 \frac{\partial u}{\partial x} \right) \right\} \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ \gamma_z v_e \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \right\} - D_x u + S_u - R_x \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \lambda_v \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial \lambda_x uw}{\partial x} + \frac{\partial \lambda_z ww}{\partial z} = & -\frac{\gamma_v}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} \left\{ \gamma_z v_e \left(2 \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right\} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \gamma_x v_e \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \right\} - D_z w + S_w - R_z - \gamma_v g \end{aligned} \quad (3)$$

$$\gamma_v \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\partial \gamma_x uF}{\partial x} + \frac{\partial \gamma_z wF}{\partial z} = S_F \quad (4)$$

Dalam persamaan di atas, t berarti waktu, x dan z adalah koordinat horizontal dan vertikal. p adalah tekanan, u dan w dari komponen kecepatan horisontal dan vertikal. Kemudian ρ adalah kerapatan fluida, v adalah penjumlahan viskositas kinematik molekuler dan viskositas eddy kinematik, g adalah percepatan karena gravitasi. γ_v adalah porositas, γ_x dan γ_z adalah komponen porositas udara, S_F , S_u dan S_w adalah sumber dari pembangkitan gelombang, D_x dan D_z adalah koefisien untuk lapisan spons, dan R_x dan R_z adalah komponen resistansi karena porositas pada sumbu x dan z .

Dalam penelitian ini tidak dilakukan analisis mendalam dengan menggunakan simulasi numerik. Analisis ini hanya dipakai sebagai pembandingan kecepatan luncur tanah longsor apabila longsoran merupakan lumpur yang dapat berdampak langsung kepada kemungkinan terjadinya banjir bandang.

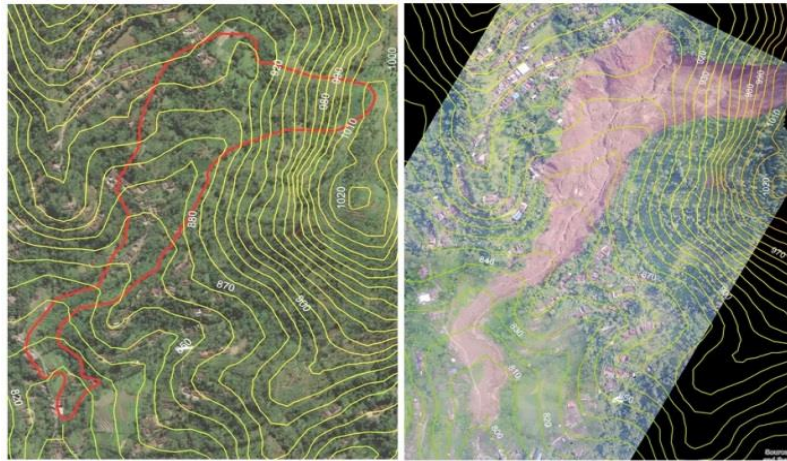
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan akan dibagi ke dalam tiga jenis pendekatan, yaitu analisis foto udara, analisis spasial tiga dimensi dan simulasi numerik.

3.1 Hasil Analisis Foto Udara

Berdasarkan hasil foto udara dengan menggunakan drone maka dapat diketahui jumlah rumah yang terdampak langsung bencana longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo.

Pada gambar 1 di bawah ini dapat dilihat bagaimana perbedaan tutupan lahan antara sebelum terdampak longsor dan susah bencana longsor terjadi. Setelah dilakukan deliniasi terhadap luasan kawasan terdampak, dapat diketahui sebaran tanah longsor dan juga rumah-rumah maupun asset yang terkena longsor.



Gambar 1. Hasil foto udara sebelum terjadi dan sesudah terjadi bencana longsor di Desa Banaran.

Data ini sangat dibutuhkan untuk menata ulang kawasan permukiman yang terkena longsor sehingga dapat dilakukan perencanaan untuk merumahkan kembali penduduk yang berada di Desa terdampak. Sedangkan gambar 2 di bawah ini menunjukkan foto lokasi berdasarkan hasil pengamatan di lapangan.



Gambar 2. Sungai alamiah yang terbentuk pasca terjadinya bencana longsor di Desa Banaran. (Gambar diambil pada tanggal 22/05/2017)

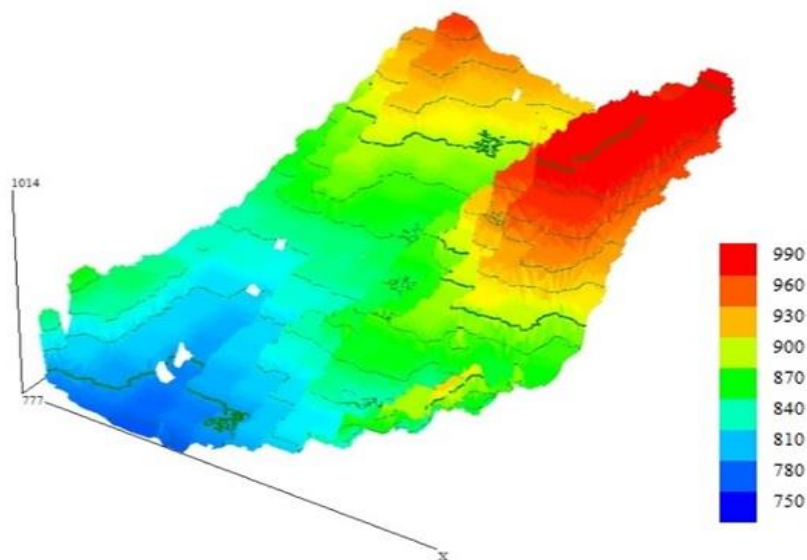
Hasil foto udara diketahui pula bahwa terdapat 33 unit rumah yang terdampak langsung saat terjadi bencana tanah longsor, sedangkan jumlah warga yang terdampak sebanyak 128 jiwa, 100 orang dinyatakan selamat dan 28 orang dinyatakan tewas dan atau hilang (belum ditemukan jasadnya).

Adapun kejadian longsor di Desa Banaran telah berdampak langsung pada tertimbunnya beberapa kawasan, yaitu 28 Ha di Dusun Tangkil dan 2 Ha di Dusun Krajan, 3 jembatan Desa putus, 3 titik sumber air, serta 1 unit trafo ikut terdampak. Berdasarkan foto pada gambar 2 di atas, sungai alamiah yang terbentuk menunjukkan terdapatnya sumber air alamiah di sekitar kawasan longsor. Sumber air yang menganak sungai ini bisa jadi merupakan pemicu terjadinya bencana longsor. Dengan hasil pengamatan dengan menggunakan foto udara dan crosscheck di lapangan maka, kegiatan analisis dapat dilanjutkan kepada tahapan analisis spasial.

3.2 Hasil 3D analisis spasial

Dalam melakukan analisis spasial, beberapa variable dijadikan sebagai bahan pertimbangan penting seperti tutupan lahan, sebaran unit rumah, topografi, kelerengan, dan sebagainya.

Gambar 3 di bawah ini merupakan bentuk tiga dimensi dari material tanah longsor sebelum bencana terjadi. Interpretasi terhadap kontur ini didapatkan berdasarkan data elevasi masing-masing titik ukur yang diterjemahkan ke dalam perangkat lunak pembaca data tabular (tabel) ketinggian muka laut.



Gambar 3. Bentuk tiga dimensi (3D) tebing yang longsor di Desa Banaran sebelum bencana terjadi.

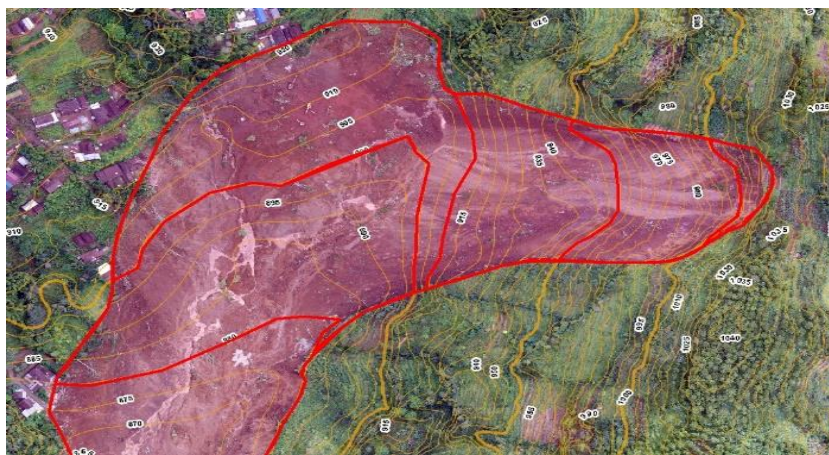
Adapun volume tanah longsor di Desa Banaran dihitung dengan menggunakan asumsi volume tiap lapis tanah pada gambar 4 di bawah kemudian dihitung berdasarkan sebaran tanah longsor di lokasi yang terdampak.

Tabel 1. Kalkulasi volume tanah longsor

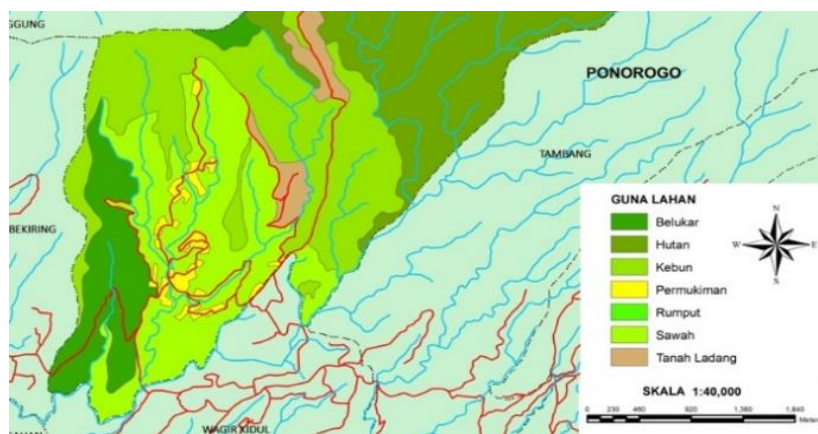
No	Zona	Area 2D	Kalkulasi
1	A	1,497.24	7,486.20
2	A	9,039.39	90,393.90
3	A	13,109.55	131,095.50
4	B	25,182.05	125,910.25
5	C	26,998.02	107,992.08
			462,877.93

Tabel 1 di atas merupakan hasil perhitungan volume tanah longsor yang dihitung berdasarkan luas area polygon tiap segmen dan ketinggian topografi sebelum terjadi longsor.

Perkiraan fenomena yang terjadi ketika longsor adalah, zona A longsor dengan total volume 228.975 m³ dan kemudian menghantam zona B dengan volume tanah longsor sebanyak 125.910 m³, sehingga akumulasi longsor dari zona A dan zona B diteruskan sehingga volume tanah longsor terpropagasi dengan kecepatan tertentu sampai ke zona C sehingga menjadi semakin banyak dengan volume 462.877 m³.



Gambar 4. Perhitungan volume longsor berdasarkan deliniasi polygon dengan ArcGIS.



Gambar 5. Lebih dari 50% penggunaan lahan di Desa Banaran adalah sebagai hutan, guna lahan selain itu adalah sebagai kawasan permukiman, kebun, sawah, dan lain sebagainya.

Gambar 5 di atas merupakan hasil analisis penggunaan lahan di Desa Banaran. Berdasarkan hasil deliniasi terhadap tutupan lahan, penggunaan lahan di Desa banaran masih didominasi oleh penggunaan lahan untuk hutan, sedangkan penggunaan lahan lain adalah sebagai kebun, sawah, permukiman, dan tanah kosong. Beberapa pemberitaan sebelumnya menyebutkan bahwa, alih fungsi hutan di kawasan perbukitan yang menjadi salah satu penyebab bencana longsor, akan tetapi jumlah alih fungsi lahan untuk pertanian tidak begitu signifikan bila dibandingkan dengan penggunaan lahan sebagai kawasan hutan lindung dalam pengawasan Perhutani. Dengan melihat beberapa kenyataan di atas, kemungkinan longsor terjadi diakibatkan penyebab-penyebab lain. Seperti yang terlihat pada gambar 2, 3 dan 4, dimana lokasi longsor membentuk aliran sungai baru (gambar 2), kemudian bentuk bukit hanya terkikis sebagian dan tidak sebanyak tebing berwarna merah (gambar 3), ditambah dengan hasil foto udara yang menunjukkan sungai alami bentukan longsor dengan lebar lebih dari 5 meter (gambar 4).

Untuk memberikan alasan yang lebih ilmiah, dilakukan analisis numerik menggunakan CADMAS Surf 2D dengan tujuan untuk menghitung kecepatan lumpur menerjang Desa Banaran berdasarkan beberapa data video yang diakses melalui situs resmi BNPB.

3.3 Hasil Analisis Numerik

Dalam analisis numerik, variable yang terpenting adalah berat jenis material, sehingga dapat diketahui kecepatan longsor dengan model bentuk topografi yang dibuat menyerupai tempat terjadinya longsor di Desa Banaran.

Fenomena propagasi longsor di Banaran sedikit banyak memberikan pekerjaan rumah tambahan, karena secara bukti fisik hasil pengamatan menggunakan citra satelit, tutupan lahan masih didominasi penggunaan lahan untuk hutan, tetapi tanah longsor bahkan terjadi di kawasan hutan. Jika hanya berdasarkan kelerengan kawasan yang longsor, kawasan dengan kelerengan yang sama bahkan lebih terjal di sebelahnya tidak ikut longsor.

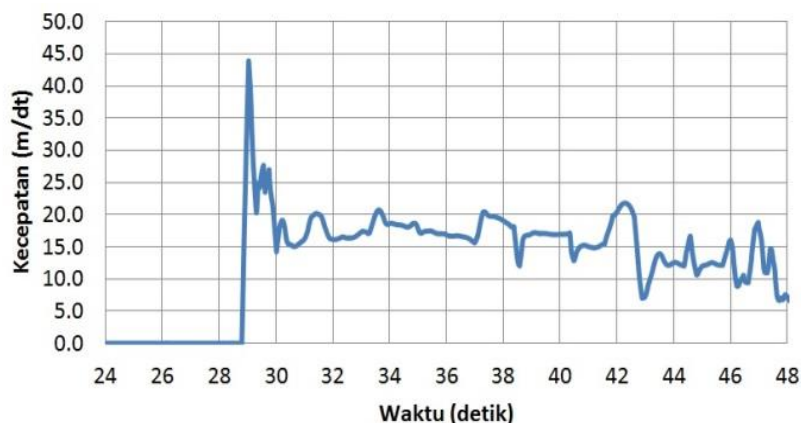


Gambar 6. Screen shot simulasi numerik detik ke 20 s.d. detik ke 45

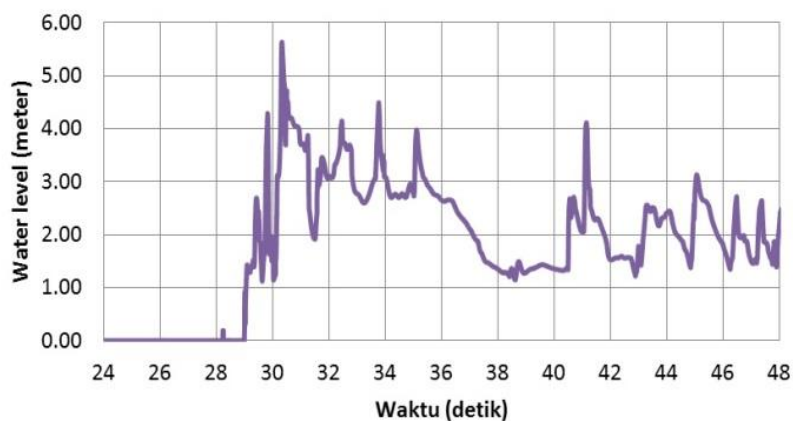
Dalam penelitian ini asumsi temuan awal dalam deskripsi di atas yang kemudian dijadikan bahan pertimbangan dalam melakukan analisis numerik, dengan koefisien material lebih pekat dari air, dan mendekati kepekatan adonan semen, yaitu sekitar 1500 kg/m^3 , maka pengaturan angka-angka dalam simulasi numerik pun dilakukan berdasarkan parameter-parameter baku yang ada.

Gambar 6 di atas merupakan hasil screenshot material longsor yang jatuh menimbun Desa Banaran. Panjang flume dalam simulasi ini adalah 600 meter dengan ketinggian flume 50 meter. Pada simulasi numerik ini, titik ukur dilakukan pada jarak 500 meter dari bibir flume, dengan parameter ketinggian longsor dan kecepatan luncur longsor. Berdasarkan grafik kecepatan longsor dan ketinggian longsor pada gambar 7 dan 8 maka dapat dilihat bahwa rata-rata kecepatan longsor adalah 20 m/detik atau 72 km/jam . Sedangkan ketinggian longsor 1.5 s.d, 3.0 meter.

Dengan ketinggian dan kecepatan longsor seperti di atas, daya rusak longsor sungguh luar biasa, sehingga apa saja yang berada di hadapannya akan rusak dan berakibat kepada menumpuknya timbunan material longsor pada obstacles tertentu.



Gambar 7. Hasil pengukuran kecepatan longsor pada titik pengukuran 500 meter dari bibir flume.



Gambar 8. Hasil pengukuran ketinggian longsor pada titik pengukuran 500 meter dari bibir flume.

Berdasarkan volume longsor sebanyak 462.877 m³, jika diteruskan sepanjang lembah yang terdampak longsor, maka bisa saja terjadi longsor susulan atau lebih tepat lagi jika disebut dengan banjir bandang. Hal ini diakibatkan terdapat sumber air alamiah dengan debit yang cukup besar, kemudian membentuk anak sungai baru yang membentang dari utara menuju selatan kawasan terdampak longsor.

Tindakan preventif yang bisa dilakukan adalah membiarkan aliran air tersebut mengalir secara alami, dengan menyingkirkan semua penghalang berupa sisa longsor dan sejenisnya. Karena apabila aliran sungai tersebut terhambat, lalu membentuk kantong air layaknya danau, maka hal ini dapat memicu terjadinya banjir bandang dengan material ikutan berupa sisa-sisa tanah longsor bercampur air sehingga membentuk longSORan lumpur dengan kemampuan jangkauan yang lebih jauh dan lebih luas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari foto udara, foto satelit, analisis spasial dan juga analisis numerik, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya;

- Alih fungsi lahan tidak memberikan kontribusi yang cukup signifikan untuk terjadinya longsor, dikarenakan bagian atas zona longsor masih berupa hutan dengan kerapatan yang cukup padat.
- Demikian juga dengan kelerengan yang terjal antara 1010 m dpl pada puncak longsor sampai dengan 880 m dpl di kawasan permukiman Desa Banaran, karena pada bagian selatan juga memiliki kontur yang serupa dengan kontur tanah longsor di bagian utara.
- Terbentuknya jaringan sungai alamiah baru dipicu adanya saluran sungai bawah tanah yang terakumulasi pada titik tertentu sehingga menjadi pemicu longsor. Pada gambar 1 sebelah kanan dapat dilihat bagaimana alur sungai baru yang terbentuk pasca bencana tanah longsor.
- Dengan menggunakan analisis numerik diketahui bahwa kecepatan longsor dengan material tanah berlumpur adalah 72 km/jam dengan ketinggian tanah longsor 1.5 s.d. 3.0 m.
- Perlu dilakukan kajian mendalam terkait jenis tanah, sebaran sumber mata air baru di sekitar lokasi, atau sungai bawah tanah yang bisa jadi menjadi pemicu terjadinya tanah longsor berikutnya di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdoullah Namdar, Fadzil Mat Yahaya (2014)., Effect of Natural Hazards on Types of Landslide., The Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol 19., pp 1519-1532

- Fuchu, D., and Chack F.L (2002), Landslides on natural terrain - physical characteristics and susceptibility mapping in Hong Kong. Mountain Research and Development, Vol. 22(1), pp. 40-47.
- Fukui, Y., S. Hidehiko, M. Nakamura, and Y. Sasaki (1962), Study on Tsunami, Annual Journal of Coastal Engineering in Japan, Vol 9, pp. 44-49.
- Kessarkar, P.M., Srinivas, K. Suprit, K., and Chaubey, A.K. (2011). Proposed landslide mapping method for Canacona region. National Institute of Oceanography, (Council of Scientific & Industrial Research, Dona Paula, Goa.
- Kuldeep Pareta, Upasana Pareta (2012), Landslide Modeling and Susceptibility Mapping of Giri River Watershed, Himachal Pradesh (India), International Journal of Science and Technology, Vol 1 No. 2, February, pp. 91-104.
- Longsor Banaran Menurut Kajian Peneliti Bidang Geoteknik LIPI, Diakses pada 14 Juni 2017, dari alamat <https://kanalindonesia.com/14786/2017/04/15/longsor-banaran-menurut-kajian-peneliti-bidang-geoteknik-lipi/>
- Sakakiyama, T., Kajima, R. (1992), Numerical simulation nonlinear waves interacting with permeable breakwaters. Proceedings of the 23rd International Conference on Coastal Engineering, ASCE, pp. 1517-1530
- Stefanini, M.C., (2004). Spatio-temporal analysis of a complex landslide in the Northern Apennines (Italy) by means of dendrology. Geomorphology Vol 63, pp.191-202
- 9. Tinti, S., Pagnoni, G., Zaniboni, F., (2006). The landslides and tsunamis of the 30th of December 2002 in Stromboli analysed through numerical simulations. Bulletin of Volcanology 68 (5), 462-479.
- Tsuji, Y., Imamura, F., Matsutomi, H., Harada, S., Jumaidi., Arai, K (1995): Field Survey of the East Java Earthquake and Tsunami of June 3, 1994, Pure and Applied Geophysics (PAGEOPH), 144 (3/4): 839-854.
- Watts, P., (1998). Wavemaker curves for tsunamis generated by underwater landslides. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering-ASCE 124 (3), pp.127-137
- Watts, P., Imamura, F., Grilli, S.T., (2000). Comparing model simulations of three benchmark tsunami generation cases. Science Tsunami Hazards 18 (2), 107-123

Analisis Abrasi dan Akresi Ujung Pangkah dengan menggunakan Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) pada Citra Landsat

Nanin Anggraini dan Atriyon Julzarika

Pusat Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh, LAPAN,
Jl. Kalisari No. 8 Pekayon Pasar Rebo Jakarta 13710, Indonesia

ABSTRACT

Coastal is very vulnerable to natural or human-made disasters. One of nature's events that damaging the coastal is erosion (abrasion). The abrasion process causes the shoreline change, so we need to identify by using remote sensing technology. Landsat is an environmental satellite that can be used to monitor coastal areas. Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) method, can detect any changes in coastal areas. MNDWI is a simple algorithm that uses a combination of visible rays with infrared to distinguish between objects of water bodies and land. This is because the water body object is able to absorb visible wavelengths of light and infrared strongly. The purpose of this research is to detect abrasion and accretion in Ujung Pangkah Gresik East Java from Landsat data. The data used are Landsat 7 dated 28 April 2000, and Landsat 8 dated 9 September 2017 with path/row 118/065. The result showed, abrasion area reached 2,5 km², and accretion reached 8,9 km². It is expected that the results of this study can support decision-making for sustainable coastal development.

Keywords : abrasion, Landsat, MNDWI.

ABSTRAK

Pesisir sangat rentan terhadap bencana baik secara alami ataupun akibat ulah manusia. Salah satu peristiwa alam yang merusak pesisir adalah erosi pantai (abrasi). Proses abrasi menjadi penyebab berubahnya garis pantai oleh karena itu perlu adanya pemantauan, salah satunya dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Landsat adalah satelit lingkungan yang dapat digunakan untuk monitor wilayah pesisir. Metode Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) dapat digunakan untuk deteksi adanya perubahan di wilayah pesisir. MNDWI adalah algoritma sederhana yang menggunakan kombinasi dari sinar tampak dengan infra merah untuk membedakan antara objek badan air dan daratan dengan jelas. Hal ini disebabkan karena objek badan air mampu menyerap panjang gelombang sinar tampak dan infra merah dengan kuat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk deteksi abrasi dan akresi di Ujung Pangkah Gresik Jawa Timur dari data Landsat. Data yang digunakan adalah Landsat 7 tanggal 28 April 2000 dan Landsat 8 tanggal 9 September 2017 dengan path/row 118/065. Hasil pengolahan menunjukkan luas abrasi mencapai 2,5 km² dan akresi 8,9 km². Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk pengambilan kebijakan pengelolaan pesisir yang berkelanjutan.

Kata Kunci : abrasi, Landsat, MNDWI

1. PENDAHULUAN

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2010 Tentang Mitigasi Bencana di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil menyatakan bahwa Bencana Pesisir adalah kejadian karena peristiwa alam atau karena perbuatan orang yang menimbulkan perubahan sifat fisik dan/atau hayati pesisir dan mengakibatkan korban jiwa, harta, dan/atau kerusakan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (Kemenkumham, 2010). Bencana tersebut dapat disebabkan oleh peristiwa alam atau perbuatan manusia. Salah satu bencana akibat peristiwa alam adalah erosi pantai. Di Indonesia terdapat 17 provinsi dan 68 lokasi yang mengalami erosi pantai. Erosi pantai dapat disebabkan oleh gerakan gelombang pada pantai terbuka, perubahan hidrologis dan oseanografis. Erosi pantai atau dikenal juga dengan istilah abrasi juga dipengaruhi oleh transfer sedimen, gelombang, arus, pasang surut, dan lain sebagainya (Diposaptono, 2003).

Adanya abrasi menyebabkan berubahnya posisi garis pantai. Selain akibat adanya abrasi, berubahnya garis pantai juga didukung oleh tingkat kelerengan pesisir tersebut. Pantai yang landai dan sering terjadi pasang surut/microtidal akan menyebabkan garis pantai cepat berubah (Aguilar *et al*, 2010). Hal ini tentunya akan berpengaruh pada pengelolaan di wilayah pesisir. Salah satu wilayah pesisir yang banyak mengalami abrasi adalah Ujung Pangkah Gresik, Jawa Timur. Pesisir Ujung Pangkah berhadapan dengan Laut Jawa dan menjadi muara dari beberapa aliran sungai. Terdapat Sungai Bengawan Solo, Sungai Lamong, yang bercabang ke sungai-sungai kecil Sungai Ketode, Lengok, Kakus, dan Celeng (Sadili, 2012). Hal ini menyebabkan pesisir Ujung Pangkah juga mengalami akresi akibat adanya endapan dari sedimen yang terbawa oleh aliran sungai tersebut.

Dinamisnya garis pantai akibat adanya abrasi dan akresi memerlukan penanganan, salah satunya dengan melakukan monitoring dengan menggunakan data penginderaan jauh. Landsat sebagai satelit lingkungan dapat digunakan untuk monitoring adanya abrasi dan akresi. Saat ini, satelit Landsat yang masih beroperasi adalah Landsat 7 ETM+ (*The Enhanced Thematic Mapper Plus*) - selanjutnya dikenal dengan Landsat 7 dan LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*) atau dikenal dengan Landsat 8. Landsat 7 terdiri dari 5 kanal tampak (*visible band*: 1-5), infra merah menengah (*mid-infrared*-MIR: 7), kanal thermal pada kanal 6, dan pankromatik dengan resolusi spasial 15 m pada kanal 8. Landsat 8 adalah generasi terbaru dengan 11 kanal yang dilengkapi dengan kanal OLI (*Onboard Operational Land Imager*) yaitu pada kanal 1 - 9 dan TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) pada kanal 10 dan 11, sedangkan kanal pankromatik pada kanal 8. Dibandingkan dengan generasi sebelumnya, Landsat 8 memiliki keunggulan pada rentang panjang gelombang elektromagnetiknya yang detil sehingga memudahkan untuk identifikasi objek (Sugiarto, 2013).

Dengan menggunakan algoritma MNDWI pada data Landsat maka dapat diketahui lokasi pesisir yang mengalami abrasi ataupun akresi. MNDWI merupakan algoritma modifikasi dari NDWI (*Normalized Difference Water Index*). NDWI adalah

algoritma yang digunakan untuk identifikasi badan air. Badan air menyerap kuat panjang gelombang sinar tampak dan infra merah. Nilai NDWI yang lebih besar dari nol diasumsikan sebagai badan air dan apabila nilai NDWI lebih kecil dari nol maka diasumsikan sebagai daratan (McFeeters, 2013). Algoritma NDWI menggunakan kombinasi dari kanal hijau dan infra merah dekat (NIR) sedangkan MNDWI mengganti kanal NIR dengan kanal SWIR (*Short Wave Infrared*). MNDWI telah banyak digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pemetaan badan air, analisis tutupan dan penggunaan lahan, serta penelitian ekologis (Ji et al, 2015).

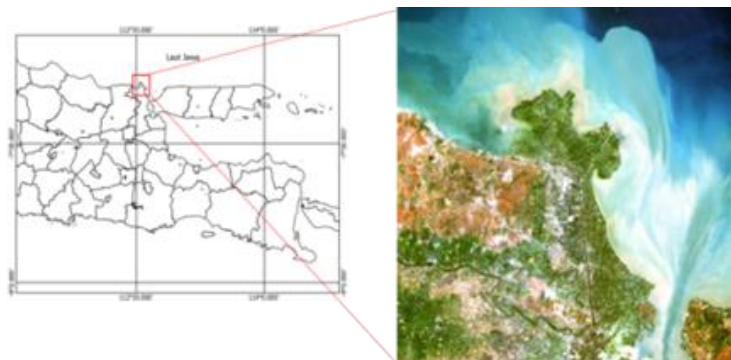
Penelitian terkait dengan abrasi dan garis pantai telah banyak dilakukan diantaranya adalah abrasi di pantai Pulau Bengkalis (Sutikno, 2014), abrasi di Pantai Pulau Rangsang Kabupaten Kepulauan Meranti (Hakim *et al*, 2014), abrasi di Muara Gembong Bekasi (Sodikin, 2016), perubahan garis pantai di Kecamatan Soropia (Halim *et al*, 2016), garis pantai di Kabupaten Kendal (Arief *et al*, 2011), dinamika garis pantai di pantai Semarang (Sardiyatmo *et al*, 2013) dan perubahan garis pantai di Ujung Pangkah (Anggraini *et al*, 2017).

Tujuan dari penelitian ini adalah deteksi abrasi dan akresi di Ujung Pangkah Gresik dengan metode MNDWI pada data Landsat. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk pengambilan kebijakan pengelolaan pesisir yang berkelanjutan.

2. METODOLOGI

2.1 Data dan Lokasi

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Landsat 7 akusisi tanggal 28 April 2000 dan Landsat 8 tanggal 9 September 2017 pada path/row 118/065. Lokasi penelitian adalah pesisir Ujung Pangkah Gresik Jawa Timur (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah overlay/tumpang susun vektor hasil pengolahan MNDWI. Berikut langkah-langkah pengolahan data:

- a. Fusi kanal dari data Landsat 7 dan Landsat 8

- b. Cropping lokasi penelitian
- c. Koreksi geometrik dan radiometrik citra
- d. Penajaman citra
- e. alisis visual dengan menggunakan kombinasi kanal NCC (Natural Color Composit) Red-Green-Blue. NCC untuk Landsat 7 Red-Green-Blue (321) dan Landsat 8 Red-Green-Blue (432).
- f. Aplikasi algortima MNDWI:

$$MNDWI_{L7} = \frac{Green - MIR}{Green + MIR} \quad (Xu, 2006) \quad (1)$$

$$MNDWI_{L8} = \frac{Green - SWIR_1}{Green + SWIR_1} \quad (Ko, 2015) \quad (2)$$

- g. Digitasi hasil MNDWI untuk mendapatkan vektor garis pantai.
- h. Tumpang susun garis pantai dari MNDWI Landsat 7 dan Landsat 8 untuk melihat perubahannya.
- i. Hitung luas abrasi dan akresi yang terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini adalah aplikasi metode MNDWI untuk deteksi abrasi dan akresi di Ujung Pangkah Gresik Jawa Timur. Data yang digunakan adalah data Landsat 7 akuisisi 28 April 2000 dan Landsat 8 akuisisi 9 September 2017. Hasil aplikasi metode MNDWI menunjukkan batas antara perairan dan badan air dengan jelas. Batas tersebut digunakan sebagai dasar untuk pembuatan garis pantai. Tumpang susun antara garis pantai dari data Lansat 7 dan Landsat 8 menunjukkan lokasi yang mengalami abrasi atau akresi.

3.1 MNDWI Data Landsat 7

Berdasarkan tampilan RGB 321 terlihat kondisi Ujung Pangkah yang dialiri Sungai Bengawan Solo, Sungai Lamong, yang bercabang ke sungai-sungai kecil Sungai Ketode, Lengok, Kakus, dan Celeng (Sadili, 2012). Terlihat aliran sungai yang berwarna coklat muda karena membawa partikel sedimen yang akan mengendap di sekitar muara sehingga membentuk akresi (Gambar 2). Secara visual dapat diduga bahwa partikel sedimen tersebut akan membentuk endapan di sekitar muara dan pesisir.

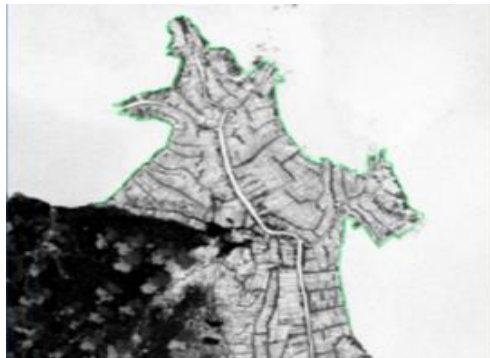
Hasil pengolahan algoritma MNDWI Landsat 7 menunjukkan dengan jelas batas antara daratan dan perairan. Daratan yang tidak mengandung air terlihat lebih gelap dibandingkan objek yang mengandung air. Sungai, tambak, dan laut terlihat lebih terang (Gambar 3). Batas daratan dan perairan tersebut menjadi dasar untuk membuat garis pantai (Gambar 4).



Gambar 2. RGB 321 Landsat 7



Gambar 3. Hasil Algoritma MNDWI Landsat 7



Gambar 4. Garis Pantai dari MNDWI Landsat 7

3.2 MNDWI Data Landsat 8

Tampilan RGB 432 Landsat 8 menunjukkan pesisir Ujung Pangkah yang telah berubah. Selama periode 17 tahun (2000 - 2017) telah terjadi perubahan yang sangat signifikan. Secara visual terlihat adanya daratan yang hilang akan tetapi juga terlihat adanya penambahan daratan di beberapa tempat (Gambar 5).

Hasil pengolahan algoritma MNDWI pada Landsat 8 menunjukkan daratan dan perairan yang sangat jelas (Gambar 6). Daratan terlihat lebih gelap dibandingkan

dengan objek yang mengandung air seperti sungai, tambak, dan laut. Batas darat dan laut digunakan untuk pembuatan garis pantai (Gambar 7) .



Gambar 5. RGB 432 Landsat 8



Gambar 6. Hasil Algoritma MNDWI Landsat 8



Gambar 7. Garis Pantai dari MNDWI Landsat 8

Hasil tumpang susun antara garis pantai tahun 2000 dengan 2017 memperlihatkan kondisi pesisir Ujung Pangkah yang telah berubah secara signifikan. Selama periode 17 tahun telah terjadi perubahan di beberapa lokasi yaitu di sebelah barat (1), utara (2), dan timur (3) Ujung Pangkah baik itu abrasi ataupun akresi (Gambar 8).

Garis pantai yang ditumpang-susunkan dengan data Landsat 8 tahun 2017 memperlihatkan lokasi abrasi (Gambar 9). Abrasi yang paling signifikan terjadi di pesisir Ujung Pangkah bagian utara. Hal ini disebabkan oleh arus Laut Jawa yang mengikis daratan pesisir yang tidak terlindungi. Selain di bagian utara (2), di sisi sebelah barat (1) dan timur (3) juga terdapat abrasi tetapi tidak terlalu luas seperti yang terjadi di sebelah utara Ujung Pangkah. Luas abrasi selama 17 tahun mencapai 2,5 km².

Selain abrasi, akresi di Ujung Pangkah sangat tinggi. Selama periode 17 tahun telah terjadi akresi di barat (1) dan timur (3) Ujung Pangkah dengan luas yang cukup signifikan mencapai 8,9 km² (Gambar 10). Sedimen yang terjadi dapat berasal dari erosi garis pantai, daratan yang terbawa aliran sungai, dan dari laut dalam yang terbawa oleh arus ke daerah pantai (Triatmodjo, 2008).



Gambar 8. Tumpang Susun Garis Pantai

3.3 Abrasi dan Akresi



Gambar 9. Abrasi di Ujung Pangkah



Gambar 10. Akresi di Ujung Pangkah

4. KESIMPULAN

Abrasi adalah bencana yang terjadi di pesisir yang menyebabkan hilangnya sebagian daratan pesisir. Berdasarkan tumpang susun antara garis pantai hasil digitasi algoritma MNDWI pada Landsat 7 dan Landsat 8, terlihat lokasi abrasi di Ujung Pangkah yang mencapai luas 2,5 km². Selain abrasi, terdapat pula akresi yang disebabkan oleh sedimentasi dari aliran sungai, erosi garis pantai dan juga dari laut dalam yang terbawa oleh arus laut. Luas akresi mencapai 8,9 km².

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, F.J, I. Fernández, J.L. Pérez, A. López, M.A. Aguilar, A. Mozas, dan J. Cardenal. 2010, Preliminary Results on High Accuracy Estimation of Shoreline Change Rate Based on Coastal Elevation Models, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science - ISPRS 986-991 Archives. (38): 986-991.
- Anggraini, N., S. Marpaung, dan M. Hartuti. 2017, Analisis Perubahan Garis Pantai Ujung Pangkah Dengan Menggunakan Metode Edge Detection Dan Normalized Difference Water Index, Jurnal Penginderaan Jauh - LAPAN. 14 (2 Desember 2017): 65-78.
- Arief, M., G. Winarso, dan T. Prayogo. 2011, Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Satelit Landsat di Kabupaten Kendal, Jurnal Penginderaan Jauh - LAPAN. 8: 71-80.
- Diposaptono, S.D. 2003. mitigasi bencana alam di wilayah pesisir dalam rangka pengelolaan wilayah pesisir terpadu di indonesia, Jurnal ALAMI, BPPT. 8 (2): 1-8.
- Hakim, A.R., S. Sutikno, dan M. Fauzi. 2014, Analisis Laju Abrasi Pantai Pulau Rangsang di Kabupaten Kepulauan Meranti dengan Menggunakan Data Satelit, Jurnal Sains dan Teknologi - BPPT. 13 (2): 57-62.
- Halim, Halili, L.O.A. Afu. 2016, Studi Perubahan Garis Pantai dengan Pendekatan Penginderaan Jauh di Wilayah Pesisir Kecamatan Soropia, Sapa Laut. 1 (1): 24-31.

- Ji, L., X. Geng, K.Sun, Y.Zhao, dan Peng Gong. 2015, Target Detection Method for Water Mapping Using Landsat 8 OLI/TIRS Imagery. *Water*. 7: 794-817; doi:10.3390/w7020794.
- Kemenkumham. 2010, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2010 Tentang Mitigasi Bencana di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- Ko, B.C., H.H Kim, dan J.Y. Nam. 2015, Classification of Potential Water Bodies Using Landsat 8 OLI and a Combination of Two Boosted Random Forest Classifiers, *Sensors*. 15: 13763-13777; doi:10.3390/s150613763.
- McFeeters, S. 2013, Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a. *Remote Sensing*. 5:3544-3561.
- Sadili, D. 2012, Penataan kawasan tambak udang dalam upaya revitalisasinya. <https://www.slideshare.net/didisadili/penataan-kawasan-tambak-udang-dalam-upaya-revitalisasinya>. Diakses: 01 Maret 2018: 12.56.
- Sardiyatmo, Supriharyono, dan A. Hartoko. 2013, Dampak Dinamika Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal Pantai Semarang Provinsi Jawa Tengah, *Jurnal Saintek Perikanan - UNDIP*. 8 (2) 33-37.
- Sodikin. 2016, Analisis Abrasi Dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh (Studi Kasus di Desa Pantai Bahagia Kecamatan Muara Gembong Kabupaten Bekasi), Seminar Nasional Peran Geospasial dalam Membingkai NKRI 2016.
- Sugiarto, D. 2013, Landsat 8 : Spesifikasi, Keunggulan Dan Peluang Pemanfaatan Bidang Kehutan. Retrieved from [Http://Tnrawku.Wordpress.Com/2013/06/12/Landsat-8-Spesifikasi-Keunggulan-Dan-Peluang-Pemanfaatan-Bidang-Kehutan](http://Tnrawku.Wordpress.Com/2013/06/12/Landsat-8-Spesifikasi-Keunggulan-Dan-Peluang-Pemanfaatan-Bidang-Kehutan).
- Sutikno, S. 2014, Analisis Laju Abrasi Pantai Pulau Bengkalis dengan Menggunakan Data Satelit. 10.13140/RG.2.1.2074.5766.
- Triatmodjo, B. 2008. Teknik Pantai. Beta Offset.
- Xu, H. 2006, Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery, *Int. J. Remote Sens*. 27: 3025–3033.

PENGARUSUTAMAAN GENDER PADA IMPLEMENTASI DESA/KELURAHAN TANGGUH BENCANA DALAM RANGKA KAMPANYE BUDAYA SADAR BENCANA (Studi kasus di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat, Indonesia)

Noorma Miryani Syamsiah, Nia Astuti, Rizkia

Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bogor, Jalan Raya Pajajaran No.12A Bogor, e-mail: nurmams@yahoo.com

"Gender equality is more than a goal in itself. It is a precondition for meeting the challenge of reducing poverty, promoting sustainable development and building good governance."

– Koffi Anan

ABSTRAK

Pengarusutamaan gender sangat berperan dalam membentuk ketangguhan masyarakat dan sebagai sarana kampanye budaya sadar bencana. Yaitu dimana perempuan dan laki-laki mempunyai akses dan kontrol terhadap sumber daya, memperoleh manfaat pembangunan dan pengambilan keputusan yang sama disemua tahapan proses pembentukan Desa/Kelurahan Tangguh Bencana. Pengarusutamaan gender pada implementasi Kelurahan Tangguh Bencana di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor tidak hanya melihat ketimpangan akses, partisipasi, kontrol dan manfaat antara laki-laki dan perempuan namun juga menyangkut ketimpangan terhadap pemenuhan kebutuhan kelompok rentan lain seperti: anak-anak, lansia, etnis minoritas, penyandang disabilitas, dan warga miskin.

Berdasarkan penilaian dan pengamatan fasilitator bersama para aktor yang terlibat langsung dalam kegiatan Kelurahan Tangguh Bencana, pengarusutamaan gender pada implementasi Kelurahan Tangguh Bencana dalam rangka kampanye budaya sadar bencana di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor termasuk ke dalam kategori Baik. Dari 6 kategori dan 20 indikator keberhasilan penilaian Desa/Kelurahan Tangguh Bencana, indikator Pelibatan perempuan dalam tim relawan meraih skor tertinggi yaitu 78,3%. Hal ini merupakan kapasitas yang dimiliki kelurahan Panaragan yang perlu dipertahankan, sedangkan kapasitas untuk indikator lainnya perlu ditingkatkan lagi agar diseminasi budaya sadar bencana kepada masyarakat semakin optimal.

Kata Kunci : pengarusutamaan gender, ketangguhan masyarakat, budaya sadar bencana

ABSTRACT

Gender mainstreaming is instrumental in shaping community resilience and as a means of disaster-aware cultural campaigns. That is where women and men have access and control over resources, obtaining the benefits of development and decision making the same in all stages of the process of forming the Village / Kelurahan Tangguh Bencana. Gender mainstreaming in the implementation of Tangguh Disaster Kelurahan in Panaragan Village, Bogor Tengah Sub-district, Bogor City not only sees inequality of access, participation, control and benefit between men and women but also concerns inequality to meet the needs of other vulnerable groups such as children, elderly, ethnic minorities, persons with disabilities, and the poor.

Based on the assessment and observation of the facilitators together with the actors directly involved in the activities of the Tangguh Bencana Village, the mainstreaming of gender in the implementation of the Tangguh Disaster Kelurahan in the context of a disaster-conscious cultural campaign in Panaragan Village, Bogor Tengah Sub-district, Bogor City is included in Good category. From 6 categories and 20 indicators of success of the Tangguh Disaster villages assessment, indicators of involvement of women in the volunteer team achieved the highest score of 78.3%. This is the capacity of the Panaragan kelurahan that needs to be maintained, while the capacity for other indicators needs to be increased again in order to disseminate the culture of disaster awareness to the more optimal society.

Keywords: gender mainstreaming, community resilience, disaster awareness culture

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam Risiko Bencana Indonesia (BNPB, Risiko Bencana Indonesia, 2016). Penduduk Indonesia diprediksi akan berkembang di wilayah perkotaan, artinya proporsi penduduk yang tinggal di perkotaan akan tumbuh lebih banyak dibanding penduduk yang tinggal di wilayah perdesaan. Pada tahun 2010, data dari BPS menunjukkan bahwa hanya 49.8 % yang tinggal di perkotaan, dalam periode 5 tahun, yaitu di tahun 2015 proporsinya meningkat 3,5 % menjadi 53,3 %, di tahun 2015 persentase ini diprediksi semakin meningkat, menjadi 66,6 %. Pertumbuhan tersebut diprediksi sebesar sekitar 2,9% pertahun.

Kota Bogor adalah sebuah kota di Provinsi Jawa Barat dengan kondisi alam yang kompleks dan unik sehingga menjadikan Kota Bogor berpotensi sebagai tujuan utama untuk bermukim bagi para pekerja di DKI Jakarta (commuters), destinasi wisata penduduk DKI Jakarta dan sekitarnya, namun disisi lain Kota Bogor juga merupakan salah satu daerah yang berpotensi terhadap ancaman bencana. Dilihat dari kondisi alam, Kota Bogor memiliki curah hujan yang tinggi sehingga mempunyai potensi terjadinya bencana banjir. Selain itu Kota Bogor juga rentan terhadap bencana banjir bandang, gempabumi, kekeringan, cuaca ekstrim, tanah longsor, kebakaran hutan dan lahan, serta letusan gunungapi.

Bencana dapat datang secara tiba-tiba, dan mengakibatkan kerugian materil dan non materil. Salah satu fungsi pemerintah dalam hal ini adalah dengan menanggulangi dan memulihkan kondisi masyarakat akibat bencana. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 1 ayat 1 menyebutkan bahwa bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Sejarah kejadian bencana di Kota Bogor mencatat bahwa bencana yang pernah terjadi merupakan bencana alam dan non alam. Salah satu bencana yang sering terjadi di Kota Bogor adalah tanah longsor. Tanah longsor terjadi pada tahun 1992 sampai 2016 berdasarkan Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) telah mengakibatkan 25 jiwa meninggal, 15 jiwa luka-luka, 99 jiwa mengungsi, 40 rumah rusak berat, dan 49 rumah rusak ringan. Bencana lain berdampak besar di Kota Bogor adalah cuaca ekstrim yang mengakibatkan 47 rumah rusak berat dan 329 rumah rusak ringan. Untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, maka Pemerintah Kota Bogor membutuhkan upaya penanganan penanggulangan bencana yang lebih optimal dengan didukung oleh masyarakat dan dunia usaha.

Kota Bogor merupakan salah satu kota di Jawa Barat dengan kondisi geografis yang mayoritas perbukitan dan kontur tanah yang labil. Kini disertai semakin meningkatnya kepadatan penduduk, menjadikan Kota Bogor rentan hingga berpotensi mengalami berbagai jenis bencana. Berbagai macam bencana yang ada di Indonesia seperti bencana banjir, gempa bumi, angin puting beliung, tanah longsor, dan ancaman gunung meletus, berpotensi terjadi di wilayah Kota Bogor (BPBD Kota Bogor, 2015).

Tingkat kerawanan bencana di Kota Bogor berada di peringkat ke-461 untuk rangking nasional dengan kelas risiko sedang, untuk rangking Provinsi Jawa Barat berada di peringkat ke-25 dengan kelas risiko sedang (IRBI BNPB, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa Kota Bogor berada pada tingkat kerawanan yang tinggi. Untuk jenis bencana di Kota Bogor berdasarkan data IRBI BNPB tahun 2013 dengan tingkat kerawanan yang tinggi adalah bencana gempa bumi, kebakaran gedung dan permukiman, tanah longsor, cuaca ekstrim dan kekeringan sedangkan untuk tingkat kerawanan sedang adalah bencana gunung api dan banjir.

Di bawah ini adalah peta Kota Bogor berdasarkan kelurahan yaitu sebagai berikut:



Gambar 1 Peta Kota Bogor, Sumber : Bappeda Kota Bogor, 2016

Untuk tingkat ancaman masing-masing jenis bencana di Kota Bogor berdasarkan skala ancaman masing-masing jenis bencana dan skala penduduk terpapar di Kota Bogor, dapat kita lihat dari matriks ancaman multi bencana di Kota Bogor yaitu sebagai berikut.

TINGKAT ANCAMAN		INDEKS PENDUDUK TERPAPAR		
		RENDAH	SEDANG	TINGGI
INDEKS ANCAMAN	RENDAH	Angin putting beliung, kekeringan, gempabumi, epidemi wabah penyakit, KRB gunungapi		Gagal Teknologi
	SEDANG	Pohon Tumbang	banjir	
	TINGGI			Longsor,- Kebakaran
	Tingkat Ancaman Rendah			
	Tingkat Ancaman Sedang			
	Tingkat Ancaman Tinggi			

Gambar 2. Matriks Tingkat Ancaman Multi Bencana Kota Bogor

Berdasarkan matriks di atas disimpulkan bahwa tingkat ancaman masing-masing jenis bencana di Kota Bogor adalah :

- 1) Tingkat ancaman **RENDAH** dengan indeks ancaman rendah dan penduduk terpapar rendah adalah angin putting beliung, kekeringan, gempa bumi, wabah penyakit, dan KRB Gunungapi.
- 2) Tingkat ancaman **RENDAH** dengan indeks ancaman tinggi dan penduduk terpapar tinggi adalah gagal teknologi.
- 3) Tingkat ancaman **SEDANG** dengan indeks ancaman rendah dan penduduk terpapar rendah adalah pohon tumbang.
- 4) Tingkat ancaman **SEDANG** dengan indeks ancaman sedang dan penduduk terpapar sedang adalah pohon banjir.
- 5) Tingkat ancaman **TINGGI** dengan indeks ancaman tinggi dan penduduk terpapar tinggi adalah longsor dan kebakaran.

Pengurangan Risiko Bencana

Risiko Bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (UU No.24 Tahun 2007).

Pengurangan resiko bencana (PRB) adalah sebuah konsep dan praktek mengurangi risiko bencana melalui upaya sistematis untuk menganalisis dan mengurangi faktor-faktor penyebab bencana. Mengurangi paparan bahaya, mengurangi kerentanan manusia dan properti, manajemen kebijakan lahan dan

lingkungan, meningkatkan kesiapsiagaan dan peringatan dini merupakan contoh dari pengurangan risiko bencana. Pengurangan Risiko Bencana (PRB) bertujuan untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh bencana alam seperti gempa bumi, banjir, kekeringan dan badai, melalui etika pencegahan (UNISDR). Pengurangan Risiko Bencana penting dilaksanakan oleh warga desa/kelurahan, karena warga desa/kelurahan tersebut perlu diberikan pengetahuan dalam melakukan upaya-upaya tertentu untuk mengurangi risiko terjadinya bencana. Pada saat terjadi bencana di suatu desa/kelurahan, warga di desa/kelurahan itu sendirilah yang harus segera bertindak secara cepat dan tepat sebelum bantuan datang dari berbagai pihak terkait penanggulangan bencana. Warga desa/kelurahan merupakan ujung tombak dalam penanggulangan bencana khususnya dalam pelaksanaan upaya pengurangan risiko bencana. Apabila tidak dilakukan upaya pengurangan risiko bencana, maka warga desa/kelurahan khususnya kelompok rentan (anak-anak, difabel, perempuan, ibu hamil, lanjut usia) menjadi kelompok yang paling berisiko tinggi terkena dampak dari bencana tersebut.

Implementasi Pengurangan Risiko Bencana bagi warga desa/kelurahan dapat dilakukan melalui pemberdayaan masyarakat dan pengarusutamaan gender di seluruh kegiatan karang taruna, remaja masjid, ibu-ibu PKK, kader posyandu, dan Inisiasi program Desa/Kelurahan Tangguh Bencana.

1.2 Tujuan

Pengertian desa mengacu kepada Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (UU No. 32/2004). Pengertian desa adalah sebagai kesatuan masyarakat hukum yang memiliki batas-batas wilayah, berwenang untuk mengatur dan mengurus kepentingan masyarakat setempat, berdasarkan asal-usul dan adat istiadat setempat yang diakui dan dihormati dalam sistem pemerintahan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Sedangkan pengertian kelurahan adalah sebuah unit administrasi pemerintah di bawah kecamatan yang berada dalam sebuah kota. Kelurahan setara dengan desa, yang merupakan bagian dari kecamatan yang berada di kabupaten, tetapi kelurahan hanya memiliki kewenangan yang terbatas dan tidak memiliki otonomi luas seperti yang dimiliki sebuah desa.

Desa/Kelurahan Tangguh Bencana adalah sebuah desa atau kelurahan yang memiliki kemampuan untuk mengenali ancaman di wilayahnya dan mampu mengorganisir sumber daya masyarakat untuk mengurangi kerentanan dan sekaligus meningkatkan kapasitas demi mengurangi risiko bencana (BNPB, 2012). Kemampuan ini diwujudkan dalam perencanaan pembangunan yang mengandung upaya-upaya pencegahan, kesiapsiagaan, pengurangan risiko bencana dan peningkatan kapasitas untuk pemulihan pascabencana. Dalam Desa/Kelurahan Tangguh Bencana, masyarakat terlibat aktif dalam mengkaji, menganalisis, menangani, memantau, mengevaluasi dan mengurangi risiko-risiko

bencana yang ada di wilayah mereka, terutama dengan memanfaatkan sumber daya lokal demi menjamin keberlanjutan.

Tujuan khusus penelitian pengarusutamaan gender pada implementasi Desa/Kelurahan Tangguh Bencana ini adalah:

- 1) Menjamin partisipasi penuh dan efektif, dan kesempatan yang sama bagi perempuan untuk memimpin di semua tingkat pengambilan keputusan di seluruh tahapan proses pembentukan Desa/Kelurahan Tangguh Bencana di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor.
- 2) Melindungi warga di Kelurahan Panaragan dari dampak-dampak merugikan bencana.
- 3) Meningkatkan peran serta masyarakat, khususnya kelompok rentan, dalam pengelolaan sumber daya untuk mengurangi risiko bencana.
- 4) Meningkatkan kapasitas kelembagaan masyarakat dalam pengelolaan sumber daya dan pemeliharaan kearifan lokal bagi PRB.
- 5) Meningkatkan kapasitas pemerintah dalam memberikan dukungan sumber daya dan teknis bagi PRB.
- 6) Meningkatkan kerjasama antara para pemangku kepentingan dalam PRB, pihak pemerintah daerah, lembaga usaha, perguruan tinggi, lembaga swadaya masyarakat (LSM), organisasi masyarakat, dan kelompok-kelompok lainnya yang peduli.

Indikator Kelurahan Tangguh Bencana

Dalam pelaksanaan kegiatan Kelurahan Tangguh Bencana di Kota Bogor, BPBD Kota Bogor mengacu kepada indikator Peraturan Kepala BNPB, yaitu sebagai berikut

Tabel 1 Indikator Desa/Kelurahan Tangguh Bencana (Peraturan Kepala BNPB No.1 Tahun 2012)

KATEGORI	NO	INDIKATOR
LEGISLASI	1	Kebijakan/Peraturan di Desa/Kelurahan tentang PB/PRB
PERENCANAAN	2	Rencana Penanggulangan Bencana, Rencana Aksi Komunitas, dan Rencana kontijensi
KELEMBAGAAN	3	Forum PRB
	4	Relawan Penanggulangan Bencana
	5	Kerjasama antar pelaku dan wilayah
PENDANAAN	6	Dana tanggap darurat
	7	Dana untuk PRB
PENGEMBANGAN KAPASITAS	8	Pelatihan untuk pemerintah desa

	9	Pelatihan untuk tim relawan
	10	Pelatihan untuk warga desa
	11	Pelibatan/partisipasi warga desa
	12	Pelibatan Perempuan dalam tim relawan
PENYELENGGARAAN PENANGGULANGAN BENCANA	13	Peta dan analisa risiko/Kajian Risiko Bencana
	14	Peta dan jalur evakuasi serta tempat pengungsian
	15	Sistem peringatan dini
	16	Pelaksanaan mitigasi struktural (fisik)
	17	Pola ketahanan ekonomi untuk mengurangi kerentanan masyarakat
	18	Perlindungan kesehatan kepada kelompok rentan
	19	Pengelolaan sumber daya alam (SDA) untuk PRB
	20	Perlindungan aset produktif utama masyarakat

2. METODOLOGI

2.1 Tempat

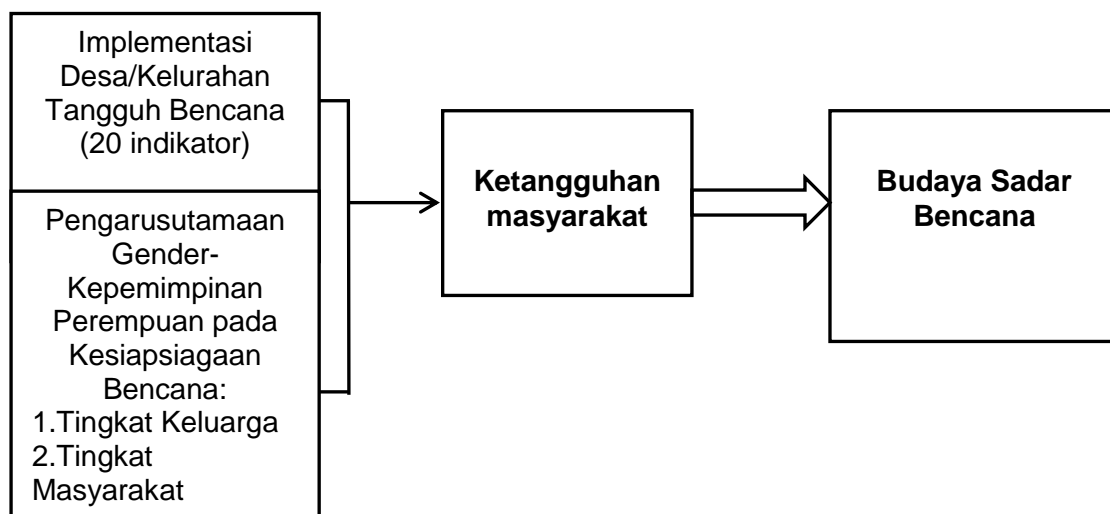
Pelaksanaan penelitian mengenai pengarusutamaan gender pada implementasi desa/Kelurahan tangguh bencana dalam rangka kampanye budaya sadar bencana ini dilakukan di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor.

2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2016 s.d Desember 2016

2.3 Analisis

Penelitian yang berjudul “Pengarusutamaan Gender pada Implementasi Desa/Kelurahan Tangguh Bencana dalam rangka Kampanye Budaya Sadar Bencana” ini menggunakan alur pikir sebagai berikut:



Gambar 3. Skema Kerangka Pemikiran

Rancangan penelitian dengan topik Pengarusutamaan gender pada implementasi Kelurahan Tangguh Bencana di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor ini menggunakan pendekatan kualitatif.

Kajian ini lebih merupakan suatu kajian kualitatif yang bersifat partisipatif, dengan syarat pertimbangan peneliti dekat dengan orang/situasi yang diteliti dan peneliti dapat menangkap hal aktual yang terjadi dan dikatakan subyek penelitian (Prastowo, 2010).

Metode penelitian yang sesuai untuk penelitian Pengarusutamaan gender pada implementasi Kelurahan Tangguh Bencana di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor adalah metode penelitian studi kasus. Metode penelitian studi kasus merupakan sebuah penelitian yang mengeksplorasi suatu masalah dengan batasan terperinci, memiliki pengambilan data yang mendalam, dan menyertakan berbagai sumber informasi. Penelitian ini dibatasi oleh waktu dan tempat tertentu, dan kasus yang dipelajari berupa program, peristiwa, aktivitas, atau individu.

Dalam melakukan penelitian ini jenis wawancara yang akan dilakukan adalah wawancara berstruktur. Pihak-pihak yang akan menjadi narasumber untuk diwawancarai dalam penelitian ini dapat disebut sebagai informan. Informan adalah orang yang diwawancarai dan diminta informasi oleh pewawancara. Informan adalah orang yang diperkirakan menguasai dan memahami data, informasi ataupun fakta dari suatu objek penelitian (Prastowo, 2010). Peneliti telah menentukan narasumber yang dianggap dapat mewakili kelompok-kelompok yang ada di masyarakat yaitu tokoh masyarakat, tokoh pemuda, Babinsa, Ibu Kader PKK dan pemerintahan daerah dalam hal ini Ibu Lurah Panaragan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi masyarakat secara riil di Kelurahan Panaragan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Laporan Penelitian

Berdasarkan matriks ancaman bencana dan tingkat kerawanan di Kota Bogor, BNPB dan BPBD Kota Bogor memutuskan untuk melaksanakan Program Desa/Kelurahan Tangguh Bencana di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah.

Adapun untuk mewujudkan Kelurahan Tangguh Bencana ini, fasilitator bersama BPBD Kota Bogor dan BNPB menjadwalkan beberapa tahapan kegiatan yaitu sebagai berikut:

Tabel 2 Ringkasan Pembahasan Hasil Penelitian Pengarusutamaan Gender pada Implementasi Kelurahan Tangguh Bencana Di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor

No	Indikator	Pembahasan	Prosentase
1	Kebijakan/Peraturan di Desa/Kelurahan tentang PB/PRB	Sudah memiliki Kelompok kerja (Pokja) Kelurahan Tangguh Bencana beserta tugas pokok dan fungsinya dan dilegalkan oleh SK Lurah	74.2
2	Rencana Penanggulangan Bencana, Rencana Aksi Komunitas, dan Rencana kontijensi	Sudah memiliki Penanggulangan Bencana, Rencana Aksi Komunitas, dan Rencana kontijensi yang disusun oleh Pokja	73.3
3	Forum PRB	Sudah memiliki Forum PRB yang terdiri dari seluruh lapisan masyarakat dan memperhatikan pengarusutamaan gender	74.2
4	Relawan Penanggulangan Bencana	Sudah memiliki Relawan Penanggulangan Bencana yang terdiri dari seluruh lapisan masyarakat dan memperhatikan pengarusutamaan gender Relawan Penanggulangan Bencana	73.3
5	Kerjasama antar pelaku dan wilayah	Sudah terjalin kerjasama yang baik antara warga dengan aparat kelurahan, babinsa, babinkamtibmas dan dunia usaha	70.8
6	Dana tanggap darurat	Sudah memiliki Dana tanggap darurat yang bersumber dari swadaya warga	69.2
7	Dana untuk PRB	Sudah memiliki Dana untuk PRB yang bersumber dari swadaya warga	65.8
8	Pelatihan untuk pemerintah desa	Sudah pernah dilakukan Pelatihan untuk pemerintah desa	75.8
9	Pelatihan untuk tim relawan	Sudah pernah dilakukan Pelatihan untuk tim relawan	75.8
10	Pelatihan untuk warga desa	Sudah pernah dilakukan Pelatihan untuk warga desa	74.2
11	Pelibatan/partisipasi warga desa	Sudah ada Pelibatan/partisipasi warga desa secara aktif dalam kegiatan pokja Kelurahan Tangguh Bencana	72.5
12	Pelibatan Perempuan dalam tim relawan	Sudah ada Pelibatan Perempuan dalam tim relawan	78.3
13	Peta dan analisa risiko/Kajian Risiko Bencana	Sudah memiliki Peta dan analisa risiko/Kajian Risiko Bencana yang dibuat secara mandiri oleh pokja dan warga, difasilitasi oleh BPBD dan fasilitator	73.3
14	Peta dan jalur evakuasi serta tempat pengungsian	Sudah memiliki Peta dan jalur evakuasi serta tempat pengungsian yang dibuat secara mandiri oleh pokja dan warga, difasilitasi oleh BPBD dan fasilitator	72.5
15	Sistem peringatan dini	Sudah memiliki Sistem peringatan dini berupa smart alarm	76.7

16	Pelaksanaan mitigasi struktural (fisik)	Sudah pernah melaksanakan kegiatan mitigasi struktural (fisik) secara swadaya	68.3
17	Pola ketahanan ekonomi untuk mengurangi kerentanan masyarakat	Sudah ada industri skala rumah tangga namun laba dari industri tersebut belum dialokasikan khusus untuk kegiatan Pengurangan Risiko Bencana	66.7
18	Perlindungan kesehatan kepada kelompok rentan	Sudah ada warga yang dilatih untuk P3K dasar dan sudah terjalin kerjasama dengan puskesmas terdekat	72.5
19	Pengelolaan sumber daya alam (SDA) untuk PRB	Sudah ada pengelolaan sumber daya (SDA) namun hasil dari pengelolaan SDA tersebut belum dialokasikan khusus untuk kegiatan Pengurangan Risiko Bencana	65
20	Perlindungan aset produktif utama masyarakat	Sudah ada perlindungan aset produktif utama masyarakat	70
Skor Rata-rata Pengarusutamaan Gender dalam Implementasi Kelurahan Tangguh Bencana			72.1

Tabel 3 Instrumen Penilaian Pengarusutamaan Gender pada Implementasi Kelurahan Tangguh Bencana

Skor *	Nilai	Kondisi
1-20 %	Sangat buruk	Pengarusutamaan Gender pada Implementasi Kelurahan Tangguh Bencana sangat kurang karena tidak memenuhi kriteria
21-40 %	Buruk	Pengarusutamaan Gender pada Implementasi Kelurahan Tangguh Bencana kurang karena masih dibawah kriteria
41-60 %	Cukup	Pengarusutamaan Gender pada Implementasi Kelurahan Tangguh Bencana cukup karena memenuhi sebagian kriteria
61-80 %	Baik	Pengarusutamaan Gender pada Implementasi Kelurahan Tangguh Bencana baik karena sudah memadai
81-100 %	Sangat Baik	Pengarusutamaan Gender pada Implementasi Kelurahan Tangguh Bencana sangat baik karena sudah optimal

¹ Dikembangkan oleh penulis

*skor dikembangkan dari penilaian subyektif narasumber untuk kemudian dicocokkan dengan fakta yang ditemukan di lapangan

3.2 Artikel Ulasan

3.2.1 Pengarusutamaan Gender



Gambar 4

Sustainable Development Goals (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan merupakan agenda global mencakup skala universal, dengan kerangka kerja yang utuh dalam membantu negara-negara di dunia menuju pembangunan berkelanjutan, melalui tiga pendekatan, yakni pembangunan ekonomi, keterbukaan dalam tatanan sosial, serta keberlangsungan lingkungan hidup. Secara filosofis pembangunan berkelanjutan bermakna saling menghormati, menghargai, inklusif, dan berlaku adil. Pengarusutamaan gender merupakan goal ke-5 dari Sustainable Development Goals. Salah satu target dari Pengarusutamaan gender SDGs adalah 1) Mengakhiri segala bentuk diskriminasi terhadap kaum perempuan 2) Menjamin partisipasi penuh dan efektif serta kesempatan yang sama bagi perempuan untuk memimpin di semua tingkat pengambilan keputusan dalam kehidupan politik, ekonomi dan masyarakat.

Disamping itu Sendai framework (Kerangka Kerja Sendai) juga menekankan pengurangan resiko bencana dan upaya build back better and safer, dengan mengintegrasikan pengarusutamaan gender dalam semua kebijakan serta menjamin pemberdayaan perempuan dan generasi muda baik laki-laki dan perempuan.

Pengarusutamaan gender pada kelurahan tangguh bencana dapat di implementasikan sebagai berikut (Perka BNPB No.13 tahun 2014)

A. Kajian risiko bencana responsif gender

kajian risiko bencana responsif gender dilaksanakan dengan:

- a) menggunakan data terpilah untuk mengkaji perbedaan dalam tingkat penerimaan risiko antara laki-laki dan perempuan
 - b) memperhatikan perbedaan risiko yang dihadapi oleh laki-laki dan perempuan di setiap daerah dan/ atau komunitas
 - c) memperhatikan pengetahuan dan persepsi tradisional perempuan
 - d) memetakan dan melibatkan organisasi-organisasi komunitas untuk memastikan partisipasi laki-laki dan perempuan dalam konsultasi ancaman dan pengumpulan data serta penyampaian informasi
 - e) melibatkan perempuan dan laki-laki dalam proses kaji-ulang dan pemutakhiran data risiko tahunan
- B. Penilaian kerentanan responsif gender dilaksanakan dengan:
- a) memetakan dan mendokumentasikan perbedaan kerentanan terkait gender dalam aspek fisik , sosial, ekonomi, budaya, politik, keamanan dan lingkungan
 - b) mengidentifikasi kebutuhan, kepentingan dan pengetahuan perempuan dan laki-laki untuk semua jenis ancaman yang relevan
 - c) mencakup analisis pengalaman dampak bencana yang dialami oleh laki-laki dan perempuan
 - d) memastikan keterlibatan aktif dan berimbang antara laki-laki dan perempuan berdasarkan wilayah, kelompok usia, disabilitas, akses informasi, mobilitas dan akses pada pendapatan dan sumber daya lain yang menjadi kunci penentu kerentanan
- C. Identifikasi dan penilaian kapasitas responsif gender dilaksanakan dengan:
- a) melibatkan laki-laki dalam proses kajian kapasitas pada kelompok, organisasi atau institusi yang berbasis perempuan
 - b) mengidentifikasi fungsi khusus, peran dan tanggung jawab yang dimiliki perempuan dan laki-laki
 - c) mengidentifikasi dan menyediakan mekanisme pendukung khusus yang dibutuhkan perempuan untuk dapat terlibat dalam program dan aksi manajemen risiko
 - d) mengidentifikasi mekanisme untuk meningkatkan kapasitas laki-laki dan perempuan, serta memastikan program pengembangan kapasitas melibatkan partisipasi perempuan
- D. Peringatan dini responsif gender
- Peringatan dini responsif gender dilaksanakan dengan:
- a) menggunakan kemampuan dan pengetahuan lokal perempuan dan laki-laki
 - b) melibatkan secara aktif kelompok perempuan dengan memanfaatkan praktik-praktik komunikasi tradisional setempat dalam penerimaan dan penyampaian informasi peringatan dini

- c) mengoptimalkan kemampuan respons perempuan dalam mengambil tindakan tepat dan cepat setelah menerima peringatan
- E. Mitigasi dan Kesiapsiagaan Bencana Responsif Gender
Mitigasi dan kesiapsiagaan bencana responsif gender dilaksanakan dengan:
 - a) melibatkan perempuan dan laki-laki secara aktif
 - b) meningkatkan ketrampilan perempuan dan laki-laki dalam pengurangan risiko bencana
 - c) memperhatikan perbedaan cara pandang, pengetahuan dan kebutuhan antara perempuan dan laki-laki dalam perencanaan dan pelaksanaan
- F. Pengarusutamaan Gender saat Tanggap Darurat
Tanggap darurat responsif gender dilaksanakan dengan:
 - a) melibatkan perempuan dan laki-laki secara aktif dalam menyusun rencana tanggap darurat
 - b) memastikan adanya perwakilan yang seimbang antara laki-laki dan perempuan dalam tim kaji cepat
 - c) memprioritaskan kelompok rentan untuk menghindari kekerasan berbasis gender
- G. Pemenuhan Kebutuhan Dasar
 - a) Pemenuhan kebutuhan dasar pada saat tanggap darurat dilaksanakan dengan melibatkan kelompok perempuan dan laki-laki secara aktif dan seimbang mulai dari pendataan hingga distribusi
 - b) Lokasi distribusi bantuan pangan mudah dijangkau oleh penyintas perempuan
 - c) Ukuran dan berat paket bantuan pangan dikemas sesuai dengan kemampuan perempuan untuk memindahkannya
 - d) Bantuan pangan memperhatikan perbedaan kebutuhan gizi antara perempuan, laki-laki dan anak-anak serta kelompok rentan lainnya
 - e) Pemenuhan kebutuhan dasar dapat dilaksanakan melalui pemberian perlakuan khusus
 - f) Perlakuan khusus diberikan kepada:
 - i. perempuan kepala rumah tangga
 - ii. laki-laki kepala rumah tangga tanpa ibu rumah tangga
 - iii. ibu hamil dan menyusui
 - iv. kelompok rentan lainnya

3.2.2 Kepemimpinan Perempuan pada Kesiapsiagaan Bencana

Kemampuan perempuan sebagai decision maker pada kesiapsiagaan bencana sangat diperlukan mengingat esensi kesiapsiagaan bencana adalah untuk

meningkatkan kapasitas atau kemampuan untuk bertahan dan mengurangi risiko serta dampak dari bencana. Kepemimpinan perempuan pada Kesiapsiagaan bencana dapat diwujudkan pada:

a) Tingkat Keluarga

Yaitu ketika pada sebuah keluarga, seorang perempuan harus menjadi kepala keluarga. Kepala keluarga tersebut perlu diberikan pelatihan-pelatihan ketrampilan dan dilibatkan dalam semua tahapan proses pembentukan kelurahan tangguh bencana agar dapat menyampaikan kembali informasi penting mengenai risiko bencana kepada seluruh anggota keluarganya. Pelatihan ketrampilan dapat dijadikan modal usaha untuk membantu kebutuhan sehari-harinya dan pelibatan dalam semua tahapan proses pembentukan kelurahan tangguh bencana akan meningkatkan kapasitasnya mengenai pengetahuan bencana.

b) Tingkat Masyarakat

Di tingkat masyarakat, perempuan dapat berperan aktif di sebuah organisasi atau kelompok relawan. Mereka mendapatkan kesempatan yang sama untuk mengeluarkan pendapat, meningkatkan pengetahuan dan kapasitasnya serta mengaplikasikan ilmunya ketika dibutuhkan. Perempuan juga dapat diberikan pelatihan mengenai peralatan penanggulangan bencana karena sebuah penelitian mengungkapkan, bahwa perempuan dapat menerima informasi baru dengan cepat dan memiliki hormon yang menyebabkan mereka memiliki kemampuan multitasking yang sangat baik. Multitasking sendiri, merupakan sebuah kemampuan untuk mengerjakan beberapa pekerjaan sekaligus pada saat yang bersamaan.

Di tingkat masyarakat perempuan dapat beraktivitas lebih cepat dalam menyebarkan informasi kepada organisasi dan kelompok relawan lainnya. Organisasi dan kelompok relawan perempuan ini sangat tepat untuk dijadikan sarana kampanye budaya sadar bencana.

c) Tingkat Institusi

Di tingkat institusi diperlukan decision maker yang mampu mengeluarkan kebijakan untuk kesiapsiagaan bencana secara cepat dan tepat namun tetap disesuaikan dengan kebutuhan perempuan. Seperti pada saat memberikan peringatan dini, menyiapkan rencana kontijensi, mengumpulkan peralatan dan logistik, melakukan aktivitas pencarian dan penyelamatan, perlu melibatkan kelompok perempuan agar tidak terjadi kekerasan ataupun pelecehan terhadap perempuan.

Kelurahan Panaragan dipimpin oleh seorang Ibu Lurah yang mampu merangkul Babinsa, Babinkamtibmas, tokoh masyarakat, karang taruna dan dunia usaha di wilayahnya untuk bersama-sama peduli terhadap lingkungan di wilayah Kelurahan Panaragan serta berkomitmen dalam membentuk Kelurahan Tangguh Bencana.

3.2.3 Ketangguhan Masyarakat

Masyarakat yang tangguh dalam menghadapi bencana memiliki beberapa karakteristik (Maarif, 2012), yaitu sebagai berikut:

- a) Kemampuan untuk mengantisipasi setiap ancaman atau bahaya yang akan terjadi. Dalam konteks penanggulangan bencana ada istilah yang sudah sangat mendunia yaitu Pengurangan Risiko Bencana (PRB) atau Disaster Risk Reduction (DRR). PRB adalah sebuah konsep dan praktek mengurangi risiko bencana melalui upaya sistematis untuk menganalisis dan mengurangi faktor-faktor penyebab bencana. Mengurangi paparan bahaya, mengurangi kerentanan manusia dan properti, manajemen kebijakan lahan dan lingkungan, meningkatkan kesiapsiagaan dan peringatan dini merupakan contoh dari pengurangan risiko bencana.
- b) Kemampuan untuk melawan atau menghindari ancaman bencana tersebut. Kemampuan untuk melawan ini merupakan kapasitas yang dimiliki oleh masyarakat. Kapasitas/kekuatan adalah sumber daya, pengetahuan, ketrampilan, dan kekuatan yang dimiliki seseorang atau masyarakat yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan dan mempersiapkan diri, mencegah, dan memitigasi, menanggulangi dampak buruk, atau dengan cepat memulihkan diri dari bencana. Kapasitas berupa sumberdaya-sumberdaya tersedia untuk mengurangi kerentanan serta mencegah ancaman atau mengurangi tingkat ancaman. Sumberdaya tersebut dapat berupa kebijakan, kegiatan, pengetahuan, keterampilan, alat, tenaga, dana dan lainnya. Semakin besar sumberdaya tersedia, berarti semakin tinggi kapasitas, sehingga risiko semakin rendah. Sebaliknya, semakin sedikit sumberdaya, semakin rendah kekuatan dan semakin tinggi risikonya.
- c) Kemampuan untuk mengadaptasi bencana dan dampak yang ditimbulkan. Apabila kita tidak mampu melawan ataupun menghindar, maka kita harus mampu mengurangi, mengalihkan atau menerima risiko bencana yang akan terjadi. Prinsip-prinsip manajemen risiko berlaku untuk menanggulangi bencana. Upaya memperkecil dampak yang ditimbulkan atau mitigasi bencana, seperti membuat bangunan tahan gempa, membangun shelter vertikal, membuat jalur evakuasi dan sebagainya harus diterapkan. Pengalihan risiko atau risk transfer, seperti asuransi bencana mulai dibudayakan. Pada dasarnya mengadaptasi bencana ini bertujuan agar kemampuan masyarakat untuk menerima risiko semakin tinggi. Hal ini berkaitan dengan filosofi, hidup berdampingan secara damai dengan bencana (Living in harmony with disaster).
- d) Kemampuan untuk pulih kembali secara cepat setelah terjadi bencana. Ketangguhan suatu masyarakat dalam menanggulangi bencana dapat dilihat dari kemampuannya untuk pulih kembali setelah ditimpa bencana (bounce back/ daya lenting).

3.2.4 Budaya Sadar Bencana

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia budaya adalah 1 pikiran; akal budi: hasil -; 2 adat istiadat: menyelidiki bahasa dan --; 3 sesuatu mengenai kebudayaan yang sudah berkembang (beradab, maju): jiwa yang --; 4 cak sesuatu yang sudah menjadi kebiasaan yang sudah sukar diubah;

Salah satu pengertian budaya menurut tokoh terkenal Indonesia, Koentjaraningrat (2000: 181) kebudayaan dengan kata dasar budaya berasal dari bahasa sansakerta "buddhayah", yaitu bentuk jamak dari buddhi yang berarti "budi" atau "akal". Jadi Koentjaraningrat mendefinisikan budaya sebagai "daya budi" yang berupa cipta, karsa dan rasa, sedangkan kebudayaan adalah hasil dari cipta, karsa, dan rasa itu. Koentjaraningrat menerangkan bahwa pada dasarnya banyak yang membedakan antara budaya dan kebudayaan, dimana budaya merupakan perkembangan majemuk budi daya, yang berarti daya dari budi. Pada kajian Antropologi, budaya dianggap merupakan singkatan dari kebudayaan yang tidak ada perbedaan dari definisi.

Jadi kebudayaan atau disingkat budaya, menurut Koentjaraningrat merupakan keseluruhan sistem gagasan, tindakan dan hasil karya manusia dalam rangka kehidupan masyarakat yang dijadikan milik diri manusia dengan belajar. Pengetahuan dasar bencana seperti apa itu bencana, bagaimana bencana bisa terjadi, dan bagaimana cara terhindar dari bencana itu sendiri merupakan hal yang cukup sederhana untuk dipahami oleh masyarakat. Berawal dari hal kecil, dimulai dari lingkungan terdekat (keluarga, RT, RW) dan mulai saat ini juga, kita dapat menanamkan budaya sadar bencana bagi masyarakat. Keberlanjutan kegiatan seperti Desa/Kelurahan Tangguh Bencana harus dijaga bersama oleh pemerintah, masyarakat dan dunia usaha yang saling berkaitan untuk selalu bersinergi demi terciptanya masyarakat yang menjunjung tinggi budaya sadar bencana.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengarusutamaan gender pada implementasi Kelurahan Tangguh Bencana dapat menjadi salah satu sarana pendukung kampanye Budaya Sadar Bencana. Saat ini kelompok dan organisasi perempuan dapat berperan aktif dalam menyebarkan informasi, pengetahuan serta ketrampilan melalui berbagai media. Media sosial merupakan salah satu alat bantu andalan bagi kelompok dan organisasi perempuan dalam membangun jejaring dan memviralkan pengetahuan kebencanaan, disamping media cetak seperti leaflet, poster dan spanduk.

Berdasarkan penilaian dan pengamatan fasilitator bersama para aktor yang terlibat langsung dalam kegiatan Kelurahan Tangguh Bencana, pengarusutamaan gender pada implementasi Kelurahan Tangguh Bencana dalam rangka kampanye budaya sadar bencana di Kelurahan Panaragan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor termasuk ke dalam kategori Baik (72,1%). Dari 6 kategori dan 20 indikator keberhasilan penilaian Desa/Kelurahan Tangguh Bencana, indikator Pelibatan

perempuan dalam tim melawan meraih skor tertinggi yaitu 78,3%. Hal ini merupakan kapasitas yang dimiliki Kelurahan Panaragan yang perlu dipertahankan, sedangkan kapasitas untuk indikator lainnya perlu ditingkatkan lagi agar diseminasi budaya sadar bencana kepada masyarakat semakin optimal.

Untuk ke depannya, dari penerapan Kelurahan Tangguh Bencana di Kota Bogor ini Kelompok Kerja Kelurahan Tangguh Bencana (Pokja Keltana) Kelurahan Panaragan bersama BPBD Kota Bogor telah menyusun rencana tindak lanjut yaitu sebagai berikut:

- a) Advokasi dengan Walikota Bogor untuk mendukung kegiatan Kelurahan Tangguh Bencana dan menjadikannya sebagai program prioritas yang sejalan dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) dan visi misi Kota Bogor.
- b) Melanjutkan kegiatan Kelurahan Tangguh Bencana secara swadaya dan *menggetok tularkan* ilmunya (*knowledge sharing*) kepada kelurahan-kelurahan lain, baik di Kota Bogor maupun kota/kabupaten lainnya sebagai upaya diseminasi Budaya Sadar Bencana
- c) Eskalasi Pengarusutamaan Gender di semua tahapan proses pembentukan Kelurahan Tangguh Bencana untuk mendukung kampanye Budaya Sadar Bencana sesuai Perwali Nomor 42 Tahun 2017
- d) Menyusun rencana jangka panjang berupa pembentukan Pokja dan implementasi Kelurahan Tangguh Bencana di seluruh Kota Bogor (68 Kelurahan) dalam rangka mewujudkan masyarakat Kota Bogor yang tangguh dalam menghadapi bencana menuju Kota Bogor, Kota Tangguh Bencana
- e) Meningkatkan sinergitas pemerintah, masyarakat, dan dunia usaha dalam upaya kampanye budaya sadar bencana dan menerapkan *living in harmony with risk disaster*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BNPB, 2014, *Peraturan Kepala BNPB Nomor 13 tahun 2014 tentang Pengarusutamaan Gender di Bidang Penanggulangan Bencana*. Jakarta: BNPB.
- BNPB, 2017, *Dokumen Kajian Risiko Bencana (KRB) Kota Bogor tahun 2017-2021*. Jakarta: BNPB.
- BNPB, 2016, *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- BNPB, 2013, *Indeks Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- BNPB, 2012, *Peraturan Kepala BNPB Nomor 1 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Desa/ Kelurahan Tangguh Bencana*. Jakarta: BNPB
- Intruksi Presiden RI Nomor.09 Tahun 2000 tentang Pengarusutamaan Gender (PUG) dalam pembangunan Nasional
- Maarif, Samsul, 2012, *Menuju Indonesia Tangguh*. Makalah Rapat Koordinasi dan Pelatihan Tingkat Nasional Tahun 2012. BNPB, Jakarta

- Maarif, Samsul, 2012, *Pikiran dan Gagasan, Penanggulangan Bencana di Indonesia*. BNPB, Jakarta
- National Alliance for Risk Reduction and Response Initiatives Consortium. 2012, *Training Curriculum, Women Leadership in Disaster Risk Reduction*, NARRI
- Oxfam, 2011, *Women Leadership in Disaster Risk Management*. Oxfam
- Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 2012 tentang Tanggung Jawab Sosial Dan Lingkungan Perseroan Terbatas ("PP 47/2012")
- Peraturan Wali Kota Bogor Nomor 42 Tahun 2017 tentang Pedoman Umum Pengarusutamaan Gender di Kota Bogor
- Prastowo A, 2010, *Menguasai Teknik-teknik Koleksi Data Penelitian Kualitatif*, Jogjakarta: DIVA Press.
- Twigg, J., 2009, *Characteristics of a Disaster-resilient Community-A Guidance Note*
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana
- Undang-Undang Republik Indonesia No.32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- United Nations, 2015, *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015, *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*
- <https://kbbi.web.id/budaya> diakses pada tanggal 28 September 2017 jam 12.30 WIB
- <http://www.artikelsiana.com/2015/08/pengertian-kebudayaan-menurut-para-ahli.html> diakses pada tanggal 28 September 2017 jam 15.30 WIB

ANALISIS STRATEGI PEMELIHARAAN INFRASTRUKTUR JALAN PERDESAAN DI DESA SUNGAI RENGAS KECAMATAN SUNGAI KAKAP KABUPATEN KUBU RAYA

Heri Azwansyah¹, Syafaruddin AS², Sutarto YM³

¹Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia,
email : heriazwansyah@gmail.com

²Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi, Universitas Tanjungpura, Pontianak,
Indonesia, email : syafaruddin_as@yahoo.com

³Kelompok Keahlian Rekayasa Transportasi,, Universitas Tanjungpura, Pontianak,
Indonesia, email : sutarto.yosmul@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the rural road maintenance strategy in Sungai Rengas Village. Required data include road network maps, road conditions, road environments, and road benefits. Survey method is field observation and interview. The analysis was done by IRAP method.

This study analyzed 6 (six) rural roads namely Pemuda Street, Budi Utomo Street, Bujang Taro Street, Markaba Darat Street, Tanjung Sreet, and Sungai Berembang Street. The result of the analysis that Sungai Berembang Street has the biggest road benefit value that is 16,92. The Sungai Berembang Street is the first priority where road repairs are done with overlay.

Keywords : Rural Road, Road Benefit Value, First Priority

ABSTRAK

Studi ini bertujuan untuk menentukan strategi pemeliharaan jalan perdesaaan di Desa Sungai Rengas. Data yang diperlukan antara lain peta jaringan jalan, kondisi jalan, lingkungan jalan, dan manfaat jalan. Metode survei berupa observasi lapangan dan interview. Analisis dilakukan dengan metode IRAP.

Penelitian ini menganalisis 6 (enam) jalan desa yaitu Jalan Pemuda, Jalan Budi Utomo, Jalan Bujang Taro, Jalan Markaban Darat, Jalan Tanjung, dan Jalan Raya Sungai Berembang. Hasil analisis bahwa Jalan Sungai Berembang memiliki nilai manfaat jalan terbesar yaitu 16,92. Jalan Sungai Berembang merupakan prioritas pertama dimana perbaikan jalan dilakukan dengan overlay.

Katakunci : Jalan Perdesaan, Nilai Manfaat Jalan, Prioritas Pertama

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur merupakan sistem fisik yang menyediakan transportasi, pengairan, drainase, bangunan gedung dan fasilitas publik lainnya, yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia baik kebutuhan sosial maupun ekonomi. Sistem infrastruktur adalah bagian-bagian berupa sarana dan prasarana (jaringan) yang tidak terpisahkan satu sama lain. Ketersediaan infrastruktur

memberikan dampak terhadap sistem sosial dan sistem ekonomi yang ada di masyarakat (Cakrawijaya, dkk, 2014).

Infrastruktur di setiap negara merupakan hal yang sangat penting guna meningkatkan kesejahteraan rakyat, begitu pula di Indonesia (KPPOD, 2012 dalam Heri Azwansyah, 2014). Ketersediaan infrastruktur yang memadai akan sangat membantu berkembangnya masyarakat di suatu wilayah, kegiatan usaha, ekonomi dan sosial di suatu wilayah semakin berkembang seiring dengan semakin baiknya ketersediaan infrastruktur.

Akses pedesaan dapat didefinisikan sebagai kemampuan, tingkat kesulitan penduduk desa untuk menggunakan, mencapai atau mendapatkan barang dan jasa yang diperlukannya. Aksesibilitas mempunyai tiga unsur, yaitu lokasi rumah tangga / pemukiman, lokasi fasilitas/ jasa, serta sistem transportasi yang menghubungkan keduanya (Donnges, 1999 dalam parikesit, 2003).

Infrastruktur jalan adalah bagian dari sistem transportasi dimana transportasi adalah pemindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah wahana yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Infrastruktur jalan perdesaan adalah kebutuhan fisik masyarakat di wilayah perdesaan terhadap sistem struktur jalan baik berupa prasarana jalan (jalan desa/jalan tani, jalan penghubung ke jalan utama menuju desa/kota terdekat, jembatan, dan drainase sebagai kelengkapan jalan) maupun sarana jalan seperti angkutan umum dan motor (Bakri, tanpa tahun).

Jalan perdesaan adalah salah satu upaya membuka keterisolasian wilayah perdesaan dari sumber-sumber informasi dan penghubung ke pusat-pusat produksi dan tempat-tempat distribusi/pemasaran. Jalan perdesaan memudahkan jangkauan penduduk ke pusat-pusat pelayanan sosial dan budaya seperti: sarana pendidikan (sekolah), kesehatan (puskesmas, posyandu), dan ibadah. Jalan perdesaan dianggap menjadi kunci pertumbuhan ekonomi yang dapat mengangkat harkat dan martabat masyarakat perdesaan dari kemiskinan dan kebodohan (Bakri, tanpa tahun). Oleh karena itu, ketersediaan jalan perdesaan yang memadai dapat memperlancar segala aktifitas penduduk desa sehingga kesejahteraan masyarakat desa akan meningkat pula.

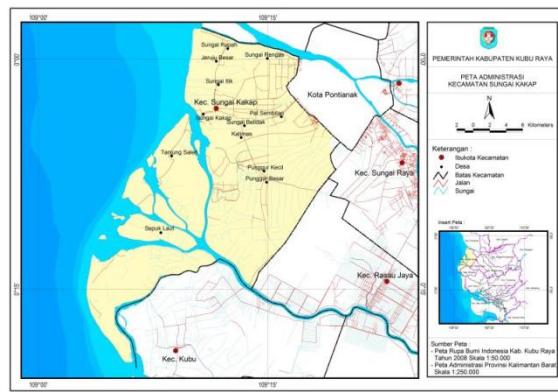
Desa Sungai Rengas memiliki jalan desa yang pada umumnya dalam kondisi yang relatif kurang baik hanya sebagai kecil saja dalam kondisi yang baik. Kerusakan infrastruktur jalan di wilayah ini lebih disebabkan karena banjir (curah hujan yang relatif tinggi dan/atau pasang air laut), muka air tanah juga tinggi, sistem drainase jalan yang kurang baik, dan daya dukung tanah yang relatif sangat rendah.

Berdasarkan uraian diatas, maka diangkat suatu kajian yaitu 'analisis strategi pemeliharaan infrastruktur Jalan Desa Di Desa Sungai Rengas Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya'. Penelitian ini diharapkan menjadi arah dan pedoman dalam mengelola infrastruktur desa dalam rangka menjawab kebutuhan riil masyarakat guna mendorong pembangunan wilayah.

2. METODOLOGI

Penelitian ini mengambil lokasi di Desa Sungai Rengas Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat.

Observasi lapangan dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi infrastruktur dasar serta kondisi jalan akses menuju infrastruktur tersebut. Hasil pengamatan di lapangan dilengkapi dengan dokumentasi servai. Survey wawancara dilakukan ada dua macam, yaitu survey di tingkat desa yaitu dengan melakukan wawancara kepada aparat Desa/tokoh masyarakat, dan survey di tingkat rumah tangga desa dengan melakukan interview dan pengisian kuisioner secara langsung kepada penduduk desa tingkat rumah tangga. Jumlah total responden yang diambil dalam penelitian ini sebanyak 420 responden rumah tangga.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Untuk mendapatkan suatu solusi perbaikan jalan desa yang tepat sasaran maka sangat perlu mempertimbangkan beberapa aspek kepentingan penduduk setempat sehari-hari. Dalam Metode *Integrated Rural Accessibility Planning* (IRAP) ini ditinjau beberapa aspek kepentingan penduduk yang dijadikan suatu nilai indikator yang penting dan dapat mewakili kepentingan penduduk tersebut. Selain itu dengan menggunakan metode ini juga melibatkan seluruh pengguna jalan sehingga akan didapatkan suatu hasil pendekatan nilai manfaat masing-masing jalan yang sesuai dengan aspirasi serta kepentingan dari pengguna jalan yang bersangkutan.

Indikator-Indikator yang digunakan antara lain :

1. Potensi Pertanian

Potensi pertanian sangat penting dijadikan suatu indikator dalam analisa ini karena dari data yang diperoleh dari Kantor Kepala Desa Sungai Rengas sebagian besar adalah petani. Penetapan nilai indikator untuk potensi pertanian dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu untuk potensi pertanian padi dan potensi pertanian kelapa / kopra.

2. Potensi Perikanan

Potensi Perikanan merupakan potensi terbanyak kedua setelah pertanian, lokasi desa yang berbatasan langsung dengan Laut Natuna dengan dihubungkan oleh kanal-kanal/sungai, menjadikan perikanan sebagai salah satu indikator dalam analisa ini, selain itu jika musim panen padi/kelapa belum tiba sebagian penduduk beralih profesi sebagai nelayan.

3. Jarak Fasilitas Kesehatan Desa

Kesehatan juga penting dijadikan suatu nilai indikator karena fasilitas kesehatan desa yang ada masih dalam kondisi yang minim karena pusat kesehatan desa hanya berupa Polindes dan Puskesmas pembantu (Pustu). Sebagian penduduk yang ingin mendapatkan pelayanan kesehatan lebih baik dan memadai biasanya pergi ke desa sebelah atau desa tetangga.

4. Jumlah Murid Sekolah Dasar

Walaupun telah terdapat sarana pendidikan dasar (Sekolah Dasar), indikator ini juga diperlukan untuk analisa karena penting untuk mengantisipasi apabila ada penduduk yang menyekolahkan anak-anak mereka di luar dusun.

5. Jumlah Murid Sekolah Lanjutan

Berdasarkan interview dengan Kepala Desa Sungai Rengas diketahui bahwa sarana pendidikan lanjutan di Desa Sungai Rengas belum memadai sehingga penduduk yang ingin melanjutkan sekolah harus menempuh perjalanan yang jauh karena fasilitas sekolah lanjutan terdapat di pusat kecamatan yaitu di Sungai Kakap.

6. Jarak Fasilitas Pasar Desa

Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari diperlukan adanya pasar lengkap yang memudahkan penduduk untuk memenuhi kebutuhan ekonomi mereka. Dari interview dengan Kepala Desa Sungai Rengas diketahui bahwa fasilitas pasar belum tersedia di Desa Sungai Rengas, penduduk yang ingin berbelanja harus membeli di Desa Jeruju Besar.

7. Jarak Fasilitas Air Bersih

Hampir seluruh penduduk memanfaatkan air sungai dan air hujan sebagai sumber air bersih. Untuk kebutuhan air minum penduduk menggunakan air hujan sehingga fasilitas penampungan air hujan terdapat pada semua rumah penduduk. Namun tersedianya juga penampungan air hujan umum. Sehingga jika ketersediaan air hujan di rumah penduduk habis maka penduduk harus mengambil air di penampungan tersebut.

8. Keadaan Jalan Sebelum Ditingkatkan

Lebih dari separuh jalan desa yang ada di Desa Sungai Rengas masih belum baik kondisinya. Keadaan inilah yang nantinya sangat mempengaruhi dalam analisa penentuan nilai manfaat jalan desa karena berhubungan langsung dengan penduduk pengguna jalan desa.

9. Permasalahan Jalan yang Dirasakan oleh Penduduk

Indikator ini menunjukkan berapa besarnya masalah yang dirasakan oleh penduduk berkaitan dengan keadaan jalan desa yang ada. Indikator ini juga berperan penting dalam menentukan prioritas perbaikan jalan desa.

10. Keadaan Jalan Sebagai Prioritas bagi Penduduk

Dengan melihat kondisi jalan yang ada maka dirasa penting untuk menentukan adanya suatu skala prioritas bagi penduduk untuk perbaikan jalan yang ada. Indikator ini menunjukkan tingkat pentingnya (prioritas) jalan untuk diperbaiki

11. Jumlah Rumah Pengguna Jalan (sekitar jalan) Desa

Indikator ini berisi jumlah rumah yang disurvei oleh surveyor. Jumlah ini merupakan jumlah rumah pengguna jalan atau penduduk sekitar jalan. Semakin banyak pengguna jalan maka kecenderungan nilai manfaat akan semakin besar pula.

Sejumlah daftar pertanyaan yang disajikan kepada responden untuk mengisi jawaban sesuai dengan 11 (sebelas) indikator tersebut di atas.

Perhitungan Nilai Manfaat Jalan (NMJ) dilakukan berdasarkan data hasil survei (survei wawancara/ kuisioner) untuk memperoleh nilai indikator (NI) dengan bobot indikator (BI). Selanjutnya NMJ dihitung dengan formula sebagai berikut (parikesit, 2003).

$$NMJ = \frac{\sum_{i=1}^n Rerata(I_i \times B_i)}{n}$$

Dimana :

n = Jumlah responden

I_i = Nilai Indikator ke-i

B_i = Bobot Indikator

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Sosial Ekonomi

Desa Sungai Rengas Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya memiliki jumlah penduduk yang relatif besar dengan jumlah penduduk tahun 2016 sebesar 21.937 jiwa dengan kepadatan penduduk 522 jiwa orang/km² dan rata-rata penduduk perumah tangga sebanyak 5 jiwa. Luas wilayah Desa Sungai Rengas adalah 42 km² atau 9,3% dari luas Kecamatan Sungai Kakap (BPS Kabupaten Kubu Raya, 2017). Berdasarkan data yang diperoleh dari kuisioner dan dari hasil observasi lapangan, diketahui bahwa mayoritas mata pencaharian penduduk desa adalah petani dan relatif banyak juga yang bermata pencaharian di bidang perikanan seperti nelayan. Sebagian penduduk ada juga yang mempunyai tambak ikan yang memanfaatkan daerah sekitar rumah yang dekat dengan sungai. Desa Sungai Rengas terdiri dari 7 dusun yaitu Dusun Pelipis, Dusun Beringin, Dusun Rengas, Dusun Cendana, Dusun Jeruk, Dusun Kapuas, dan Dusun Nipah.

3.2 Kondisi Infratsruktur Jalan

Dalam studi ini ada 6 jalan desa yang diteliti yaitu: Jalan Pemuda, Jalan Budi Utomo, Jalan Bujang Taro, Jalan Tanjung, Jalan Markaban Darat, dan Jalan Sungai Berembang.



Gambar 2. Jaringan Jalan Desa Sungai Rengas

Tabel 1. Karakteristik dan Kondisi Jalan Desa

Nama Jalan	Panjang	Lebar	Jenis	Kondisi Jalan	
	(km)	(m)	Permukaan	Kemarau	Hujan
J. Pemuda	1,5	4	Aspal, batuan	Baik	Baik
J. Budi Utomo	1,35	4	Aspal, batuan	Rusak	Rusak
J. Bujang Taro	0,8	4	Aspal, tanah	Baik	Rusak
J. Tanjung	1,84	4	Aspal, tanah	Baik	Rusak
J. Markaban Darat	0,63	4	Aspal, beton	Baik	Baik
J. Sungai Berembang	1,1	4	Aspal, batuan	Rusak	Rusak

Sumber : Hasil Survei, 2018

a) Jalan Pemuda

Jalan perdamaian berada di ujung daerah jeruju memiliki panjang jalan sepanjang kurang lebih 1,5 km dan memiliki lebar jalan selebar 4 m. Kondisi jalan Pemuda sebagian besar aspal berbatuan . Di jalan Pemuda ini terdapat 2 jembatan dari konstruksi beton yang keadaannya masih baik.



Gambar 3. Kondisi Jalan Pemuda

b) Jalan Budi Utomo



Gambar 4. Kondisi Jalan Budi Utomo

Jalan Budi Utomo memiliki panjang 1,35 km dan memiliki lebar 4 m. Kondisi Jalan Budi Utomo merupakan jalan yang permukaannya aspal berbatu sepanjang jalannya dan ada beberapa bagian jalan yang berlubang. Di jalan Budi Utomo ini terdapat 3 jembatan dengan konstruksi beton yang keadaannya masih baik.

c) Jalan Bujang Taro

Kondisi Jalan Bujang Taro pada sebagian jalan beraspal dan masih sangat bagus tidak ada kerusakan namun, di bagian dalam jalan tersebut permukaan jalan sebagian tanah dan sebagian beton yang telah hancur.



Gambar 5. Kondisi Jalan Bujang Taro

d) Jalan Tanjung



Gambar 6. Kondisi Jalan Tanjung

Jalan Tanjung pada sebagian jalan permukaannya beraspal dan sebagian permukaannya tanah merah pada bagian dalam jalan. Pada jalan ini terdapat 1 jembatan dengan kontruksi beton dengan kondisi sangat baik.

e) Jalan Markaban Darat

Jalan ini permukaannya sebagian beraspal dan sebagian cor beton. Permukaan jalan baik.



Gambar 7. Kondisi Jalan Markaban Darat

f) Jalan Sungai Berembang

Kondisi jalan sangat buruk dan hancur pada jalan ini, hampir sepanjang jalannya hancur dan berlubang. Permukaannya aspal berbatu.

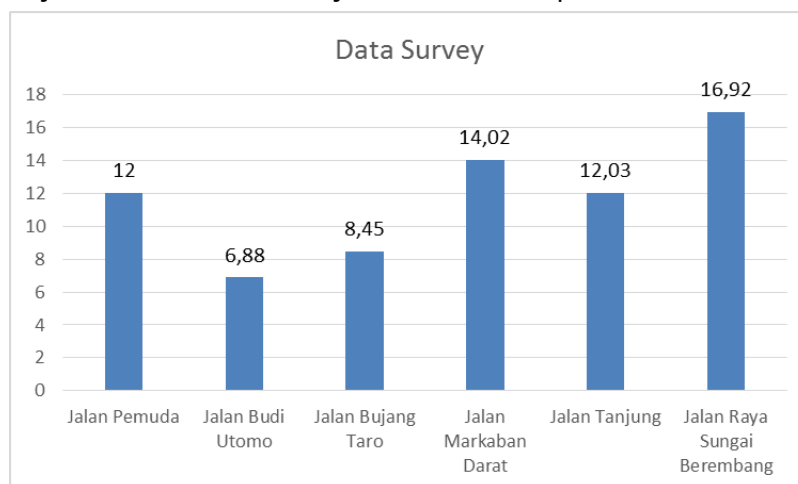


Gambar 8. Kondisi Jalan Sungai Berembang

3.3 Analisis Strategi Pemeliharaan

3.3.1 Penentuan Skalan Prioritas

Penentuan prioritas jalan desa berdasarkan perbandingan nilai manfaat jalan (NMJ) antara jalan yang diteliti. NMJ diperoleh menurut persamaan (1). NMJ terbesar pada jalan tertentu berarti jalan tersebut diprioritaskan.



Gambar 9. Nilai Manfaat Setiap Jalan

Dengan memperhatikan Gambar 9 serta di atas dapat ditarik suatu hasil bahwa jalan yang memiliki nilai manfaat terbesar adalah Jalan Sungai Berembang dnegan

nilai 16,92. Sehingga apabila pemerintah setempat ingin memperbaiki jalan desa yang ada maka Jalan Sungai Berembang merupakan jalan desa yang menjadi prioritas utama. Artinya, dengan perbandingan keadaan jalan sebelum dan sesudah perbaikan maka Jalan Sungai Berembang akan memberikan manfaat yang besar bagi pengguna jalan tersebut bila jalan tersebut ditingkatkan. Dengan diperbaikinya Jalan Sungai Berembang maka mobilitas serta akses penduduk akan semakin lancar baik dari dusun ke pusat desa maupun dari desa ke kota terdekat. Jalan Sungai Berembang juga dapat menghubungkan Desa Sungai Rengas dengan Kota Pontianak dengan jarak yang lebih dekat bila dibandingkan dengan menggunakan jalan yang ada di Kecamatan Sungai Kakap (Jalan Raya Kakap). Sehingga keberadaan jalan dirasa sangat penting bagi penduduk yang menggunakan Jalan Sungai Berembang sebagai prasarana transportasi desa.

Selain itu terpilihnya Jalan Sungai Berembang karena keadaan fisik serta geometrik Jalan Sungai Berembang yang masih belum baik, dan berdasarkan hasil survei Sebagian besar masyarakat menganggap jalan ini memberikan masalah yang besar bagi penduduk.

3.3.2 Penentuan Strategi Perbaikan

Strategi perbaikan jalan dalam studi ini berdasarkan kondisi permasalahan yang ada di lapangan. Penentuan strategi perbaikan jalan juga sangat berperan besar agar perbaikan dapat memberikan manfaat yang baik serta efisien. Untuk mengetahui kondisi serta Strategi perbaikan jalan desa yang ada di Desa Sungai Rengas dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Kondisi dan Strategi Perbaikan Jalan Desa

Nama Jalan	Kondisi Jalan	Strategi
Jalan Pemuda	kondisi pada jalan pemuda masih tergolong baik, dengan permukaan aspal sedikit dan berbatu, pada saat musim hujan tidak berpengaruh namun berdebu saat musim kemarau	jalan ini masih layak pakai, namun untuk pemeliharaan dapat dilakukan peningkatan jalan dengan aspal sepenuhnya agar tidak terlalu berdebu saat kemarau
Jalan Budi Utomo	kondisi pada jalan budi utomo, sudah tergolong rusak dengan jalan yang berlubang dimana-mana dan berbatuan,	Diperlukan peningkatan serta perbaikan jalan, agar jalan yang berlubang dapat tertutupi.
Jalan Bujang Taro	Jalan ini tergolong baik dengan aspal yang mulus tanpa berlubang, tapi pada bagian belakang (ujung) jalan terdapat jalan dengan permukaan tanah.	Tidak Diperlukan perbaikan pada sebagian jalan beraspal namun, boleh diadakan pemeliharaan agar jalan mampu memenuhi lama waktu yang telah direncanakan. Akan tetapi sebaiknya diadakan suatu perbaikan jalan pada jalan permukaan tanah tersebut

Nama Jalan	Kondisi Jalan	Strategi
		misalnya di cor beton.
Jalan Markaban Darat	Jalan ini tergolong baik, permukaan aspal dan layak dilalui oleh masyarakat	Tidak diperlukan perbaikan , namun untuk peningkatan dapat dilakukan dengan meninggikan jalan karena permukaan aspal sangat tipis.
Jalan Tanggung	kondisi pada jalan ini masih sangat baik dengan permukaan aspal masih sangat layak untuk dilalui, namun pada bagian dalam jalan terdapat permukaan tanah merah.	Tidak diperlukan perbaikan pada permukaan aspal , namun harus terus dipelihara agar kenyamanan masyarakat tetap terjaga. Akan tetapi pada jalan merah sebaiknya diadakan perbaikan jalan dengan di timbun tanah kualitas baik atau di cor beton.
Jalan Sungai Berembang	Kondisi pada jalan ini sudah rusak, aspal dengan jalan yang berlubang dan berbatuan , pada saat hujan air akan menggenangi yang rusak dan pada saat kemarau tidak terlalu berpengaruh	diperlukan perbaikan dengan menutupi jalan yang berlubang, peninggian jalan agar masyarakat dapat dengan mudah bertransportasi. Direkomendasikan untuk dilakukan overlay karena sebagai besar permukaan jalan yang sangat rusak

Sumber : Analisis Data, 2017

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis di atas, studi ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan nilai manfaat jalan dan prioritas masalah bagi masyarakat mengenai jalan desa yang ada maka prioritas pertama untuk dilakukan perbaikan jalan desa adalah Jalan Sungai Berembang karena memiliki NMJ paling besar yaitu sebesar 16,92, dan sebagian besar masyarakat barangggapan sebagai masalah besar.
2. Strategi penanganan jalan prioritas yaitu untuk jalan Sungai Berembang adalah dengan melakukan overlay.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Azwansyah, H., Januardi, F., 2014, Studi Pengelolaan Infrastruktur Dasar Kecamatan Telok Batang Kabupaten Kayong Utara Studi Kasus Desa Sungai Paduan dan Desa Mas Bangun, *Jurnal Langkau Betang*, Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Sipil Untan, Januari;1(1):53-60.
- Bakri N, Tanpa Tahun, Evaluasi Program Pembangunan Jaringan Jalan Perdesaan Dengan Pelibatan Masyarakat Di Kabupaten Polewali Mandar Provinsi Sulawesi

Barat, pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/e9436413fa8428aa54679a4f47ded750.pdf
(diakses Maret 2018).

- BPS Kabupaten Kubu Raya. 2017. *Kecamatan Sungai Kakap Dalam Angka*, Sungai Raya : BPS Kabupaten Kubu Raya.
- Cakrawijaya M. A., Riyanto B. dan Nuroji, 2014, Evaluasi Program Pembangunan Infrastruktur Perdesaan di Desa Wonokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, vol.25 No.2, Agustus : 137-156
- Parikesit, D., Pratama, D.A., Ekawati, N., 2008, Modul Pelatihan Perencanaan Infrastruktur Perdesaan, Kerjasama Universitas Gajah Mada dengan Kementrian Koordinator Bidang Ekonomi dan Internatioal Labour Organization.

MENCERMATI KEUNIKAN BENCANA GEOLOGI DI INDONESIA

Sofyan Rachman dan Harry Pramudito

Laboratorium Geologi Teknik Dan Lingkungan Program Studi Teknik Geologi, Fakultas
Teknologi Kebumihan Universitas Trisakti. Email: sofyan@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Geological disasters are a naturally occurring disaster where the time of occurrence can not be predicted. based on the source of occurrence, geological disasters are divided into: earthquakes and volcanoes. The aim of this paper for more detailed derivation of major geological disasters in order to perform mapping in an area of potential disasters. The earthquake generally has a derivative of other disasters that tsunamis, landslides and subsidence. Volcanic disasters have derivatives, lava flows, hot clouds, cold lava floods and ash rain. To determine geological disasters and derivatives need to know the potential of major disasters. The layout of the area that has the potential geological disasters can be estimated by using the plates tectonic concept. Thus it can be concluded that an area that has been done geological disaster assessment and its derivatives will make it easier to plan its mitigation.

Keywords: earthquake, volcanic, geological disaster, disaster

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sesuai dengan Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, yang mendefinisikan Bencana sebagai berikut :

"Bencana adalah suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis." Adapun pengkatagorian bencana berdasarkan BNPB adalah seperti yang terlihat pada table 1.1.

Indonesia yang secara geologi merupakan wilayah yang dikelilingi oleh 3 tumbukan lempeng, yaitu lempeng eurasi, lempeng Asia dan lempeng Australia. Ketiga lempeng tersebut saling bertumbukan mengelilingi wilayah Indonesia secara aktif. Dengan demikian wilayah Indonesia juga merupakan wilayah yang cukup aktif dengan kejadian bencana geologinya. Bencana geologi yang mempunyai turunan bencana lainnya perlu dicermati agar dapat memberikan pemahaman mengenai mitigasi kepada masyarakat setempat.

Sebagai tindak lanjut pemahaman mengenai Bencana geologi ini, perlu dicermati keunikannya, yaitu bencana geologi mempunyai turunannya yang tidak dapat dianggap remeh dalam setiap aktivitasnya. Umumnya bencana yang diakibat

sebagai turunan dari bencana geologi ini dalam aktivitasnya cukup banyak memakan banyak korban, baik jiwa maupun infrastruktur.

Tabel 1. Katagori Bencana (BNPB, 2007)

BENCANA GEOLOGI		
1	Tektonik	
	- Gempa Bumi	
	- Tsunami	
	- Tanah Longsor	
	- Amblesan	
2	Letusan Gunung Api	
	- Gempa vulkanik	ALAMI
	- Aliran Lava	
	- Aliran Awan Panas	
	- Banjir Lahar	
	- Hujan Abu	
BENCANA IKLIM		
	- Badai	
	- Cuaca ekstrim	
	- Banjir	
	- Rusaknya sistem Hydrologi	
	- Kekeringan	
	- Kebakaran Hutan	
BENCANA LINGKUNGAN		
	- Pencemaran Lingkungan	
	- Rusaknya DAS	
	- Tidak tepat gunanya Teknologi	
	- Wabah Penyakit	
	- Gizi Buruk/Kelaparan	
	- Gagal Panen	
BENCANA SOSIAL		
	- Kerusuhan	
	- Kerusakan Moral dan Budaya	
	- Penyakit sosial masyarakat	

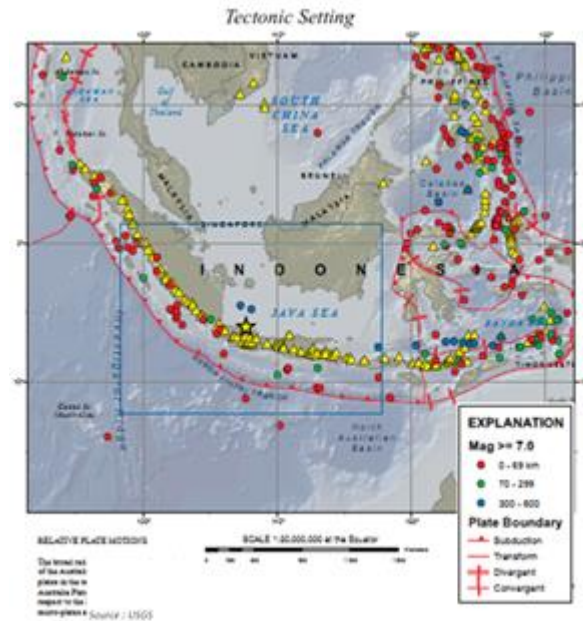
1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari tulisan ini adalah memahami bencana geologi dan turunannya secara mendalam berdasarkan konsep geologi.

Tujuannya adalah agar dalam melakukan kajian mengenai potensi bencana di suatu daerah akan lebih rinci dan optimal, sebagai dasar membuat rencana mitigasi yang baik.

2. KONDISI GEOLOGI INDONESIA

Indonesia yang terdiri dari gugusan pulau-pulau dan merupakan wilayah dengan kondisi geologi yang cukup menarik. Hal ini karena gugusan kepulauannya dibentuk oleh hasil dari tumbukan lempeng-lempeng tektonik besar. Tumbukan Lempeng Eurasia dan Lempeng India-Australia mempengaruhi Indonesia bagian barat, sedangkan pada Indonesia bagian timur, dua lempeng tektonik ini ditubruk lagi oleh Lempeng Samudra Pasifik dari arah timur (Katili, JA, 1989). Tentunya kondisi tersebut berimplikasi banyak terhadap kehidupan yang berlangsung di atasnya hingga saat ini.



Gambar 1 Peta Tatanan Tektonik di Indonesia (Web. USGS)

Tectonic setting daerah Indonesia bagian barat didominasi oleh pergerakan lempeng Indo-Australia yang menunjam dibawah lempeng Sunda. Lempeng Indo-Australia menunjam dari palung Sunda yang berada di Samudera Indonesia. Di sebelah selatan pulau Jawa lempeng Indo-Australia menunjam pada posisi tegak lurus sedangkan disebelah barat Sumatera, lempeng Indo Australia menunjam lempeng Sunda pada posisi oblique. Maka dari itu, trench (palung) di Inonesia bagian barat dapat dikatakan juga sebagai oblique subduction karena trench tersebut merupakan hasil dari subduksi yang berbentuk/berarah oblique.

Secara umum tektonik di Indonesia yang cukup menarik ini menghasilkan potensi geologi, baik itu potensi yang positif, maupun potensi yang negative. Potensi geologi yang positif adalah potensi sumberdaya mineral, batubara dan *Hydro Carbon* (migas), dimana ini cukup banyak di Indonesia. Sedangkan potensi geologi yang negative adalah potensi bencana geologi yang berupa gempa bumi dan gunung berapi. Pada gambar 1 terlihat jelas hasil dari aktivitas tektonik dan pergerakan lempeng di Indonesia yang berupa jajaran gunung berapi dan data kegempaan yang telah terjadi di sekitar wilayah tumbukan lempeng. Dalam tulisan ini pembahasan akan di fokuskan pada potensi bencana geologi.

3. BENCANA GEOLOGI

Bencana geologi adalah suatu bencana alam yang terjadi dipermukaan bumi sebagai akibat dari proses geologi yang berlangsung.

Proses geologi yang berlangsung dapat terbagi 2 (dua) yaitu proses endogen dan proses eksogen. Proses endogen merupakan proses geologi yang berlangsung dari

dalam bumi, seperti gempa bumi, gunung merapi, semburan gas liar.dan lain lain. Sedangkan proses eksogen merupakan proses geologi yang berasal dari permukaan, yaitu pelapukan, erosi, gerakan tanah dan lain sebagainya.

3.1 Bencana Gempa Bumi

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, mendefinisikan sebagai berikut:

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif, aktivitas gunung api. Bencana yang disebabkan oleh guncangan gempa bumi ini umumnya menimbulkan kehancuran pada infrastruktur dan struktur bangunan. Selain itu akibat lain sebagai bencana ikutan yang timbul adalah keretakan tanah, amblesan dan banjir bah laut (tsunami). Gempa bumi akan menghasilkan suatu getaran, dan bila getrانا tersebut muncul kepermukaan, maka dapat dirasakan hingga daerah yang berjarak cukup jauh. Getaran yang dihasilkan dari Gempa bumi dapat dibagi menjadi beberapa jenis, berdasarkan bentuk gelombang getarnya. Jenis getaran yang ditimbulkan dari gempa bumi adalah sebagai berikut :

Menurut Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS), getaran gempa dibagi menjadi 2, yaitu gelombang pada tubuh bumi dan gelombang permukaan.

3.1.1 Body wave

Body wave adalah gelombang yang merambat di interior bumi. Terdiri dari: Gelombang Primer dan Gelombang Sekunder

a. Gelombang Primer

Gelombang ini merupakan gelombang yang pertama kali dicatat oleh seismograf dan ini merupakan gelombang longitudinal yang arah gerak partikelnya searah dengan arah rambatan. Kecepatan gelombang ini 330 m/dtk di udara, 1450 m/dtk di air dan 5000 m/dtk di batuan granit. Gelombang ini dapat merambat di segala jenis medium (padat, cair, gas) dengan amplitudo kecil, sehingga getarannya relatif paling "lambut" dibandingkan gelombang yang lainnya.

b. Gelombang Sekunder

Gelombang ini merupakan gelombang transversal yang arah gerak partikelnya tegak lurus dengan arah rambatan. Kecepatan dari gelombang ini adalah 60 % dari gelombang primer (artinya lebih lambat). Kemampuan dari gelombang ini dapat merambat di medium padat saja. Daya rusak yang diakibatkan oleh gelombang ini lebih besar dari gelombang Primer. Dengan demikian amplitude gelombang ini lebih besar dari gelombang Primer.

3.1.2 Surface Wave

Surface wave adalah gelombang yang merambat di permukaan bumi. Terdiri dari: Gelombang Cinta / *Love wave* dan gelombang *Rayleigh*

a) Gelombang cinta (*love wave*)

Gelombang ini merupakan gelombang transversal yang arah gerak partikelnya tegak lurus dengan arah rambatan. Kecepatan dari gelombang ini 70 % dari Gelombang Sekunder (lebih lambat). Jenis gelombang ini Paling merusak, terutama di daerah dekat dengan epicentrum (pusat gempa). Getaran ini sangat dirasakan manusia pertama kali saat terjadi gempa bumi.

b) Gelombang Rayleigh

Jenis gelombang ini ditemukan oleh Lord Rayleigh pada tahun 1885. Gerakan gelombang ini adalah eliptik retrograde/ ground roll (tanah memutar kebelakang), tapi secara umum gelombangnya merambat ke depan, analoginya seperti gelombang laut. Kecepatan gelombang ini sedikit lebih cepat dari Love wave yaitu 90% dari kecepatan Gelombang Sekunder.

Getaran yang muncul di permukaan sebagai akibat gempa bumi dapat diukur kekuatannya berdasarkan skala gempa. Adapun klasifikasi skala gempa Skala Richer yang dibuat berdasarkan magnitudo/ kekuatan gempa, dengan menggunakan alat ukur berupa pesawat Wood Anderson sifatnya objektif) :

skala 0 – 3 : guncangan kecil

skala 3 – 4 : gempa kecil

skala 4 – 5 : gempa keras

skala 5 – 6 : gempa merusak

skala 6 – 7 : gempa destruktif/ menghancurkan

skala 7 – 8 : gempa besar

skala 8 – 9 : bencana nasional

3.2 Bencana Gunung Berapi

Berdasarkan konsep pergerakan lempeng tektonik, maka Indonesia dikelilingi oleh gunung berapi (*ring of fire*). Dengan demikian maka bencana gunung berapi sangat perlu di cermati berdasarkan dari tipe letusannya. Tipe letusan gunung berapi yang umum ada di Indonesia adalah sebagai berikut :

a. Tipe letusan plinian/perret

Tipe ini mempunyai tekanan gas sangat kuat, dengan lava cair, sifat letusan adalah melemparkan/membobol kepundan dan membentuk kaldera dengan letusan hingga ketinggian 80 km.

Contoh letusan G. Krakatau (1883) dan G. St. Helens (1980).

b. Tipe letusan vulkanian

Letusan tipe ini umumnya mengeluarkan material padat seperti bom, abu, lapili, dan material cair. Sedangkan awan dan debu membentuk bunga kol. Tipe ini mempunyai tekanan gas yang sedang dengan lavanya agak cair. Tipe ini terbagi menjadi:

- Tipe vulkano kuat : G. Vesuvius dan G. Etna

- Tipe vulkano sedang : Gunung kelud dan G. Anak Bromo
- Tipe vulkano lemah : Gunung Bromo dan Gunung Raung

c. Letusan tipe merapi

Letusan tipe ini merupakan lava cair yang kental menyumbat mulut kawah, sehingga menyebabkan tekanan gas agak rendah. Pada umumnya tipe ini letak dapur magma relatif dangkal. Semakin meningkatnya tekanan gas sehingga dapat memecahkan sumbatan lava. Hasil pecahan tersebut menjadi ladu (*gloedlwein*) yang menyebabkan terjadinya awan panas (*gloedlwolk*) atau wedhus gembel. Contoh letusan G. Merapi (2010)

d. Letusan tipe strombolian.

Tipe ini letusannya terjadi pada interval waktu yang sama memuntahkan material bom, lapili, dan abu. Tekanan gas pada umumnya rendah dengan magmanya sangat cair. Contoh letusan G. Vesuvius Italia dan G. Raung.

Dari tipe-tipe letusan gunung berapi yang ada di Indonesia dapatlah di turunkan bencana ikutan dari gunung berapi. Baha ikutan tersebut berupa : aliran lava, aliran awan panas, aliran lahar dingin, hujan abu, gempa bumi dan bencana non fisik ikutan lainnya.

Longsor material hasil gunung api yang tertimbun di lereng dan meluncur yang disebabkan oleh adanya curah hujan yang besar dan cukup lama di puncak. Longsoran ini akan menyebabkan bencana tersendiri pasca letusan gunung berapi.

4. BENCANA TURUNAN/ IKUTAN

Telah di uraikan diatas bahwa bencana geologi utama, seperti gempa bumi dan gunung berapi, akan mempunyai bencana ikutan yang perlu dicermati dan dipahami.

Bencana ikutan sebagai akibat gempa bumi itu biasanya adalah gerakan tanah, amblesan dan banjir bah laut (*tsunami*).

Getaran yang disebabkan oleh gempa bumi hasil aktivitas tektonik akan menyebabkan keretakan tanah, merubah leve tanah di permukaan. Keretakan tanah yang timbul pasca gempa, akan berkembang melemahkan stabilitas lereng dan daya dukung tanah. Sehingga dalam waktu tidak terlalu lama maka akan muncul bencana baru, yaitu tanah longsor dan amblesan. Untuk tsunami umumnya terjadi pada gempa-gempa yang berskala besar.

Bencana geologi utama lainnya yaitu gunung berapi (*volcanic*), mempunyai bencana ikutan seperti longsor material hasil kegiatan gunung berapi di sepanjang lereng, hingga ke kaki gunung.

Dengan mencermati bencana ikutan tersebut maka dapatlah dipahami secara rinci rangkaian bencana yang akan mengunjungi wilayah tersebut. Hal ini dilakukan untuk memprediksi dan menyusun zonasi kerawanan bencana pada suatu daerah yang cukup rinci dan termutakhirkan dengan skala lebih 1: 25.000 atau dengan

luasan per Kecamatan. Pencermatan tersebut akan menjadi dasar penataan mitigasi bencana yang akan disusun dapat berlangsung secara optimal dan baik.

5. KESIMPULAN

- 1) Bencana geologi mempunyai dua bencana utama yaitu gempa bumi dan gunung berapi.
- 2) Mencermati karakteristik bencana geologi akan sangat bermanfaat guna memahami bencana ikutan yang akan timbul pasca bencana utama.
- 3) Menyusun zona rawan bencana secara rinci, dengan memasukkan bencana ikutan yang lainnya akan membuat perencanaan sistem mitigasi lebih baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Katili, J. A., 1989, Evolution of The Southeast Asian Arc Complex, dalam Geologi Indonesia, Majalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Vol 12, no 1 Juli 1989, IAGI-Jakarta.
- Undang undang no.24 Tahun 2007, Tentang Penanggulangan Bencana.
- Web Site Vulkano dan Mitigasi Bencana, kementrian ESDM Republik Indonesia,
- <http://www.vsi.esdm.go.id/>
- Web Site U.S. Geological Survey <https://pubs.usgs.gov/>

PELIBATAN MASYARAKAT LOKAL DALAM PENANGGULANGAN ERUPSI GUNUNG

Evi Syafrida Nasution

Fakultas Psikologi Universitas Borobudur, email: evisyafrika@borobudur.ac.id

ABSTRACT

The principles of disaster management in Indonesia are fast and precise, prioritized, coordinated and integrated, effective and effective, transparency and accountability, partnership, empowerment, non-discrimination and nonproletion. Based on these principles, one form of effort that can be done is to form a support group. This study aims to find out how the process of forming one of the support groups in Tanah Karo is Beidar Sinabung Community. Also want to know how the activities undertaken and the form of partnership built.

This research uses qualitative approach. The data retrieval technique used in this research is divided into two, namely primary and secondary data. Primary data consist of: observation data and interview. Secondary data consists of documentation and literature study. Data analysis techniques are: open koping, axial coding and selective coding.

Based on the research results obtained conclusion that the process of formation Beidar Sinabung as one of the support groups in Tanah Karo originated from the existence of a need for public support in disseminating the correct information about the eruption of Mount Sinabung to the people who are in Lingkar Sinabung. The main activities undertaken by this community is the socialization related to the eruption of Mount Sinabung eruption. Nonetheless, the volunteers also monitored the activities of Mount Sinabung from monitoring points located in Sinabung Circle and continued to coordinate with the Center for Volcanology & Mitigation of Geological Disasters and the Regional Government of Karo Regency. In addition, volunteers are also involved in the evacuation process of the community and help improve the houses. Volunteer Beidar Sinabung also builds partnerships with the Symphony Community and the Sinabung Citizens Communication Forum and other relevant parties.

Keywords : Support group, eruption, volcano

ABSTRAK

Prinsip-prinsip dalam penanggulangan bencana di Indonesia adalah cepat dan tepat, prioritas, koordinasi dan keterpaduan, berdaya guna dan berhasil guna, transparansi dan akuntabilitas, kemitraan, pemberdayaan, nondiskriminatif, dan nonproletisi. Berdasarkan prinsip-prinsip tersebut, salah satu bentuk upaya yang dapat dilakukan adalah membentuk kelompok dukungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana proses pembentukan salah satu kelompok dukungan yang ada di Tanah Karo yaitu Komunitas Beidar Sinabung. Selain itu ingin mengetahui bagaimana kegiatan yang dilakukan dan bentuk kemitraan yang dibangun.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif. Teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi dua, yaitu data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari: data observasi dan wawancara. Data sekunder terdiri dari studi dokumentasi dan studi pustaka. Teknik analisis datanya yaitu: koping terbuka, koding aksial dan koding selektif.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan yaitu proses terbentuknya Beidar Sinabung sebagai salah satu kelompok dukungan yang ada di Tanah Karo berawal dari adanya suatu kebutuhan akan dukungan masyarakat dalam menyebarkan informasi yang benar mengenai erupsi Gunung Sinabung kepada masyarakat yang berada di Lingkar Sinabung. Adapun kegiatan utama yang dilakukan oleh komunitas ini adalah sosialisasi terkait bencana erupsi Gunung Sinabung. Meskipun demikian, para relawan juga turut memantau aktivitas Gunung Sinabung dari titik-titik pantau yang berada di Lingkar Sinabung dan terus berkoordinasi dengan Pusat Vulkanologi & Mitigasi Bencana Geologi dan Pemerintahan Daerah Kabupaten Karo. Selain itu, relawan juga terlibat dalam proses evakuasi masyarakat dan membantu memperbaiki rumah warga. Relawan Beidar Sinabung juga membangun kemitraan dengan Komunitas Simfoni dan Forum Komunikasi Warga Sinabung & fihak-fihak terkait lainnya.

Kata Kunci : Kelompok dukungan, erupsi, gunungapi

1. PENDAHULUAN

Menurut UU Nomor 24 Tahun 2007, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana terjadi karena adanya ancaman, dampak dan kerentanan. Bencana dapat mengancam semua wilayah di Indonesia baik di wilayah daratan, pegunungan maupun di wilayah pesisir (Hilmi, dkk., 2012). Kondisi geografis, geologis, dan demografis Indonesia menyebabkan negeri ini dikenal sebagai laboratorium bencana. Sesuai dengan Undang-undang 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, bab 1, tentang ketentuan umum, pasal 1, jenis-jenis bencana dapat dikelompokkan menjadi bencana alam, antara lain (1). gempa bumi, (2) tsunami, (3) gunung meletus, (4) banjir, (5) kekeringan, (6) angin topan, (7) tanah longsor. Sedangkan bencana non alam, seperti (8) gagal teknologi, (9) gagal modernisasi, (10) epidemic, (11) wabah penyakit, dan bencana sosial (12) konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat, (13) teror. Dari jenis-jenis bencana tersebut, terdapat enam bencana yang paling mengancam daerah-daerah di Indonesia. Bencana itu, yakni gempa bumi, kebakaran gedung, tsunami, banjir dan banjir bandang, tanah longsor, serta letusan gunung api (Supartini, dkk., 2017).

Salah satu bencana alam yaitu gunung api. Gunung api yang masih aktif di Indonesia berjumlah 129 gunung, 70 di antaranya dikategorikan sangat mengancam. Gunungapi ini membentang sepanjang 7.000 Km dari Pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kepulauan Banda, Halmahera, dan Sulawesi.

Salah satu gunungapi yang ada di Sumatera Utara adalah Gunung Sinabung. Gunung Sinabung terletak di dataran tinggi Tanah Karo, Sumatera Utara – mengejutkan masyarakat luas ketika meletus pada Agustus 2010. Mengejutkan karena banyak yang menyangka gunung berketinggian 2.460 di atas permukaan laut itu adalah gunung mati. Sebetulnya tidak mati, melainkan dormant, Gunung Sinabung tercatat meletus pada tahun 1600 (Cholis, dkk., 2010). Pada September 2013 terjadi letusan berulang kali disertai luncuran awan panas sejauh 1,5 kilometer. Masyarakat di sekitar Kota Medan, yang berjarak 80 kilometer, juga terkena hujan abu vulkanik. Akibat kejadian tersebut, masyarakat Gunung Sinabung mengungsi. Diperkirakan sekitar 20 ribu orang mengungsi, termasuk di dalamnya anak usia prasekolah (Maulana, 2015).

Pengungsi akibat bencana alam adalah orang-orang yang terpaksa melarikan diri atau meninggalkan rumah mereka sebagai akibat atau dalam rangka menghindarkan diri dari bencana alam dan berpindah ke daerah yang lebih aman. Definisi dari *United Nation Hight Commission for Refugees* (UNHCR) menyebutkan bahwa pengungsi adalah orang yang meninggalkan tempat tinggalnya karena adanya unsur pemaksa seperti bencana alam berupa banjir, kekeringan, kebakaran, gunung meletus, tanah longsor, gelombang pasang air laut, tsunami, wabah penyakit dan peperangan. Tujuan orang mengungsi adalah untuk mencari tempat yang lebih aman demi keselamatan diri dan keluarga. Pengungsi jika dilihat dari kelompok umur dapat dibedakan menjadi pengungsi anak-anak, dewasa dan lanjut usia. Pengungsian bisa dilakukan secara individu, bersama-sama atau dalam kelompok dengan persiapan ataupun tanpa persiapan sama sekali. Pengungsian bisa untuk sementara waktu ketika kondisi masih dalam bahaya dan dapat kembali ke tempat asal ketika keadaan sudah aman dan kehidupan sudah normal kembali. Akan tetapi pengungsian bisa terjadi dalam kurun waktu yang lama bahkan tidak menentu karena terjadinya perubahan kondisi tempat asal, misalnya daerahnya menjadi tidak layak huni dan termasuk zona merah, sehingga mereka tidak mungkin bisa kembali. Dari pengertian di atas maka pengungsi dapat dikategorikan sebagai korban bencana (Rusmiyati & Hikmawati, 2012).

Status pengungsi sering diidentikkan dengan seseorang atau sekelompok orang yang perlu dikasihani dan dibantu karena ketidakberdayaannya, meskipun demikian pengungsi tetap mempunyai hak asasi sebagai manusia. Hak asasi manusia (HAM) pengungsi sebagaimana diatur dalam Deklarasi Universal Hak Asasi Manusia (DUHAM), Konvensi Internasional tentang hak ekonomi, sosial dan budaya, serta konvensi internasional tentang hak sipil dan politik, adalah hak untuk memeluk agama, bebas dari perbudakan, bebas dari penyiksaan, meminta dan menerima perlindungan bantuan humaniter, kebebasan berpindah, rasa aman, pendidikan serta memperoleh informasi tentang keberadaan sanak saudara (Rusmiyati & Hikmawati, 2012). Dalam penelitian ini yang dimaksud pengungsi adalah mereka yang menjadi korban erupsi Gunung Sinabung dan terpaksa tinggal di pengungsian.

Masyarakat yang mengungsi akibat erupsi Gunung Sinabung banyak ditempatkan di posko-posko pengungsi yang telah disediakan oleh pemerintah. Selain itu, ada juga warga yang ditempatkan di jambur-jambur yang telah ada. Pardosi, (2015) mengemukakan bahwa keberadaan jambur-jambur di daerah Karo pada masa Erupsi gunung Sinabung yang hingga kini belum berakhir ternyata membawa dampak yang sangat membantu. Para pengungsi bisa ditampung di tempat ini. Ukurannya yang cukup besar bisa menampung banyak warga yang sedang mengungsi karena erupsi. Jambur adalah sebuah bangunan yang cukup luas yang banyak digunakan oleh masyarakat untuk acara pesta, baik itu pernikahan maupun perpulungan dalam suku Karo. Jambur berbeda bukanlah bangunan untuk tempat tinggal sebab bangunan ini tidak berdinding dan berpanggung. Hampir di setiap daerah Karo bangunan jambur didapati, baik di kabupaten, maupun di kecamatan. Keberadaan bangunan ini sangat membantu masyarakat Karo saat mengadakan pesta adat atau acara besar yang membutuhkan tempat. Bangunan ini konon dibangun karena latar belakang penduduk Karo yang pekerjaan sehari-harinya adalah bertani, sehingga mereka membutuhkan tempat untuk menampung hasil pertanian sebelum dipasarkan. Kemudian berkembang fungsinya sebagai tempat mengadakan pesta syukuran hasil panen setiap tahunnya, perkembangannya kemudian digunakan sebagai tempat pelaksanaan pesta adat (Pardosi, 2015).

Dalam panduan pengungsi internal yang dikeluarkan oleh PBB Koordinator Urusan Kemanusiaan (OCHA), kebutuhan perlindungan bagi pengungsi meliputi lima prinsip yaitu: a. Perlindungan umum meliputi hak memperoleh persamaan perlakuan hukum, kebebasan bersuara, perlindungan dari tindak diskriminasi, dan perlindungan khusus terutama untuk pengungsi anak-anak, ibu hamil, perempuan kepala rumah tangga, lanjut usia serta orang cacat. b. Perlindungan terhadap kemungkinan paksaan jadi pengungsi karena diskriminasi warna kulit, pembersihan etnis, agama dan politik. c. Perlindungan selama masa pengungsian internal dari tindak genoside, pembunuhan, penculikan, penahanan, kekerasan, perampokan, penyanderaan, pemerkosaan, penghukuman kerja, penyiksaan, pencacatan, perbudakan, eksploitasi, pelecehan seksual, pengekangan gerak, pemaksaan ikut bertikai, penurunan martabat, moral dan mental. Pengungsi juga memperoleh hak untuk mengetahui tentang keberadaan keluarganya dan dipertemukan kembali, pemakaman yang layak apabila meninggal, memperoleh informasi tentang pilihan hidup yang lebih baik, pergi ke negara yang dipandang aman dan mencari suaka ke negara lain. d. Bantuan kemanusiaan berupa makanan, pakaian, kesehatan atau obat-obatan, pendidikan, hiburan dan pelayanan administrasi kependudukan. Pemerintah dan pihak swasta harus menjamin kelancaran dan keamanan dalam menyalurkan bantuan kemanusiaan tersebut sehingga terhindar dari gangguan pihak-pihak yang tidak bertanggungjawab dan berbagai hambatan birokrasi. e. Bantuan pemulangan, relokasi dan integrasi dengan masyarakat tempat pengungsi berada (Surjono, dkk.,

2004 dalam Rusmiyati & Hikmawati, 2012). Lima prinsip di atas telah mencakup kebutuhan dasar manusia baik fisik, psikis, maupun sosial.

Dalam upaya pemenuhan kebutuhan para pengungsi, pemerintah bekerja sama dengan para stakeholders dan masyarakat. Di tempat pengungsian di Tanah Karo, masyarakat yang masih produktif tidak hanya berdiam diri di posko melainkan mereka terlibat aktif dalam proses pemenuhan kebutuhan warga yang mengungsi misalnya terlibat sebagai tim dapur yang bertugas memasak makanan dan penyaluran bantuan-bantuan, dll. Kegiatan tolong menolong ini sudah biasa mereka lakukan, dimana di Kabupaten Karo terdapat nilai budaya gotong royong yang juga merupakan bagian dari kearifan lokal masyarakat Karo sesuai dengan semboyan budaya Karo, "Merga silima, tutur siwaluh, rakut sitelu ras perkade-kaden sepuluh dua tambah sada" (Pardy, 2016). Selain masyarakat yang terlibat aktif di posko, terdapat juga warga yang aktif membantu pemerintah dalam penanggulangan bencana dengan membentuk kelompok-kelompok. Salah satu kelompok yang dibentuk yaitu Beidar Sinabung. Dalam melakukan kegiatannya Beidar Sinabung bekerja sama dengan pemerintah dan swasta.

Pekerja kemanusiaan sering menggunakan istilah '*support group*'. Kelompok dukungan sebenarnya dapat diartikan kelompok dukungan di antara sesama korban, atau di antara sesama individu yang mengalami kejadian serupa. Kelompok dukungan juga dapat mengacu pada kegiatan bersama dari pihak-pihak yang tidak langsung mengalami kejadian, tetapi memiliki hubungan dekat dan terkena dampak dari peristiwa (Sidabutar, dkk., 2003). Kelompok dukungan adalah kelompok yang beranggotakan warga masyarakat sendiri. Dibentuk untuk memberikan saling penguatan secara psikososial, dan dalam banyak kasus, dapat dimanfaatkan untuk kegiatan penguatan ekonomi juga. Bila berdasar pengamatan sekilas masyarakat lebih memerlukan kegiatan penguatan keterampilan dan penguatan ekonomi, kelompok dukungan ini dibentuk untuk keperluan tersebut, tujuan utamanya untuk mengurangi ketergantungan masyarakat pada bantuan eksternal. Yang menarik dan penting adalah melalui kegiatan penguatan keterampilan dan ekonomi, misalnya: kita dapat secara langsung maupun tak langsung melakukan penguatan psikososial (Sidabutar, dkk., 2003). Aktivitas dari kelompok dukungan tak terbatas, dan dapat ditentukan di antara anggota sendiri. Dapat dikembangkan aktivitas yang sudah merupakan tradisi dari satu generasi ke generasi lainnya seperti menganyam dan menenun, menggunakan bahan-bahan dasar yang dapat ditemukan di lingkungan sekitar, sampai membuat kue dan memasak makan (untuk kelompok perempuan) (Sidabutar, dkk., 2003).

Proses penanggulangan erupsi Gunung Sinabung di tanah Karo terlihat sejalan dengan prinsip-prinsip penanggulangan bencana di Indonesia yang tertuang di dalam UU RI No. 24/2007; yang berisikan bahwa penanggulangan bencana di Indonesia berlandaskan pada Dasar Negara Pancasila dan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 (UUD 45) dan berasaskan pada kemanusiaan, keadilan, kesamaan, kedudukan dalam hukum dan pemerintahan,

keseimbangan-keselarasan-keserasian, ketertiban dan kepastian hukum, kebersamaan, kelestarian lingkungan hidup, dan ilmu pengetahuan dan teknologi. Prinsip-prinsip dalam penanggulangan bencana di Indonesia adalah cepat dan tepat, prioritas, koordinasi dan keterpaduan, berdaya guna dan berhasil guna, transparansi dan akuntabilitas, kemitraan, pemberdayaan, nondiskriminatif, dan nonproletisi. Berdasarkan undang-undang tentang penanggulangan bencana tersebut, tujuan penanggulangan bencana di Indonesia adalah untuk memberikan perlindungan kepada masyarakat dari ancaman bencana, menyelaraskan peraturan perundang-undangan yang sudah ada, menjamin terselenggaranya penanggulangan bencana secara terencana, terpadu, terkoordinasi, dan menyeluruh, menghargai budaya lokal, membangun partisipasi dan kemitraan publik serta swasta, mendorong semangat gotong royong, kesetiakawanan, dan kedermawanan, serta menciptakan perdamaian dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara (Sarwidi, <https://www.academia.edu/7823991/>).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin mengkaji lebih dalam tentang proses terbentuknya Beidar Sinabung sebagai salah satu kelompok dukungan yang ada di Tanah Karo, kegiatan yang dilakukan, bagaimana kemitraan yang dibangun, sehingga penelitian ini berjudul *Pelibatan Masyarakat Lokal dalam Penanggulangan Erupsi Gunung Sinabung (Studi Kasus Kelompok Dukungan Beidar Sinabung)*.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang menghasilkan dan mengolah data yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, foto rekaman video dan lain-lain (Poerwandari, 2007). Dalam penelitian kualitatif perlu menekankan pada pentingnya kedekatan dengan orang-orang dan situasi penelitian, agar peneliti memperoleh pemahaman jelas tentang realitas dan kondisi kehidupan nyata (Patton dalam Poerwandari, 2007). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode studi kasus. Melalui pendekatan studi kasus membuat peneliti dapat memperoleh pemahaman utuh dan terintegrasi mengenai interrelasi berbagai fakta dan dimensi dari kasus khusus tersebut. Kasus adalah fenomena khusus yang hadir dalam suatu konteks yang terbatas, meski batas-batas antara fenomena dan konteks tidak sepenuhnya jelas. Kasus itu dapat berupa individu, peran, kelompok kecil, organisasi, komunitas, atau bahkan suatu bangsa. Kasus dapat pula berupa keputusan, kebijakan, proses, atau suatu peristiwa khusus tertentu (Poerwandari, 2007). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode studi kasus.

2.1 Partisipan Penelitian

Adapun responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah anggota Beidar Sinabung yang berjumlah tiga orang. Subjek berinisial HD, HT, J, dan F. Penelitian ini dilakukan di Tanah Karo, Sinabung.

2.2 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi dua, yaitu data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari: a. Observasi. Peneliti melakukan pengamatan langsung di lapangan ketika anggota Beidar Sinabung melakukan aktivitas. b. Wawancara. Wawancara adalah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara Tanya jawab sambil bertatap muka antara pewawancara dengan responden. Sementara itu, data sekunder terdiri dari: a. Studi dokumentasi. Studi dokumentasi yang dimaksud adalah dokumen dalam bentuk tulisan dan gambar (foto) serta video. b. Studi pustaka; yaitu bagian yang berisi teori-teori yang mendukung penelitian.

2.3 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

1. Tahap persiapan penelitian: a. Mengumpulkan data yang berhubungan erupsi gunung Sinabung dan kelompok dukungan. b. Menyusun data yang sudah terkumpul. c. Menyusun pedoman wawancara. d. Mencari informasi tentang responden. e. Menjalin hubungan baik antara peneliti dengan responden dan menentukan jadwal wawancara yang sesuai dengan kesepakatan antara peneliti dan responden.
2. Tahap pelaksanaan penelitian: Mengkonfirmasi kembali jadwal pertemuan dengan responden, dan menanyakan kembali kepada responden mengenai persetujuan waktu dan tempat pertemuan, agar peneliti dapat mengetahui jika responden tiba-tiba ingin merubah jadwal penelitian.
3. Tahap pencatatan data: Data yang diperoleh dari hasil wawancara direkam oleh peneliti atas persetujuan responden penelitian sebelumnya. Dari hasil rekaman itu kemudian ditranskripkan secara verbatim untuk dianalisis. Transkrip adalah salinan wawancara dari apa yang dikatakan responden lalu diketik di atas kertas.

2.4 Teknik Analisis Data

Dalam menganalisis transkrip, peneliti dapat mengikuti langkah-langkah analisis yang disarankan oleh Strauss dan Corbin, 1990 (Poerwandari, 2005). Mereka membagi langkah-langkah koding dalam tiga bagian, yakni: 1. Koping terbuka (*open coding*), yaitu mengidentifikasi kategori-kategori, poperti-poperti dan dimensi-dimensinya. 2. Koding aksial (*axial coding*), yaitu mengorganisasi data dengan cara baru melalui dikembangkannya hubungan-hubungan di antara kategori-kategori atau antara kategori dengan sub kategori di bawahnya. 3. Koding selektif (*selective coding*), yaitu menyeleksi kategori yang paling mendasar, secara

sistematis menghubungkannya dengan kategori-kategori lain, dan memvalidasi hubungan tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Berdasarkan hasil pengamatan, wawancara dan studi literatur, dalam pembahasan penelitian ini akan mendeskripsikan tentang proses terbentuknya kelompok dukungan Beidar Sinabung, bagaimana kegiatan-kegiatan yang dilakukan, dan bentuk kemitraan yang dibangun dengan lembaga lain.

3.1 Proses Terbentuknya Kelompok Dukungan Beidar Sinabung

Beidar Sinabung berdiri pada tahun 2013. Komunitas relawan Beidar Sinabung adalah relawan pertama di Lingkar Sinabung. Komunitas ini diawali dengan adanya dorongan dari Bapak Surono, dimana pada saat erupsi terjadi di tahun 2010 terjadi kesimpangsiuran informasi yang beredar di masyarakat terkait erupsi gunung Sinabung; dalam hal ini Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – Pos Pengamatan Gunungapi Sinabung yang berada di Simpang Empat, Kabupaten Karo mengalami kendala dalam proses penyampaian informasi kepada masyarakat dimana petugas tidak bisa menggunakan bahasa daerah (bahasa Karo). Oleh karena itu, dirasakan perlu adanya dukungan masyarakat setempat dalam menyampaikan informasi tersebut, maka dibentuklah sebuah komunitas Beidar Sinabung.

Komunitas ini resmi sebagai lembaga pada tahun 2014. Relawan komunitas ini berasal dari pemuda-pemuda yang berada di Lingkar Sinabung. Kata Beidar berasal dari nama seekor kambing gunung endemic Sumatera Utara yang bernama Beidar, ia turun ke kaki gunung ketika erupsi terjadi. Komunitas Beidar Sinabung dalam menjalankan kegiatannya tidak dibiayai dari pihak manapun; dana yang diperoleh berasal dari pengumpulan dana dari setiap anggota (swadaya). Relawan komunitas juga tidak mendapatkan uang saku dari pihak manapun, sehingga setiap relawan mengeluarkan dananya sendiri. Meskipun demikian, komunitas ini tetap menerima apabila ada orang yang ingin menyumbangkan dananya. Komunitas ini tidak memiliki sistem perekrutan anggota, dimana siapa saja yang mau bergabung dipersilahkan apabila ia telah siap melakukan tugas sebagai relawan Beidar Sinabung.

Pekerja kemanusiaan sering menggunakan istilah '*support group*'. Kelompok dukungan sebenarnya dapat diartikan kelompok dukungan di antara sesama korban, atau di antara sesama individu yang mengalami kejadian serupa. Kelompok dukungan juga dapat mengacu pada kegiatan bersama dari pihak-pihak yang tidak langsung mengalami kejadian, tetapi memiliki hubungan dekat dan terkena dampak dari peristiwa (Sidabutar, dkk., 2003). Kelompok dukungan adalah kelompok yang beranggotakan warga masyarakat sendiri. Dibentuk untuk memberikan saling penguatan secara psikososial, dan dalam banyak kasus, dapat dimanfaatkan untuk kegiatan penguatan ekonomi juga. Bila berdasar pengamatan

sekilas masyarakat lebih memerlukan kegiatan penguatan keterampilan dan penguatan ekonomi, kelompok dukungan ini dibentuk untuk keperluan tersebut, tujuan utamanya untuk mengurangi ketergantungan masyarakat pada bantuan eksternal.

3.2 Kegiatan Kelompok Dukungan Beidar Sinabung

Secara historis, Gunung Sinabung yang terletak di dataran tinggi Tanah Karo, Sumatera Utara tercatat meletus pada tahun 1600 sehingga ketika ia erupsi pada Agustus 2010 banyak masyarakat yang terkejut. Hal ini dikarenakan banyak yang menyangka gunung berketinggi 2.460 di atas permukaan laut itu adalah gunung mati, namun yang sebenarnya tidak mati, melainkan dalam keadaan dormant. Pada September 2013 terjadi letusan berulang kali disertai luncuran awan panas sejauh 1,5 kilometer. Masyarakat di sekitar Kota Medan, yang berjarak 80 kilometer, juga terkena hujan abu vulkanik. Akibat kejadian tersebut, masyarakat Gunung Sinabung mengungsi. Diperkirakan sekitar 20 ribu orang mengungsi. Dalam proses pengungsian pemerintah dibantu oleh fihak-fihak yang terkait dan juga masyarakat. Masyarakat yang terdampak harus rela tinggal di posko-posko pengungsian dikarenakan rumah-rumah mereka sudah tidak bisa ditempati kembali karena berada di zona merah. Pada saat terjadinya erupsi di tahun 2010, terjadi banyak kesimangsiuran informasi yang beredar di masyarakat. Oleh karena itu dibutuhkan bantuan masyarakat setempat sebagai perpanjangan tangan dalam penyampaian informasi yang benar agar masyarakat tidak bingung atas apa yang terjadi. Hal ini terjadi, dikarenakan sebelum erupsi di tahun 2010, masyarakat di sekitar Gunung Sinabung tidak pernah mengetahui bahwa gunung ini masih aktif karena mereka tidak pernah mendapatkan cerita dari orang tua mereka. Hal ini menyebabkan masyarakat Karo kurang memahami bahaya/risiko yang sebenarnya mengancam kehidupan mereka.

Dalam hal ini relawan Beidar Sinabung bertugas untuk menyampaikan informasi yang diperoleh dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – Pos Pengamatan Gunungapi Sinabung yang berada di Simpang Empat, Kabupaten Karo langsung kepada masyarakat. Diharapkan dengan adanya partisipasi dari masyarakat lokal, informasi dapat diterima dengan baik karena informasi tersebut dapat disampaikan dengan menggunakan bahasa Karo sehingga warga dapat memahami dengan baik tentang erupsi Gunung Sinabung. Setelah adanya partisipasi relawan Beidar Sinabung, warga merasa lebih tenang karena mereka bisa mendapatkan informasi yang jelas dan benar; melihat reaksi warga ini, relawan Beidar Sinabung merasa apa yang mereka lakukan benar-benar memberikan manfaat kepada orang banyak.

Fokus utama kelompok ini adalah melakukan sosialisasi tentang erupsi Gunung Sinabung kepada masyarakat. Meskipun demikian, komunitas ini pernah menggalang dana untuk membantu masyarakat yang rumahnya rusak dengan tema “Selebar Seng untuk Pengungsi Sinabung”. Relawan Beidar Sinabung juga

melakukan pemantauan aktivitas gunung Sinabung dan mendirikan pos-pos pantau di titik-titik tertentu di Lingkar Sinabung yang posisinya strategis. Pos-pos ini didirikan di tanah relawan dan dibangun dengan gotong royong, misalnya pos pantau yang berada di desa Payung dan Simpang Empat. Selain melakukan pemantauan langsung, relawan tetap terus berkoordinasi dengan Pusat vulkanologi dengan menggunakan Walkie Talkie sehingga informasi dapat diterima dengan cepat.

Selain itu, relawan juga turut terlibat dalam pencarian korban misalnya pada saat warga hanyut terbawa lahar hujan. Relawan juga terus menerus mengingatkan warga ketika mereka berada di zona merah meskipun hanya untuk melihat rumah dan kebun mereka. Selain melakukan sosialisasi secara langsung, saat ini, Beidar Sinabung juga aktif memberikan informasi seputar erupsi Gunung Sinabung lewat media sosial, yaitu Facebook dengan nama akun Beidar Sinabung. Hal ini dilakukan agar seluruh masyarakat dapat mengakses informasi terkini dengan lebih cepat.

Mekanisme masyarakat dalam menghadapi kejadian (*coping mechanism*) terbentuk dan lahir dari pengalaman, pengetahuan, pemahaman, dan pemaknaan terhadap setiap kejadian, fenomena, harapan dan masalah yang terjadi di sekitarnya. Mekanisme tersebut diteruskan lewat proses sosialisasi dari generasi ke generasi dan pelaksanaannya terhantung pada kadar kualitas pemahaman dan implikasinya dalam kehidupan mereka. Mercer et al., 2009 (dalam Maarif, 2012) mendefinisikan pengetahuan lokal sebagai seperangkat pengetahuan yang ada dan diyakini masyarakat lokal dalam suatu jangka waktu tertentu melalui akumulasi pengalaman, relasi masyarakat dengan alam, praktik dan institusi masyarakat dan diteruskan antar generasi. Seluruh pengetahuan bersifat dinamis, terus berubah, berkembang dan beradaptasi karena respon masyarakat pada perubahan lingkungannya. Selama bertahun-tahun masyarakat lokal telah memberikan tanggapan pada lingkungan mereka dan menyesuaikannya dengan perubahan, menggunakan baik ilmu pengetahuan modern maupun pengetahuan lokal (Agrawal, 1995 dalam Maarif, 2012). Interaksi antara pengetahuan modern dan pengetahuan lokal bukanlah sesuatu yang baru.

Kearifan lokal merupakan pengetahuan eksplisit yang muncul dari periode panjang, yang berevolusi bersama-sama masyarakat dan lingkungannya dalam sistem lokal yang dialami bersama-sama. Proses evolusi yang begitu panjang dan melekat dalam masyarakat dapat menjadikan kearifan lokal sebagai sumber energi potensial dari sistem pengetahuan kolektif masyarakat untuk hidup bersama-sama secara dinamis dan damai. Pengertian ini melihat kearifan tidak sekadar sebagai acuan tingkah-laku seseorang, tetapi lebih jauh, yaitu mampu mendinamisasi kehidupan masyarakat yang penuh keadaban. Maka, secara substansial, kearifan lokal adalah nilai-nilai yang berlakuk dalam suatu masyarakat. Nilai-nilai yang diyakini kebenarannya dan menjadi acuan dalam bertindak-laku sehari-hari masyarakat setempat (Ridwan, 2005 dalam Supartini, dkk., 2017).

Demikian juga, kearifan terhadap lingkungan dapat dilihat dari bagaimana perlakuan kita terhadap benda-benda, tumbuhan, hewan, dan apa pun yang ada di sekitar kita. Perlakuan ini melibatkan penggunaan akal budi kita sehingga dari perakuan-perlakuan tersebut dapat tergambarkan hasil aktivitas budi kita. Kearifan terhadap lingkungan ini juga memberikan manfaat pelestarian lingkungan masyarakat. Dikarenakan melalui proses evolusi dan trial-error yang panjang, kearifan dalam kaitannya dengan pengurangan risiko bencana, kearifan lokal masyarakat setempat acap kali berperan penting dalam memberikan peringatan dini dan mengurangi risiko bencana yang ditimbulkan. Biasanya, kearifan lokal tersebut terbentuk dari membaca gejala alam, hewan maupun lingkungan sekitarnya, serta fakta sejarah yang diceritakan secara turun-temurun. Dengan bekal kearifan lokal tersebut, masyarakat setempat lebih siap menghadapi perubahan yang terjadi di lingkungan maupun kehidupan bermasyarakat mereka (Supartini, dkk., 2017).

3.3 Bentuk Kemitraan Kelompok Dukungan Beidar Sinabung

Komunitas Beidar Sinabung selalu berkoordinasi dengan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – Pos Pengamatan Gunungapi Sinabung yang berada di Simpang Empat, Kabupaten Karo untuk mendapatkan informasi terkini seputar erupsi Gunung Sinabung. Dalam proses sosialisasi, selain melakukan penyampaian informasi langsung ke masyarakat dan lewat media sosial; para relawan juga memberikan informasi ke komunitas lain yang ada di Lingkar Sinabung misalnya Simfoni dan Forum Komunikasi Warga Sinabung. Relawan Beidar Sinabung juga selalu berkoordinasi dengan Pemerintahan Daerah (Pemda) Kabupaten Karo dalam penanganan bencana misalnya pengadaan alat bantu untuk evakuasi.

Semua orang mempunyai risiko terhadap potensi bencana, sehingga penanganan bencana merupakan urusan semua pihak. Oleh sebab itu, perlu dilakukan berbagi peran dan tanggung jawab. Dalam peningkatan kesiapsiagaan di semua tingkatan, baik anak, remaja, dan dewasa. Seperti yang telah dilakukan di Jepang, untuk menumbuhkan kesiapsiagaan bencana. Secara umum, faktor utama banyaknya korban jiwa, kerusakan, dan kerugian yang timbul akibat bencana adalah masih kurangnya pemahaman dan kesadaran masyarakat serta pelaku pengelola sumber daya hayati dan lingkungan terhadap risiko bencana di wilayahnya. Selain itu, dukungan mitigasi structural yang belum memadai juga menjadi faktor tak terpisahkan. Hal ini mengakibatkan kesadaran, kewaspadaan, dan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana masih sangat kurang (Supartini, dkk., 2017).

Hasil survey di Jepang, pada kejadian gempa Great Hanshin Awaji 1995, menunjukkan bahwa presentase korban selamat disebabkan oleh Diri Sendiri sebesar 35%, Anggota Keluarga 31,9%, Teman/Tetangga 28,1%, Orang Lewat 2,60%, Tim SAR 1,70%, dan lain-lain 0,90%. Berdasarkan ilustrasi tersebut, sangat jelas bahwa faktor yang paling menentukan adalah penguasaan pengetahuan yang dimiliki oleh “diri sendiri” untuk menyelamatkan dirinya dari ancaman risiko

bencana. Kemudian, diikuti oleh faktor bantuan anggota keluarga, teman, bantuan Tim SAR, dan di sekelilingnya. Maka, edukasi untuk meningkatkan pemahaman risiko berdesain tema Latihan Kesiapsiagaan Bencana Siap, Untuk Selamat! Merupakan pesan utama bersama yang akan didorong dalam proses penyadaran (*awareness*) dalam peningkatan kemampuan diri sendiri (Supartini, dkk., 2017). Proses penyadaran tersebut berguna agar setiap orang dapat memahami risiko, mampu mengelola ancaman dan, pada gilirannya, berkontribusi dalam mendorong ketangguhan masyarakat dari ancaman bahaya bencana. Di samping itu, kohesi sosial, gotong royong, dan saling percaya merupakan nilai perekat modal sosial yang telah teruji dan terus dipupuk, baik kemampuan perorangan dan masyarakat secara kolektif, untuk mempersiapkan, merespon, dan bangkit dari keterpurukan akibat bencana (Supartini, dkk., 2017).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan di atas dapat disimpulkan bahwa proses terbentuknya Beidar Sinabung sebagai salah satu kelompok dukungan yang ada di Tanah Karo berawal dari adanya suatu kebutuhan akan dukungan masyarakat dalam menyebarluaskan informasi yang benar mengenai erupsi Gunung Sinabung kepada masyarakat yang berada di Lingkar Sinabung. Adapun kegiatan utama yang dilakukan oleh komunitas ini adalah sosialisasi terkait bencana erupsi Gunung Sinabung. Meskipun demikian, para relawan juga turut memantau aktivitas Gunung Sinabung dari titik-titik pantau yang berada di Lingkar Sinabung dan terus berkoordinasi dengan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – Pos Pengamatan Gunungapi Sinabung yang berada di Simpang Empat, Kabupaten Karo dan Pemerintahan Daerah (Pemda) Kabupaten Karo. Selain itu, relawan juga terlibat dalam proses evakuasi masyarakat dan membantu memperbaiki rumah warga. Relawan Beidar Sinabung juga membangun kemitraan dengan Komunitas Simfoni dan Forum Komunikasi Warga Sinabung dan pihak-pihak terkait lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Cholis, N; Rusman; Badrie, S. 2010. *Mitigasi: Menemukan Kembali Pengetahuan Kebencanaan Kita*. Kegiatan Kantor Staf Khusus Presiden Bidang Bantuan Sosial dan Bencana Kilas Balik 2010.
- Maarif, S., dkk. 2012. *Kontestasi Pengetahuan dan Pemaknaan tentang Ancaman Bencana Alam (studi Kasus Ancaman Bencana Gunung Merapi)*. Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana. 3 (1): 01-1
- Maulana, Y. (2015). *Relung Jujur Sinabung*. Ds. Jampang: Dompot Dhuafa.
- Pardy. 2016. *Bupati Karo: Gotong Royong Bagian Kearifan Lokal Masyarakat Karo*. <http://www.sumutberita.com/2016/06/bupati-karo-gotong-royong-bagian-kearifan-lokal-masyarakat-karo/>

- Pardosi, B. A. 2015. *"Jambur", Kearifan Lokal Masyarakat Karo, Membantu Pengungsi Sinabung*. https://www.kompasiana.com/benyaris/jambur-kerifan-lokal-masyarakat-karo-membantu-pengungsi-sinabung_552a35d96ea8345a47552d1c
- Poerwandari, E, K. (2007). *Pendekatan Kualitatif*. Jakarta: Penerbit LPSP3
- Sarwidi. *Penanggulangan Bencana Gunung Merapi Berdasarkan Sistem Penanggulangan Bencana Nasional*. <https://www.academia.edu/7823991/>
- Sidabutar, S. E. I., Dharmawan. L. I., Poerwandari, K., Nurhaya, N. 2003. *Pemulihan Psikososial Berbasis Komunitas – Refleksi untuk Konteks Indonesia*. Jakarta: KontraS dan Yayasan Pulih. ISBN 979-98225-0-5
- Supartini, E. dkk., 2017. *Buku Pedoman Latihan Kesiapsiagaan Bencana Nasional, Membangun Kesadaran, Kewaspadaan dan Kesiapsiagaan dalam Menghadapi Bencana*. Jakarta: BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana)

MODEL POTENSI BAHAYA GUNUNGAPI TERHADAP RENCANA TAPAK REAKTOR DAYA EKSPERIMENTAL (RDE) PUSPITEK SERPONG

Anjar Heriwaseso¹, Mamay Surmayadi¹, dan I Gde Sukadana²

¹Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – Badan Geologi, Jl. Diponegoro No. 57,
Bandung 40122, Indonesia, email; heriwaseseo@gmail.com

²Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir, BATAN, Jl. Lebak Bulus Raya No. 09 Ps. Jumat, Jakarta
12440, email: sukadana@batan.go.id

ABSTRACT

Utilization of nuclear energy as renewable energy becomes a new hope for fulfillment of national energy, especially Indonesia as a developing country to achieve of high effectiveness and efficiency in energy sector. Assessment and research needed for a major issue especially the safety aspects against the potential of volcanic hazard within a radius of <150km. There is threat from hydrothermal eruption Ciseeng, but the biggest ones are from piroclastic flow and fall and also lahar or debris flow of G. Gede and G. Salak. The distance from Salak Volcano to the site is 41 km, and 60 km from Gede Volcano.

The Methodologies are integrated from field data acquisition, laboratory analysis as parameter input and validation and also using modeling with deterministic and probabilistic methods.

The results of the potential model show the possibility of Ciseeng hydrothermal phreatic eruption only 3 km and no impact, as well as the threat of pyroclastic flows of G. Gede and G. Salak as representations of Type A volcanian-sub plinian volcanoes only 8,5 km from the crater. The only impact is from volcanic ash fall with thickness of ash between 0,2 - 1 cm from Salak Volcano, while from G. Gede between 0,05 - 0,5 cm. The result also show that the potential lahar from G. Gede and G. Salak can reach the site if volume of lahar more than 60 jutam³.

Keywords : Hazards, RDE site. Nuclear, Model

ABSTRAK

Pemanfaatan energi nuklir sebagai energi terbarukan menjadi harapan baru dalam pemenuhan energi nasional khususnya Indonesia sebagai negara berkembang untuk mencapai tingkat efektivitas dan efisiensi tinggi dibidang energi. Pengkajian dan penelitian detail dalam pembuatan tapak saat ini menjadi isu utama khususnya aspek keamanan dan keselamatan terutama terhadap ancaman potensi bahaya gunungapi dalam radius <150km. Potensi tersebut berupa bahaya letusan hidrotermal Ciseeng, aliran dan jatuhan piroklastik serta aliran lahar dari G. Gede dan G. Salak. Jarak tapak dari G. Salak sekitar 41 km dan 60 km dari G. Gede.

Metodologi evaluasi potensi bahaya dilakukan secara terintegrasi dari pengambilan data lapangan, analisis laboratorium sebagai input parameter dan

validasi pemodelan bahaya gunungapi baik secara deterministik dan probabilistik.

Hasil evaluasi dari model potensi menunjukkan kemungkinan erupsi freatik hidrotermal Ciseeng hanya 3 km dan tidak berdampak, demikian juga ancaman aliran piroklastik G. Gede dan G. Salak sebagai representasi kapabilitas gunungapi tipe A yang mempunyai tipe vulkanian-subplinian hanya menjangkau hingga 8,5 km. Hanya potensi jatuhnya abu vulkanik secara deterministik adalah berdampak terhadap tapak RDE dengan ketebalan endapan antara 0,2 – 1 cm yang berasal dari Gunungapi Salak, sedangkan yang berasal dari G. Gede antara 0,05 – 0,5 cm. Sedangkan Potensi aliran lahar dari G. Gede dan G. Salak hanya dapat mencapai tapak jika volume potensi lahar > 60 jutam³.

Kata Kunci : Ancaman, Tapak RDE, Nuklir, Model

1. PENDAHULUAN

Mengacu pada Undang Undang No 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN), bahwa pemanfaatan energi nuklir sebagai Energi Baru Terbarukan (EBT) mulai dipertimbangkan untuk mulai diagendakan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) ke-3 periode 2015 - 2019. Energi nuklir mempunyai potensi besar untuk menjadi tulang punggung EBT di masa yang akan datang dan diharapkan dalam pemenuhan energi listrik nasional. Sebagai fasilitas berisiko tinggi, pemanfaatan nuklir melalui pembangunan Reaktor Daya Non Komersial (RDE) perlu mempertimbangkan faktor keselamatan dari kemungkinan ancaman fenomena geologi sebagai potensi ancaman bahaya yang dapat mengganggu instalasi dan operasional reaktor.

Potensi yang sangat berpengaruh terhadap ancaman yaitu dari ancaman bahaya gunungapi. Fenomena gunungapi yang menghasilkan potensi ancaman terhadap keselamatan tapak atau instalasi nuklir, secara umum dapat dikategorikan menjadi 14 jenis potensi bahaya, yaitu :

- 1. proyektil balistik;**
- 2. jatuhnya bahan piroklastik;**
- 3. aliran piroklastik dan gelombang piroklastik;**
4. kejutan udara dan petir;
- 5. aliran lava;**
6. longsor bahan rombakan, tanah longsor dan keruntuhan lereng;
- 7. aliran bahan rombakan, lahar dan banjir;**
- 8. gas-gas vulkanik;**
9. deformasi tanah;
- 10. gempa vulkanik;**
11. tsunami;
12. anomali geotermal;

13. anomali air tanah; dan

14. pembukaan lubang baru.

Potensi bahaya gunungapi tersebut diatas harus dikaji dan dipertimbangkan sebagai fenomena gunungapi yang dapat menjadi faktor penentu dalam penerimaan atau penolakan calon tapak RDE. Jika usulan tapak tidak ditolak, maka reaktor daya harus dilindungi dari dampak aktivitas vulkanik dengan :

- a. memberikan jarak dan elevasi yang aman pada tapak dari dampak bahaya vulkanik tertentu, atau
- b. desain reaktor daya yang dapat menahan dampak bahaya vulkanik termasuk semua konsekuensinya.

Identifikasi potensi bahaya suatu gunungapi merupakan determinasi karakteristik vulkanisme, pemahaman evolusi, dan penilaian kapabilitas suatu gunungapi. Dengan demikian, karakteristik vulkanisme dan evolusi gunungapi dapat menjadi dasar determinasi kapabilitas gunungapi sebagai definisi sistem vulkanik dan evaluasi potensi reaktifasi vulkanisme pada masa yang akan datang.

2. METODOLOGI

Identifikasi bahaya gunungapi dalam pemaham karakteristik vulkanisme dan kapabilitas gunungapi serta evaluasi bahaya gunungapinya digunakan sebagai model dalam kajian aspek keselamatan tapak dan instalasi reaktor nuklir. Dalam implementasinya, penentuan tapak dilaksanakan secara terintegrasi melalui kajian geologi gunungapi, geokimia, dan geofisika. Dalam hal ini, evaluasi bahaya gunungapi daerah vulkanik yang memiliki kapabilitas dapat didasarkan pada pemodelan bahaya gunungapi dengan metoda deterministik dan probabilistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehadiran gunung-gunung api dalam wilayah radius 150 km dengan titik pusat tapak RDE sangat perlu dilakukan dalam penilaian kebencanaanya. Gunung-gunung api yang berada dalam radius tersebut yang perlu diidentifikasi sekurang-kurangnya yang mempunyai umur < 10 juta y.l. atau dalam waktu geologi berumur Miosen Atas sampai Holosen.

Dalam wilayah radius 150 km dari lokasi Tapak RDE Serpong paling sedikit terdapat 90 gunungapi berumur Miosen Atas sampai Holosen atau berumur kurang dari 10 juta tahun yang lalu. Beberapa gunungapi diantaranya berumur Holosen dan dianggap masih aktif dan termasuk gunung api aktif tipe A, B dan C (Gambar 1).

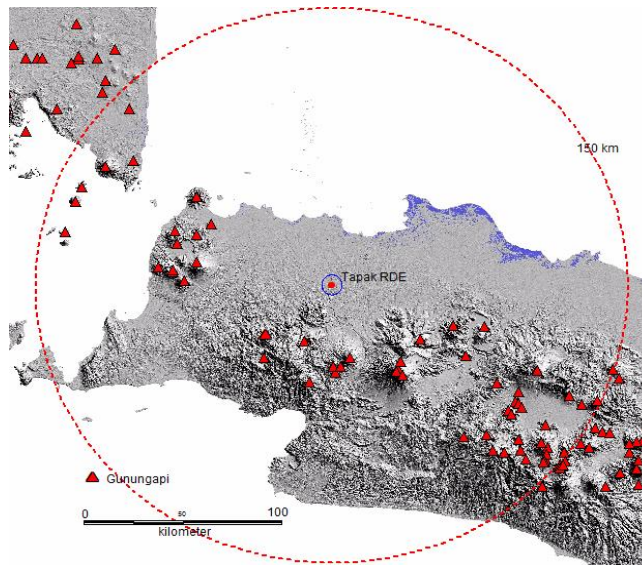
Berdasarkan sejarah aktivitasnya (Kusumadinata, 1979) membagi gunung api di Indonesia menjadi tiga tipe, yaitu :

Gunung api Tipe A : Sejak tahun 1800 gunung api tersebut pernah meletus atau memperlihatkan kenaikan aktivitas magmatik.

Gunung api Tipe B : Gunung api yang masih memperlihatkan aktivitas fumarola dan solfatara, tetapi sejak tahun 1600 tidak pernah meletus (magmatik).

Gunung api Tipe C : Gunung api yang mempunyai lapangan solfatara atau fumarola.

Gunung-gunung api aktif tipe A yang terdapat dalam wilayah radius 150 km dari tapak RDE Serpong adalah: G. Krakatau, Salak, Gede-Pangrango, dan Tangkuban Parahu. Gunung-gunung api tipe B adalah: Gunung Pulosari, Karang, Patuha, Wayang – Windu dan Rajabasa. Sedangkan gunung-gunung api tipe C yaitu Kiara Beres-Gagak dan Perbakti.



Gambar 1. Peta Penyebaran Gunung Api dalam radius 150 km dari Tapak RDE

Evaluasi Bahaya Gunungapi Sekitar Tapak Reaktor Daya Eksperimental (RDE)

Prakiraan bahaya gunungapi merupakan evaluasi bahaya gunungapi yang harus dilakukan ketika suatu gunungapi atau kawasan gunungapi didefinisikan sebagai gunungapi kapabel. Penilaian kapabilitas gunungapi ini berdasarkan fenomena gunungapi yang muncul dalam radius 25 km dari tapak RDE Serpong adalah aktivitas panas bumi yang muncul di daerah Ciseeng. Selain itu, kapabilitas gunungapi yang berasal dari fenomena gunungapi dalam radius 150 km dari tapak RDE adalah Gunungapi Anak Krakatau, Salak, Gede, Tangkuban Parahu, Guntur, Papandayan.

Potensi ancaman bahaya gunungapi dalam radius 25 dari tapak RDE yang berasal dari aktivitas panas bumi Ciseeng adalah letusan hidrotermal. Letusan hidrotermal merupakan erupsi gunungapi yang terjadi sebagai pengaruh interaksi antara panas/uap magma atau fluida panas bumi dengan air meteorik. Meskipun demikian, observasi lapangan tidak menemukan endapan freatik di sekitar pemunculan mata air panas Ciseeng sebagai representasi letusan hidrotermal atau letusan freatik pada masa lampau. Berdasarkan data observasi, jangkauan

produksi letusan hidrotermal/freatik adalah 3 km dari sumber erupsi. Jarang pelamparan ini dijadikan dasar dalam penentuan screening distance value (SDV) untuk produk letusan hidrotermal /freatik. Jarak pemunculan mata air panas Ciseeng sebagai sumber erupsi hidrotermal/freatik adalah 9 km dari RDE Serpong. Dengan demikian, lokasi tapak RDE adalah diluar SDV dan aman dari ancaman bahaya erupsi hidrotermal /freatik. Sebagai konsekuensi letusan hidrotermal dari sistem panas bumi yang dikontrol oleh zona graben, sebagai sistem rekahan terbuka, maka kondisi ini menjadi pertimbangan potensi pemunculan titik atau pusat erupsi sebagai sistem bukaan baru (new opening system) vulkanisme sistem monogenetik.

Dalam radius 150 km dari tapak RDE Serpong, terdapat enam gunungapi kapabel yang berada. Meskipun demikian, evaluasi bahaya gunungapi terhadap tapak dilakukan dengan sumber potensi bahaya dari fenomena Gunungapi Salak dan Gede yang berada pada jarak 41 dan 60 km dari tapak RDE. Gunungapi Salak dan Gede merupakan gunungapi aktif tipe A yang memperlihatkan aktivitas vulkaniknya sejak tahun 1600 hingga saat ini. Sebagai gunungapi tipe strato yang tersusun atas lava dan piroklastika, maka potensi ancaman bahaya yang kemungkinan muncul adalah aliran lava, aliran piroklastika, jatuhnya piroklastika, dan lahar.

Langkah awal prakiraan bahaya gunungapi adalah identifikasi sumber bahaya gunungapi, yang meliputi :

1. Fenomena yang dapat dihasilkan oleh sumber bahaya;
2. Sejarah aktifitas dalam kurun waktu geologi;

Untuk setiap fenomena, evaluasi konservatif deterministik akan dibuat untuk usulan screening. Berikut beberapa asumsi normal pada evaluasi ini :

1. Erupsi terjadi pada titik letusan (pusat atau letusan samping) pada lokasi terdekat dengan tapak;
2. Besaran dan durasi letusan diformulasikan secara maksimal untuk beberapa letusan yang diketahui dari perbandingan gunungapi sejenis;
3. Dalam kondisi yang terbatas, perhitungan dampak terburuk terhadap tapak RDE harus dipertimbangkan. Sebagai contoh :
 - a. Dalam kasus jatuhnya piroklastika, arah angin diarahkan ke lokasi tapak dengan kecepatan maksimum dan pada ketinggian terpadat dari kolom letusan untuk selama durasi;
 - b. Dalam kasus aliran lava, lahar, dan aliran piroklastika, sumber diasumsikan berada pada elevasi tertinggi dan memiliki energi potensial tertinggi. Volume diasumsikan dalam keadaan maksimum hasil observasi dari beberapa gunungapi sejenis.

Hasil prakiraan bahaya ini akan menghasilkan zona atau pelamparan bahaya dari setiap jenis ancaman bahaya. Jarak dari sumber ke batas akhir zona bahaya

dinamakan Screening Distance Value (SDV) untuk setiap fenomena bahaya. Evaluasi bahaya gunungapi yang memiliki kapabilitas dapat dilakukan melalui pendekatan deterministik dan probabilistik.

Potensi bahaya gunungapi dari fenomena gunungapi yang kapabel berasal dari sistem vulkanik dalam radius 25 km dan 150 km dari tapak RDE Serpong.

Gunungapi tipe A yang berada disekitar tapak RDE yang perlu dilakukan evaluasi berupa pemodelan bahaya gunungapi adalah G. Salak dan G. Gede.

A. Gunung Api Salak

Gunung api Salak merupakan gunung api tipe A yang paling dekat terhadap lokasi tapak Reaktor Daya Eksperimen (RDE), Serpong, yaitu hanya berjarak sekitar 45 km sebelah selatannya. Gunung api ini merupakan gunung api strato yang berdiri di atas endapan Tersier dari Formasi Bojongmanik (Zaennudin, 1988). Formasi ini tersingkap dengan baik di sebelah utara Salak (Effendi, 1974). G. Salak dalam sejarahnya dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu kelompok gunung Salak tua dan gunung Salak muda berdasarkan periode pembentukannya, tetapi hasil erupsi dari periode G. Salak tua ini umumnya telah tertutupi lagi oleh endapan hasil erupsi Salak Muda (Gambar 2.15).

Endapan batuan hasil erupsi Salak Tua ini tidak tersingkap secara luas dan hanya tersisah berupa bukit-bukit kecil di wilayah utara dan sebagian di sebelah selatan Salak. Di wilayah utara Salak bukit – bukit tersebut membentuk kelurusan timur – barat yang berarah timur – barat yang diduga muncul ke permukaan melalui struktur sesar yang ada di wilayah ini. Bukit – bukit tersebut adalah G. Menyan, G. Peuteuy, dan G. Menir merupakan lava andesit dan Bukit Cileueur.

Kusumadinata (1979) mengklasifikasikan gunung api ini ke dalam gunung api tipe A yaitu gunung api yang setelah tahun 1600 telah terjadi letusan, tetapi saat itu sampai letusan yang terjadi pada 1938 tidak pernah meletus secara magmatik, hanya meletus freatik. Sejarah letusan Gunung api Salak yang pernah terjadi pertama kali tercatat pada tahun 1668. Catatan sejarah letusan G. Salak yaitu :1668-1699, 1780, 1902-1903, 1935, 1938.

B. Gunung Api Gede-Pangrango

Kedua gunung api ini menunjukkan adanya perselingan aktivitasnya, karena hasil penelitian terakhir memperlihatkan adanya endapan awan panas yang berlimpah batu apung terdapat di sekitar kampung Pesantren di sebelah timur Cipanas disimpulkan berasal dari G. Pangrango berdasarkan kesamaan komposisi dan tekstur batu apung yang terdapat di dalam endapan awan panas tersebut dengan fragmen batu apung yang menempel pada dinding kawah Pangrango. Endapan awan panas (aliran piroklastik) ini yang tersebar di wilayah Kampung Pesantren sampai ke lokasi Taman Bunga Nusantara, dan selama ini diyakini sebagai hasil dari letusan G. Gede.

Gunung Gede Muda terdiri atas aliran lava, aliran piroklastika dan jatuhnya piroklastika serta longsoran gunung api. Karena sumber erupsinya terletak di

lereng atas bagian barat laut G. Gumuruh, maka produk erupsinya menyebar ke arah lereng timurlaut-tenggara sepanjang zona depresi antara tubuh Gunung Pangrango dan Gunung Gede. Dari produk erupsinya berupa aliran lava dan endapan piroklastika menunjukkan bahwa erupsi Gunung Gede Muda berupa erupsi efusif dan eksplosif, meskipun skala erupsinya relatif lebih kecil dibandingkan erupsi Gunung Gumuruh (Gunung Gede Tua).

Berdasarkan catatan sejarah letusan dan peningkatan kegiatan vulkanik gunung api Gede mulai tercatat sejak tahun 1804, yang kemudian disusul oleh erupsi-erupsi selanjutnya. Erupsi G. Salak ini dapat terjadi hanya beberapa hari saja (12 – 14 Juni 1860), tetapi dapat pula berlangsung selama satu bulan atau lebih secara terus menerus.

G. Gede adalah sebuah gunung api strato yang terbentuk oleh perselingan antara lapisan endapan piroklastik dan aliran lava yang membentuk sebuah gunung api besar setinggi 2958 m di atas permukaan air laut. Erupsi yang tercatat dalam sejarah terjadi pada 1747 secara eksplosif yang kemudian disusul dengan erupsi-erupsi berikutnya. Tetapi erupsi yang terjadi umumnya berkekuatan kecil atau lemah. Hanya ada tiga yang tercatat cukup besar yaitu pada tahun 1747-1748, 1832, dan 1840, yang menghasilkan aliran piroklastik dan aliran lava. Daur erupsi Gunung api Gede tidak menentu yaitu masa istirahat terpendek kurang dari satu tahun sedangkan masa istirahat terpanjang 16 tahun. Catatan sejarah erupsi G. Gede yaitu : 1747-1748, 1761, 1832, 1840, 1843, 1845, 1847, 1848, 1852, 1853, 1866, 1870, 1885, 186, 1887, 1888-1889-1891, 1899, 1900, 1909, 1946, 1947, 1948

Gunung api Tipe B yang terdapat dalam radius 150 km dari tapak RDE Serpong, Kabupaten Tangerang Selatan, Banten adalah: G. Patuha, Karang, Pulosari, Wayang – Windu, dan Rajabasa. Sedangkan Gunung api tipe C adalah Kiaraberes-Gagak dan Perbakti

C. Gunungapi tidak aktif (dormant) dalam radius 150 Km

Selain gunungapi aktif yang tersebut di atas dalam radius 150 km dari Tapak RDE terdapat banyak gunungapi tua berumur Kuartar yang juga perlu diidentifikasi terutama yang cukup dekat dengan lokasi Tapak diantaranya G. Endut, G. Sudamanik, G. Dago .

Model Deterministik dan Probabilistik

a. Analisis Deterministik

Analisis deterministik bahaya gunungapi dilakukan terhadap bahaya aliran piroklastika, jatuhnya piroklastika, dan lahar. Analisis bahaya dalam radius 25 km dari tapak RDE hanya dilakukan terhadap bahaya letusan hidrotermal yang menghasilkan endapan freatik. Simulasi bahaya aliran piroklastika mempergunakan program komputer Titan2D, sedangkan simulasi jatuhnya piroklastika menggunakan FALL3D. Sementara itu, simulasi lahar mempergunakan LAHARZ.

1. Simulasi Bahaya Aliran Piroklastika

Aliran Piroklastik pada dasarnya dibagi menjadi dua tipe, yaitu Aliran piroklastik/Pyroclastic Flows (PFs) dan Pyroclastic surge (PSs). Aliran Piroklastik merupakan aliran massa konsentrasi tinggi terdiri dari fragmen batuan dan gas yang bergerak cepat karena pengaruh gravitasi. Endapan aliran piroklastik biasanya berbentuk channel dalam sebuah lembah. Aliran piroklastik skala besar berasosiasi dengan aliran abu pada pembentukan kaldera dapat mencapai 100km (Nakada, 2000). Aliran piroklastik umumnya terbentuk dari lava dome collapse, yang biasa disebut aliran blok dan abu (Block and Ash Flow)

Pemodelan aliran piroklastik dilakukan dengan menggunakan program Titan2D. Titan2D adalah program komputer (free software) yang dikembangkan oleh Geophysical Mass Flow Group at State University of New York, dengan mengkombinasikan simulasi numerik dari aliran granular dengan data elevasi didukung dengan Geographical Information System (GIS). Aliran ini dikontrol oleh faktor internal friction, basal friction, resolusi DEM dan kondisi awal sumber, yang meliputi volume, lokasi dan geometri sumber. Internal friction merupakan friksi antar partikel dan basal friction adalah friksi antara partikel dan bidang gelincir. (Patra et al., 2005). Formula perhitungan momentum dan massa berdasarkan friksi antara butiran material dan friksi dengan permukaan material lama. Perhitungan model berasumsi terbentuk kubah lava berbentuk pile bisa setengah lingkaran atau elips yang bergerak menuruni lembah berdasarkan gaya gravitasi. Friksi antar butir dan permukaan batuan menentukan kecepatan dan sebaran aliran piroklastik.

Parameter utama dalam pemodelan adalah:

1. Friksi (antar butiran dan friksi aliran yang bergerak dengan bidang yang dilewati)
2. Kondisi dan skenario bentuk kubah lava (bentuk, volume, tipe aliran, dsb)
3. Kondisi Morfologi

Hasil dari pemodelan berupa ketebalan, kecepatan dan sebaran daerah landaan.

Titan2D dilakukan melalui python scripts berbasis Graphical User Interface (GUI). Parameter penunjang yang diperlukan seperti dimensi dan ukuran pile, koordinat awal, sudut friksi internal dan bidang gelincir, dan waktu simulasi. Pada pemodelan ini menggunakan DEM resolusi 9m dari Badan Informasi Geospasial (BIG) tahun 2011.

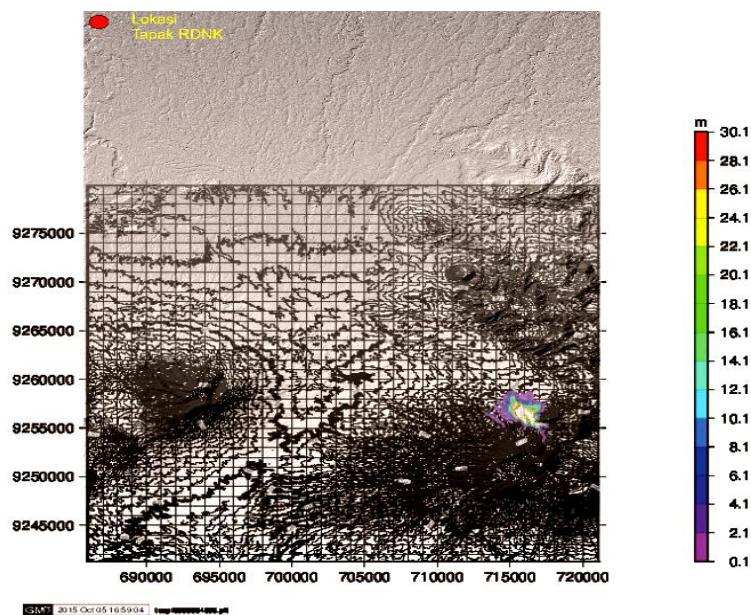
Pemodelan Aliran Piroklastik G. Gede dan G. Salak dilakukan untuk mengetahui potensi bahaya terhadap tapak yang berada di utara – barat laut. Parameter utama yang digunakan dalam pemodelan (tabel 1) menggunakan skenario terburuk berdasarkan sejarah erupsi dan aliran piroklastik mengarah ke area tapak RDE yang berjarak 41 km dari G. Salak dan 60 km dari G. Gede.

Tabel 1. Merupakan tabel parameter utama pemodelan

	VEI	Vol	Kecepatan	Internal Friksi	Basal Friksi
Skenario		(juta m ³)	(Murcia, 2010)	(Procter et al, 2010)	
Gunungapi					
G. Gede	IV	100	98.8	35	15
G. Salak	III	80	98.8	35	15

Berdasarkan gambar hasil pemodelan bahaya aliran piroklastik G. Gede dengan skenario terburuk (gambar 2) , maka :

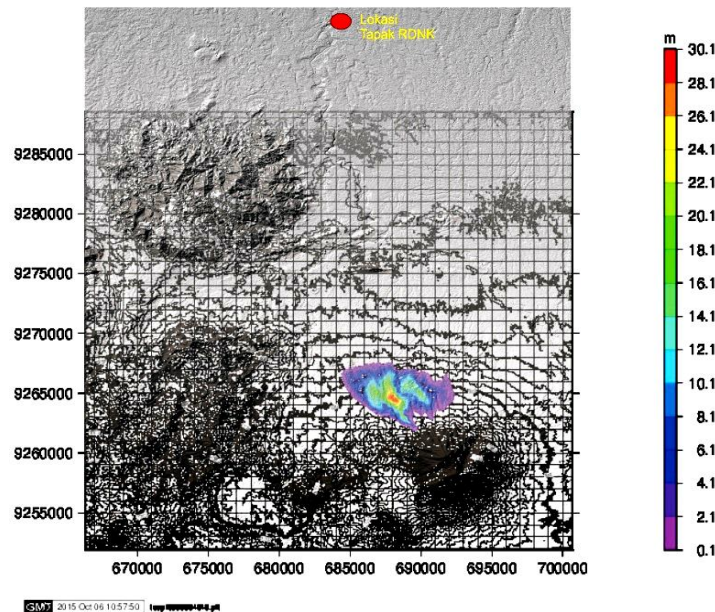
- Arah landaan aliran piroklastik dari skenario tersebut yaitu kearah utara baratlaut, dimana dengan skenario nilai internal friction (b) = 35, basal friction (b) 15, jarak landaan terjauh ~8,5 Km dari puncak
- Dengan scenario tersebut, daerah yang berpotensi terlanda aliran piroklastik adalah Cisarua hingga Megamendung.
- Luas area landaan seluas ~25,24 km².
- Kecepatan rata-rata aliran piroklastik, adalah 90 m/s.
- Ketebalan didaerah landaan antara 0,1 – 28m



Gambar 2. Gambar Model aliran piroklastik dari G. Gede dengan asumsi Volume 100jt m³

Sementara itu, berdasarkan gambar hasil pemodelan bahaya aliran piroklastik G. Salak dengan skenario terburuk (gambar 3), maka :

- Arah landaan aliran piroklastik dari skenario tersebut yaitu kearah timurlaut-baratlaut membentuk channel, dengan skenario nilai internal friction (b) = 35, basal friction (b) = 15, jarak landaan terjauh ~7,75 Km dari puncak
- Dengan skenario tersebut, daerah yang berpotensi terlanda aliran piroklastik adalah Cilobak hingga Ciomas.
- Luas area landaan seluas ~45,24 km².
- Kecepatan rata-rata aliran piroklastik, adalah 90 m/s.
- Ketebalan didaerah landaan antara 0,1 – 30,1 m.



Gambar 3. Gambar Model aliran piroklastik dari G. Salak dengan asumsi Volume 80jt m³

2. Simulasi Bahaya Jatuhan Piroklastika

Pengembangan aplikasi pemodelan bahaya abu vulkanik beberapa tahun terakhir sangat pesat untuk memperkirakan sebaran dan ketebalan abu vulkanik di permukaan bumi. Aplikasi pemodelan bahaya abu vulkanik yang berkembang berupa *advection diffusion models* (ADS) dan *partikel tracking models* (PTT). ADS models merupakan hubungan model penyebaran partikel yang terbawa dan terendapkan di permukaan tanah dengan sumber erupsi (contoh model HAZMAP, TEPHRA, FALL3D, ASHFALL), sedangkan PTT *models* merupakan model pelacakan partikel yang disimulasikan berdasarkan tinggi kolom erupsi dan durasi waktu tertentu (contoh model PUFF, HYSPLIT dan VAFTAD) (Bear-Crozier, 2012)

Pada pemodelan ini menggunakan model ADS yang bertujuan mengetahui pembebanan dari abu vulkanik di permukaan tanah pada G. Gede dan G. Salak. *Python Fall3D* merupakan salah satu model ADS pengembangan prosedur dari Fall3D yang digunakan dalam penelitian ini. Fall3D dikembangkan oleh Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) and Barcelona Supercomputing

Centre (BSC), dan kemudian dimodifikasi menjadi *PythonFall3D* oleh Geoscience Australia. Pemodelan menggunakan *PythonFALL3D* sudah tervalidasi dengan model erupsi G. Etna, G. Vesuvius di Italy dan G. Tambora serta G. Guntur di Indonesia. Model ini menggabungkan antara simulasi angka, data geologi lapangan, morfologi dan kondisi meteorologi.

PARAMETER

Parameter yang digunakan dalam pemodelan abu vulkanik menggunakan skenario terburuk dalam catatan sejarah erupsi dan berdasarkan data lapangan serta referensi literatur (tabel 2).

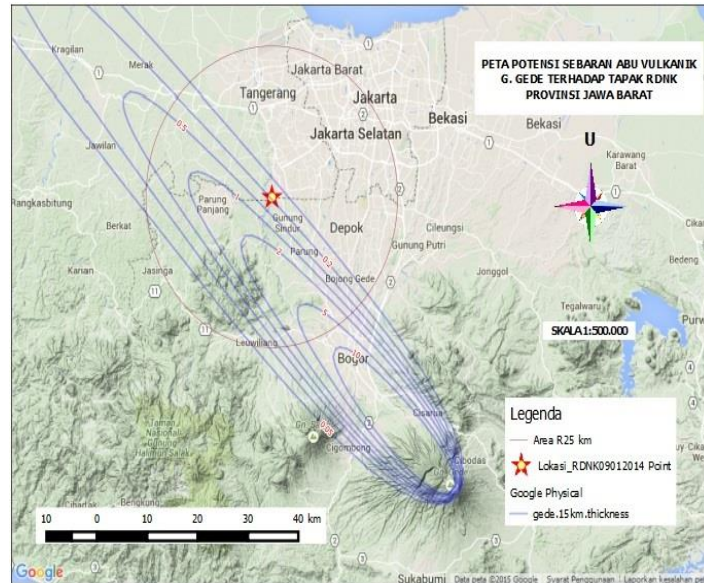
Tabel 2. Rangkuman parameter dalam pemodelan deterministik.

PARAMETER	NILAI	REFERENSI
Koordinat Kawah (UTM)	48S (718836 9250124)	Data GPS G. Gede
Koordinat Kawah (UTM)	48S (691612 9257327)	Data GPS G. Salak
Tinggi Kawah (m)	2958 (G. Salak) 3008 (G. Gede)	Data GPS
Durasi Erupsi (Jam)	6	Estimasi
Durasi Setelah Erupsi (Jam)	3	Estimasi
Pembagian Klas	6 klas	Data Lab
Nilai Rata-rata Uk. Butir	-1,43	Data Lab
Nilai Pemilahan	1.56	Data Lab
Nilai Densitas	930-1300	Data Lab
Nilai Kebulatan	0,9	Data Lab
Tinggi Kolom Erupsi G. Gede (m)	15.000	Estimasi
Tinggi Kolom Erupsi G. Salak (m)	10.000	Estimasi
Laju Erupsi / MER (kg/s)	$E.10^7 - 10^9$	Sparks, 1986
DEM (m)	1342 sel pixel	Data Lab
Meteorologi	www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis	Pustaka NOAA
Temperatur awal (K)	1073	Parfitt, 2009
Kecepatan awal (m/s)	100	Parfitt, 2009
Kontur ketebalan (cm)	[0.05, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10]	

Hasil Pemodelan Potensi Bahaya Abu Vulkanik

Pemodelan deterministik dilakukan dari sumber bahaya G. Gede dengan skenario terburuk dan diarahkan ke area tapak RDE (gambar 4). Hasil pemodelan meliputi:

- Dengan skenario VEO 3-4, dengan tinggi kolom erupsi 15km, Jarak sebaran abu vulkanik mencapai ~100km dari G. Gede ke arah barat laut.
- Ketebalan abu vulkanik pada area tapak adalah 0,2 hingga 1 cm.

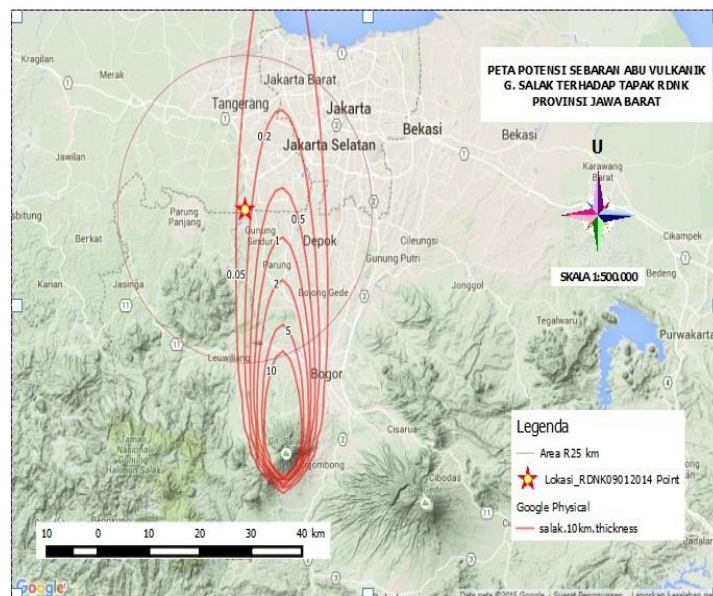


Gambar 4. Gambar Hasil Pemodelan potensi bahaya abu vulkanik G.Gede ke area tapak RDE.

Pemodelan deterministik dilakukan dari G. Salak dengan skenario terburuk dan diarahkan ke area tapak RDE (gambar 5).

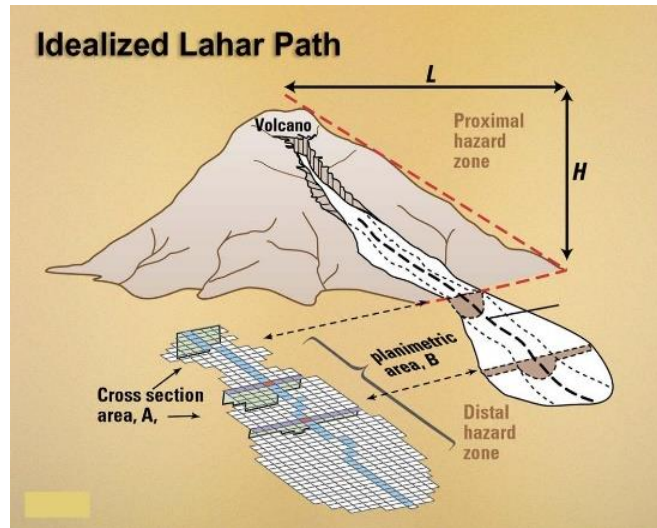
Hasil pemodelan meliputi:

- Dengan skenario VEI 3, dengan tinggi kolom erupsi 10km, Jarak sebaran abu vulkanik mencapai ~75 km dari G. Salak ke arah utara.
- Ketebalan abu vulkanik pada area tapak adalah 0,05 hingga 0,5 cm.



Gambar 5. Hasil Pemodelan potensi bahaya abu vulkanik G.Salak ke area tapak RDE.

Prinsip dasar operasional LAHARZ ditentukan melalui asumsi pembagian tubuh gunungapi atas 2 zona bahaya, yaitu zona bahaya bagian atas (proximal hazard zone) dan zona bahaya bagian bawah (distal hazard zone). zona bahaya bagian bawah merupakan kawasan landaan lahar yang berasal dari rombakan material di zona bahaya bagian atas. Hubungan kedua zona bahaya ini didefinisikan oleh garis perpotongan “energy cone” dan permukaan tubuh gunungapi (gambar 7).



Gambar 7. Penampang ideal prinsip dasar operasional LAHARZ

“Energy cone” memiliki sumbu pada puncak tubuh gunungapi, sedangkan “cone slope” didasarkan atas karakteristik ratio ketinggian (H) terhadap jarak horizontal sebaran material primer gunungapi (L), seperti awan panas yang kemungkinan dapat menjadi lahar. Nilai H/L yang menggambarkan zona bahaya bagian atas berkisar antara 0,1 hingga 0,9 tergantung pada ukuran dan tipe bahaya primer erupsi gunungapi. Selain sebagai batas antara zona bahaya bagian atas dan bawah, nilai H/L yang memotong lembah sungai didefinisikan sebagai titik awal pergerakan lahar dalam LAHARZ meskipun distal lahar berasal dari kawasan yang bersumber pada zona proximal. Demikian pula dengan volume lahar di bagian proximal dan distal adalah bervariasi meskipun secara operasional volume distal lahar berasal dari kawasan yang bersumber pada zona proximal. Dalam kasus G. Gede dan Salak, ratio H/L yang dipergunakan adalah 0.3 sebagai representasi zona bahaya bagian atas yang disebabkan aliran awan panas sejauh ~ 8,5 km dari pusat erupsi.

Analisis lahar kinematik berhasil membuat pengembangan persamaan empiris yang dapat memperhitungkan luas penampang sungai (valley cross-sectional area – A) dan planimetric area (B) yang terlanda lahar dengan volume yang bervariasi (V). Kalibrasi persamaan empiris menghasilkan hubungan ketiga komponen tersebut menjadi :

$$A = 0.05 V^{2/3}$$

$$B = 200 V^{2/3}$$

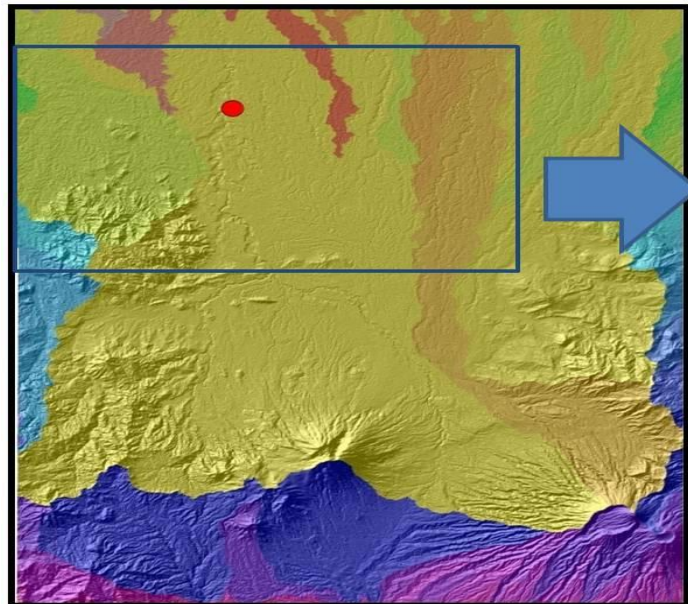
Persamaan – persamaan sebagai prinsip dasar operasional LAHARZ dihitung dan diplot pada suatu digital elevation model (DEM) melalui sistem informasi geografi (GIS). DEM yang dipergunakan dalam pemodelan merupakan DEM 9 m dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

Pemodelan Aliran Lahar

Pemodelan lahar sangat dipengaruhi oleh morfologi dan volume material volume potensi lahar. Salah satu cara menentukan daerah yang berpotensi menampung material lahar yaitu menganalisis Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS didapatkan dari pembagian orde sungai yang dibandingkan dengan pola dan tipe aliran sungai sehingga batas antara DAS dapat ditentukan. Dari data tersebut bisa dideliniasi material yang mengalir berdasarkan area DAS.

Posisi tapak RDE berada di DAS berwarna kuning dengan luasan 11.805,8 Ha. Posisi tapak juga berada di area DAS yang sama dengan area lereng utara G. Salak dan sebagian area barat laut G. Gede (gambar 7). Hal ini menunjukkan potensi lahar dapat terjadi di area tapak jika memiliki volume aliran lahar yang tinggi.

Skenario pemodelan lahar dilakukan pada alur sungai di lereng G. Salak dan G. Gede yang mengalir ke area Tapak RDE. Skenario pemodelan menggunakan 6 (enam) skenario volume material potensi lahar, yaitu 2 juta m³, 5 juta m³, 10 juta m³, 20 juta m³, 30 juta m³, 60 juta m³ (tabel 3).

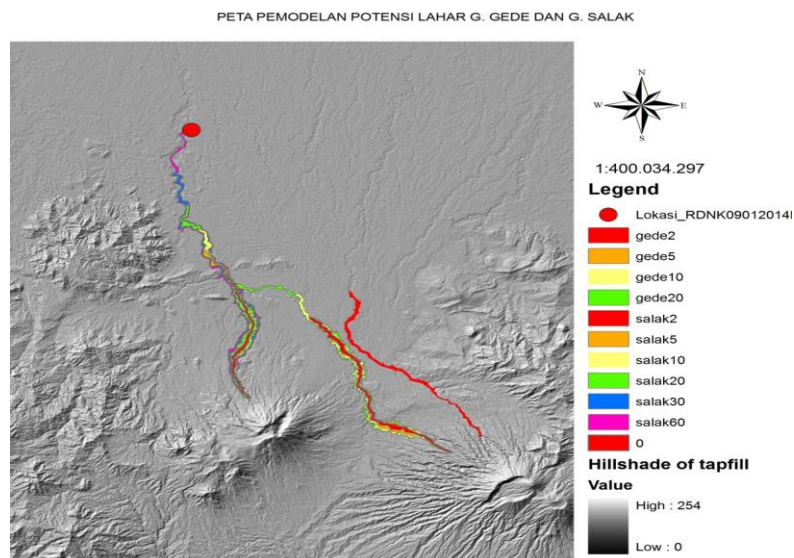


Gambar 8. Pembagian Daerah Aliran Sungai di Area Tapak RDE

Tabel 3. Berikut hasil pemodelan lahar dari G. Gede menunjukan lahar dengan volume:

Volume (m ³)	JARAK JANGKAU	
	G. Gede (km)	G. Salak (km)
2 Juta	18,5	16,48
5 Juta	22,1	19,86
10 Juta	25,3	22,6
20 Juta	27,3	26,24
30 Juta	32,23	30,07
60 Juta	37,7	35,35

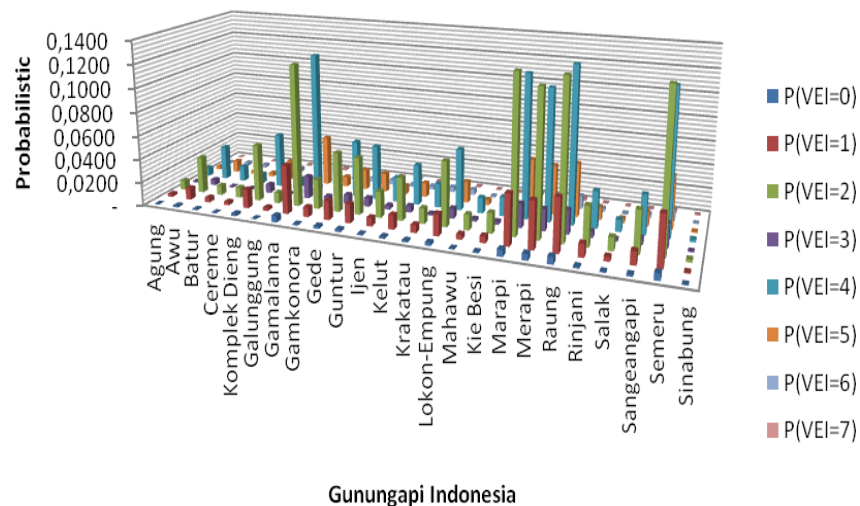
Hasil pemodelan dengan jumlah lahar yang berbeda-beda yang dihasilkan dari G. Gede dan G. Salak menunjukan area tapak dengan jarak 41 km dari G. Salak dapat dijangkau oleh aliran lahar jika volume lahar sekitar 60 juta m³. Untuk lahar yang dihasilkan oleh G. Gede menunjukan area tapak dengan jarak 60 km dari G. Gede hingga volume 60 juta m³ belum terdampak dan kemungkinan dapat dijangkau oleh aliran lahar jika volume lahar yang dihasilkan jauh diatas 60 juta m³ (Gambar 8).



Gambar 9. Peta Model Lahar G. Salak dan G. Gede

2. Analisis Probabilistik

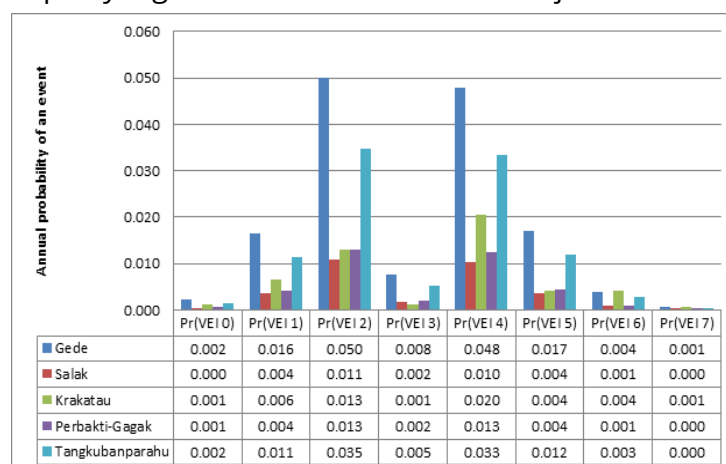
Probabilitas ialah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur kemungkinan terjadinya suatu kejadian yang acak. Metode probabilistik mengestimasi kemungkinan terjadi bahaya disuatu daerah berdasarkan lokasi, Indeks letusan, dan kejadian serta sejarah erupsinya. Kejadian probabilitas dapat dikalkulasi berdasarkan kejadian tiap indeks letusan dari sejarah erupsi. Berikut merupakan probabilistik erupsi gunungapi di Indonesia (Gambar 9) yang mempunyai potensi letusan tiap tahunnya berdasarkan *Probabilistic Volcanic Ash Hazard Anaysis* (Bear-Crozier, 2015).



Gambar 10. *Probabilistic Volcanic Ash Hazard Anaysis* untuk prioritas gunungapi di Indonesia

Dari grafik dan tabel diatas menunjukan gunungapi diareal tapak dengan radius 150km meliputi G. Anak Krakatau, G. Gede, G. Salak, G. Tangkubanparahu, G. Guntur memiliki probabilitas yang berbeda bedasarkan indeks letusannya. Misalnya untuk VEI 2 G. Gede memiliki potensi 5 % akan terjadi erupsi setiap tahunnya atau G. Guntur memiliki probabilitas 4,8 % , demikian juga dengan krakatau memiliki probabilitas 0,65%.

Berdasarkan data sejarah erupsi dari data dasar gunungapi indonesia, data gunungapi dari *Global Volcanism Program database* dan sumber literatur lainnya, dapat dibuat tabel berdasarkan probabilitas tahunan erupsi gunungapi berdasarkan indeks letusan (VEI 0-7) untuk G. Gede, G. Salak dan gunungapi sekitar area tapak (gambar 4.11). Analisis ini berasumsi berdasarkan kejadian erupsi waktu lampau yang tertulis dalam data dasar sejarah manusia.



Gambar 11. Nilai Probabilistik Gunungapi sekitar area tapak

Pada gambar 10 diatas menunjukkan angka probabilitas erupsi G. Gede dengan skenario VEI 4 dan ketinggian kolom erupsi sekitar 10 km, didapatkan nilai probabilitas kejadian tahunan erupsi G. Gede adalah 4,8%, sedangkan G. Salak memiliki probabilitas 1%.. Dari data tersebut dapat menjadi dasar probabilistik sebaran abu vulkanik G. Gede dan G. Salak sebagai gunungapi tipe A di Indonesia.

Analisis Probabilistik Abu Vulkanik

Kejadian yang acak dalam hal ini merupakan data meteorologi seperti iklim, kecepatan, arah angin, suhu dan tekanan udara. Indonesia yang berada di sekitar garis khatulistiwa memiliki arah dan kecepatan angin yang unik. Kecepatan angin akan berubah menjadi lebih besar saat mendekati khatulistiwa, demikian juga arah dan kecepatan angin di setiap ketinggian. Pada waktu pengendapannya material yang berukuran halus akan terbawa oleh kondisi angin dan morfologi sedangkan yang berukuran relatif lebih kasar akan jatuh mengikuti hukum gravitasi.

Data meteorologi diambil atau diunduh dari NOAA dengan mengekstrak profil vertikal angin dari NCEP global data tahun 2006 - 2009. Data yang diekstrak berupa kecepatan, suhu, tekanan dan arah angin dengan empat kali pengambilan dalam sehari atau 4380 kali dalam tiga tahun. Data tersebut juga dapat digunakan dalam validasi, aktualisasi erupsi lampau dan prediksi kejadian erupsi yang akan datang.

Parameter tephra pada lokasi pengamatan di lapangan dan analisis granulometri memberikan informasi detail khususnya pada sebaran distribusi ukuran butir dan analisis kuantitatif butiran jatuhan piroklatiknya. Pemodelan probabilistik ini membagi sepuluh interval kelas dari phi -4 (diameter 16-32 mm) hingga phi +4 (diameter 31-62,5 µm), sehingga didapatkan nilai rata-rata ukuran butir (mean) - 1,43, pemilahan 1,56. Densitas hasil pengukuran 52 contoh batuan berkisar 930 – 1300, durasi erupsi dan masa akumulasi material diudara selama enam jam proses akumulasi hingga pengendapannya. Dasar perhitungan probabilitas yaitu menghitung setiap titik grid sesuai jumlah skenario dengan beban abu vulkanik berdasarkan batasan tertentu sesuai kriteria Blong, 2003 sebagai fungsi dari 1000 skenario kondisi angin. Hasil dari akan dibagi dengan jumlah total skenario angin dan akan dikalikan 100 untuk mendapatkan prosentasenya. Proses ini akan diulang (looping) oleh komputer untuk setiap skenario yang akan menghasilkan sebuah peta dalam bentuk kontur probabilitas. Rumus yang digunakan, sebagai berikut:

$$\text{Pr (x)} = (n/T) * 100 \quad (1)$$

¹⁾ Dimana,

Pr = Probabilitas

(x) = Batasan beban abu vulkanik yang dipilih

(n) = Jumlah skenario sesuai beban abu yang dipilih

T = Jumlah total skenario

Persamaan ini dihitung untuk setiap grid pada lokasi tertentu dan hasilnya berupa kontur dalam peta.

Hasil Pemodelan

Peta Probabilitas Bahaya Abu Vulkanik

Peta utama hasil pemodelan disebut peta bahaya berupa peta probabilistik pembebanan abu vulkanik dengan batasan **[0.1, 10, 20, 50, 90, 150, 300]** kg/m² (Tabel IV). Batasan yang digunakan yaitu daerah terlanda dengan beban <10 kg/m² dengan estimasi kerusakan pada tanaman dan beban >150 kg/m² dengan estimasi kerusakan sebagian pada bangunan atau runtuhnya bangunan berdasarkan pengamatan dampak abu vulkanik selama erupsi gunung api yang terjadi di Asia Pasific dan studi literatur di seluruh dunia (Blong, 2003; Folch and Sulpizio, 2010; tabel 4.6). Pendekatan ini juga dapat dilihat pada erupsi merapi 2010 dan Sinabung 2013. Ketebalan abu vulkanik lebih kurang 1 cm saja dapat menyebabkan kerusakan tanaman khususnya areal pertanian sedangkan kerusakan pada atap bangunan hingga menyebabkan robohnya atap bangunan berkisar antara 5 - 25cm pada kondisi basah atap landai (heriwaseso, 2015). Hal ini mendukung dalam batasan kerusakan khususnya robohnya atap bangunan seperti klasifikasi dari Blong, 2003. Beban akan bertambah jika kondisi abu vulkanik tersebut dalam kondisi basah. Hubungan perbandingan antara beban dan ketebalan abu vulkanik dapat diperoleh dengan perhitungan perbandingan luas dan tebal. Jika dikonversikan nilai beban ke ketebalan adalah 10 kg/m² (beban) = 1 cm (ketebalan).

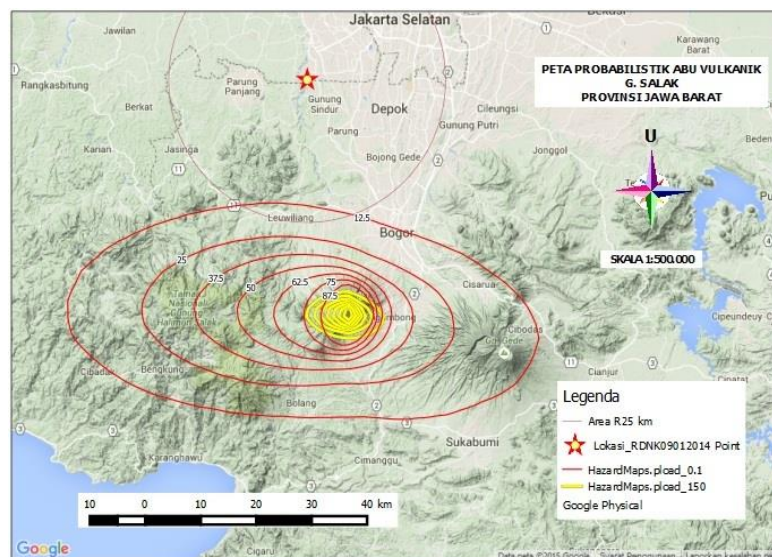
Peta probabilitas juga menunjukkan tingkatan probabilitas jika seseorang orang atau ternak yang berada dan masuk zona probabilitas, sehingga akan dipahami berapa nilai probabilitasnya. Demikian juga penggunaan lahan yang masuk dalam daerah dan tergantung nilai probabilitasnya, sehingga sawah / ladang / kebun / pemukiman dan penggunaan lahan lainnya akan diketahui nilai probabilitas masing – masing. Hal ini sangat penting khususnya jika ada wacana dan nantinya semua penggunaan lahan yang akan diasuransikan oleh pemerintah akan diketahui nilai asurasinya berdasarkan nilai masing-masing penggunaan lahannya, termasuk manusia dan hewan yang berada pada daerah zona bahaya.

Tabel 4. Hubungan beban dan dampak abu vulkanik (Blong, 2003)

Volcanic Ash Load (kg/m ²)	Observed Impact*
0.1 - 90	Significant damage to crops, contamination of water supplies and disruptions to critical infrastructure (i.e. electricity)
90 - 150	Same as above as well as cosmetic damage to building exteriors
150 -300	Same as above as well as partial building collapse on flat roofs where ash is allowed to accumulate
>300	Same as above as well as total building collapse

* based on ash impact surveying at Rabaul in 1994; Blong (2003)

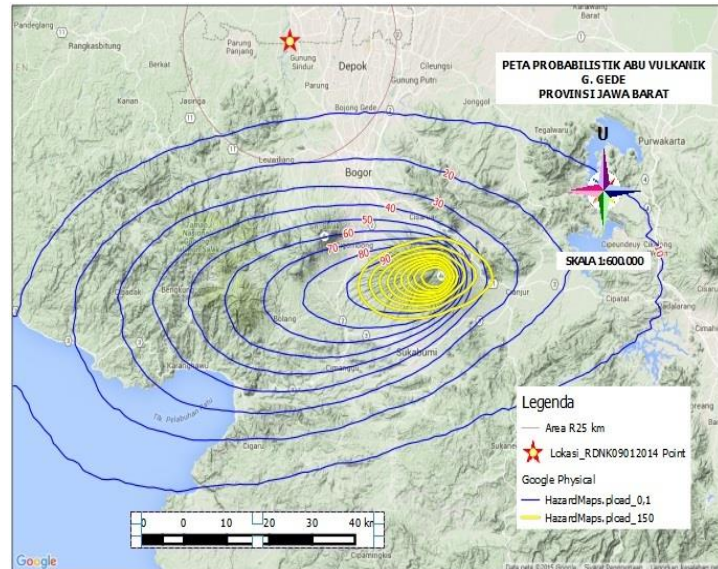
Pada peta probabilistik (Hazardmap.pload_0,1) menunjukkan potensi abu merusak tanaman, kontaminasi air dan kerusakan infrastruktur listrik sedangkan peta probabilistik (Hazardmap.pload_150) menunjukkan potensi abu merusak sebagian atap rumah/pemukiman. Berikut merupakan peta probabilistik sebaran abu vulkanik G. Salak (gambar 11).



Gambar 12. Peta probabilistik sebaran abu vulkanik G. Salak

Hasil probabilistik abu vulkanik menunjukkan pola sebaran yang sama yaitu arah barat ke timur dengan jarak jangkauan 50 km ke arah barat, 35 km ke arah timur, 17 km ke arah utara dan 18 km ke selatan. Berdasarkan peta probabilistik, Area tapak yang berada di 41 km dari G. Salak tidak terdampak abu vulkanik.

Berikut merupakan peta probabilistik sebaran abu vulkanik G. Gede (gambar 12)



Gambar 13. Peta probabilistik sebaran abu vulkanik G. Gede

Hasil probabilistik abu vulkanik menunjukkan pola sebaran yang sama yaitu arah barat ke timur dengan jarak jangkauan 102 km ke arah barat, 51 km ke arah timur, dan 32 km ke arah utara dan selatan. Berdasarkan peta probabilistik, Area tapak yang berada di 60 km dari G. Gede tidak terdampak abu vulkanik.

4. KESIMPULAN

Potensi ancaman dalam radius 150 km dari tapak RDE berasal dari fenomena gunungapi yaitu aliran piroklastika, jatuihan piroklastika, dan lahar (tabel 5).

- a. Simulasi bahaya endapan freatik dari letusan freatik/hidrotermal dari sumber bahaya di mata air panas Ciseeng menghasilkan SDV 3 km sehingga tidak berdampak terhadap tapak RDE yang berjarak 9 km.
- b. Simulasi ancaman bahaya dari Gunungapi Salak dan Gede sebagai representasi kapabilitas gunungapi dalam radius 150 km, menunjukkan :
 - I. Aliran piroklastika, baik dari Gunungapi Salak dengan SDV 7,5 km, maupun dari Gunungapi Gede dengan SDV 8,5 km adalah tidak berdampak terhadap tapak RDE
 - II. Jatuhan piroklastika dari Gunungapi Salak dan Gede secara probabilistik tidak berdampak terhadap tapak. Sementara itu, secara deterministik adalah berdampak terhadap tapak RDE dengan ketebalan endapan antara 0,2 - 1 cm yang berasal dari Gunungapi Salak, sedangkan yang berasal dari Gunungapi antara 0,05 - 0,5 cm.
 - III. Potensi lahar 60 jt m³ dari Gunungapi Salak menghasilkan jangkauan pelamparan 35,35 km sehingga tidak berdampak terhadap tapak RDE yang berada pada jarak 41 km. Sementara itu, jangkauan pelamparan

lahar dari Gunungapi Gede adalah 37,7 km sehingga tidak berdampak terhadap tapak yang berada pada jarak 60 km.

Tabel 5. Evaluasi bahaya gunungapi terhadap tapak RDE Serpong

SUMBER BAHAYA		JENIS FENOMENA	SDV (km)	KONDISI TAPAK				REKAYASA	KETERANGAN
				PROBABILISTIK		DETERMINISTIK		MITIGASI	
				TERDAMPAK	TIDAK TERDAMPAK	TERDAMPAK	TIDAK TERDAMPAK	FISIK	
Radius 25 km		Endapan freatik	3				√		
Radius 150 km	G. Salak	Aliran piroklastika	7,5				√		
		Jatuhan piroklastika	75		√	√		√	0,2 - 1 cm
		Lahar	35,5			√			60 jt m ³
	G. Gede	Aliran piroklastika	8,5				√		
		Jatuhan piroklastika	100		√	√		√	0,05 - 0,5 cm
		Lahar	37,7				√		60 jt m ³

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bear-Crozier, A., Kartadinata, N., Heriwaseso, A., and Nielsen, O. (2012): Development of python-FALL3D: a modified procedure for modelling volcanic ash dispersal in the Asia-Pacific region. *Natural Hazards, Springer*, **64**, 821-838
- Bear-Crozier, A.N., Miller, V., Newey, V., Horspool, N and Weber, R (in revision) Probabilistic Volcanic Ash Hazard Analysis (PVAHA) I: Development of the VAPAH tool for emulating multi-scale volcanic ash fall analysis, *Journal of Applied Volcanology*
- Blong, R. (2003): Building damage in Rabaul, Papua New Guinea, 1994. *Bulletin of Volcanology*, **65(1)**, 43-54.
- Carey, S. and Sparks, R.S.J. (1986): Quantitative models of the fallout of pyroclastic from explosion eruption coloum. *Bul. Volcanol*, **48**, 109-125.
- Heriwaseso (2015): Probabilistic Model of Volcanic ash Papandayan Volcano, West Java. *JVBG*, **7(1)**, pp. 13-26
- Newhall, C.G., and Self, S. (1982): The volcanic explosivity index (VEI): an estimate of explosive magnitude for historical volcanism: *Journal of Geophysical Research*, **87**, 1231-1238..
- Schilling S.P., (1998), LAHARZ: GIS Program for Automated Mapping of Lahar Inundation Hazard Zones: U.S. Geological Survey Open-File Report 98-638, **80p**.
- University at Buffalo, 2007, TITAN2D User Guide Release 2.0.0, 2007.07.09, *Geophysical Mass Flow Group (GMFG)*, University at Buffalo, NY, USA

IMPLEMENTASI PENDIDIKAN MITIGASI BENCANA DI SEKOLAH-SEKOLAH DI INDONESIA SEBAGAI UPAYA PEMBENTUKAN KARAKTER SISWA SIAP SIAGA

David Rizaldy

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang. Kampus Unnes
Sekaran Gunungpati Semarang 50229. Email rizaldy david534@gmail.com

ABSTRACT

on data of BNPB Year 2017, recorded 2,163 incidents of natural disasters in Indonesia with details of deaths as many as 264 people, injured as many as 1,018 people and displaced as many as 3,220,739 inhabitants. Natural disasters also cause damage to public facilities with details of health facilities 99 units, 524 units of worship facilities and educational facilities 1.146 units. One of the most effective prevention efforts to reduce the impact of disaster risk is from the education sector. Education is a conscious and well-planned effort to shape the character students through the planting of knowledge and skills. Education is fundamental in shaping the character of the nation's generation. Education can provide students knowledge and skills in dealing with natural disasters. Disaster mitigation education is an essential requirement that students need to reduce the impact of natural disasters both now and in the future. Currently disaster education materials are still little studied in schools in Indonesia. Although students have been taught some ways to cope with natural disasters but they are still lacking. This is due to several factors such as the absence of special subjects to study natural disasters, less learning time and lack of disaster simulations taught in schools. Disaster mitigation education can be inserted into several subjects. In addition disaster education is also into extracurricular activities that exist in schools. So with these strategies can have a positive impact on the development of ready-made characters of students.

Keywords: Natural disaster, education, students, school, character.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang rawan akan terjadinya bencana alam. Berdasarkan perspektif geografi, geologi, klimatologi, dan demografi, Indonesia menempati peringkat ke 7 sebagai negara paling rawan akan risiko bencana alam (UNESCO). Berdasarkan data BNPB Tahun 2017, tercatat 2.163 kejadian bencana alam di Indonesia dengan rincian korban meninggal sebanyak 264 jiwa, korban luka sebanyak 1.018 jiwa dan korban mengungsi sebanyak 3.220.739 jiwa. Bencana alam juga menyebabkan rusaknya fasilitas umum dengan rincian fasilitas kesehatan 99 unit, fasilitas peribadatan 524 unit dan fasilitas pendidikan 1.146 unit. Salah satu upaya pencegahan yang paling efektif untuk mengurangi dampak risiko bencana adalah dari sektor pendidikan. Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk membentuk karakter siswa melalui penanaman pengetahuan dan keterampilan. Pendidikan adalah hal yang fundamental dalam membentuk karakter generasi bangsa.

Pendidikan dapat memberikan pengetahuan dan keterampilan siswa dalam menghadapi bencana alam. Pendidikan mitigasi bencana adalah kebutuhan esensial yang diperlukan siswa guna mengurangi dampak bencana alam baik di masa sekarang maupun yang akan datang. Saat ini materi pendidikan kebencanaan masih sedikit dipelajari di sekolah-sekolah di Indonesia. Meskipun siswa telah diajarkan beberapa cara menanggulangi bencana alam namun hal tersebut masih kurang. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti tidak adanya mata pelajaran yang khusus untuk mempelajari bencana alam, waktu pembelajaran yang kurang dan kurangnya simulasi bencana yang diajarkan di sekolah. Pendidikan mitigasi bencana dapat disisipkan kedalam beberapa mata pelajaran. Selain itu pendidikan kebencanaan juga kedalam kegiatan ekstrakurikuler yang ada di sekolah. Sehingga dengan strategi tersebut dapat memberikan dampak positif bagi perkembangan karakter siap siaga siswa.

Katakunci : Bencana alam, pendidikan, siswa, sekolah, karakter.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang rawan bencana. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor geografis. Posisi geografis Indonesia masuk dalam tiga lempengan bumi, yaitu Pasifik, Eurasia, dan Indo-Australia. Hal ini akan menyebabkan wilayah Indonesia terdapat banyak gunung berapi akibat aktivitas lempengan tersebut. Selain itu, Indonesia juga dilalui oleh dua jalur pegunungan yaitu Sirkum Pasifik dan Sirkum Mediterania. Fenomena tersebut akan berdampak pada wilayah yang dilalui sehingga intensitas terjadi bencana alam meningkat seperti gempa bumi dan gunung meletus. Tercatat 2.163 kejadian bencana alam di Indonesia dengan rincian korban meninggal sebanyak 264 jiwa, korban luka sebanyak 1.018 jiwa dan korban mengungsi sebanyak 3.220.739 jiwa. Bencana alam juga menyebabkan rusaknya fasilitas umum dengan rincian fasilitas kesehatan 99 unit, fasilitas peribadatan 524 unit dan fasilitas pendidikan 1.146 unit (BNPB, 2017). Hal yang mengejutkan adalah dalam data tersebut sebanyak 562 kejadian bencana alam terjadi di Provinsi Jawa Tengah. Salah satu contoh bencana alam yang baru saja terjadi di Jawa Tengah adalah tanah longsor dan banjir di Kabupaten Brebes. Menurut data BNPB pada tanggal 28 Februari 2018 tercatat ada 11 korban meninggal dunia, 7 orang hilang dan 4 korban masih dirawat di rumah sakit. Berbicara tentang bencana pada dasarnya membicarakan lima (5) hal sekaligus, yaitu penyebab bencana dan kerentanan (faktor alam dan manusia), dampak bencana (kerusakan lingkungan, korban dan kerugian), peran pemerintah (termasuk kebijakan penanggulangan bencana), peran masyarakat (sebagai korban, faktor penyebab atau penyelamat) dan yang terakhir berbicara tentang pengaruh dan tindakan stakeholders terkait dengan ancaman bahaya dan bencana tersebut (Prihanato, 2013). Kunci untuk menghadapi permasalahan tersebut adalah memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang pentingnya mitigasi bencana kepada masyarakat. Mitigasi adalah tindakan yang

dilakukan untuk mengurangi dampak yang disebabkan oleh terjadinya bencana (Dewi, 2014: 7).

Saat ini pemerintah telah melaksanakan program peningkatan kualitas pendidikan sesuai dengan yang telah dirumuskan dalam tujuan pendidikan nasional. Berdasarkan Undang-Undang Dasar Nomor 31 Tahun 1945 pasal 1 menyatakan bahwa "setiap warga negara berhak mendapat pendidikan". Salah satu contoh permasalahan kualitas pendidikan di Indonesia adalah tentang pendidikan mitigasi bencana. Indonesia merupakan negara yang rawan akan terjadinya bencana alam. Berdasarkan perspektif geografi, geologi, klimatologi, dan demografi, Indonesia menempati peringkat ke 7 sebagai negara paling rawan akan risiko bencana alam (UNESCO, 2017). Mengacu pada fenomena bagaimana masyarakat menyikapi bencana alam, dapat dievaluasi bahwa masyarakat Indonesia kurang bersikap reaktif dan responsif dalam menghadapi peristiwa bencana alam yang sering datang secara mendadak.

Kasus ini dapat dikomparasikan antara Negara Jepang dan Indonesia yaitu sama-sama merupakan negara yang rawan peristiwa bencana alam. Tetapi dari segi fundamental kualitas pendidikan mitigasi bencana, Indonesia masih jauh tertinggal dibandingkan dengan negara Jepang. Perbandingan kedua negara tersebut dapat dilihat dari rasio jumlah korban jiwa dan kerusakan fasilitas yang cukup berbeda secara signifikan akibat dampak bencana alam. Perbedaan perspektif masyarakat dalam menyikapi peristiwa bencana alam menjadi pembeda kedua negara tersebut yang sama-sama merupakan wilayah rawan bencana.

Berdasarkan kasus bencana alam yang rawan terjadi di Indonesia, perlu adanya penanganan yang serius dari berbagai pihak, perlu adanya strategi yang pragmatis dalam membentuk masyarakat Indonesia yang sadar akan bahaya bencana alam. Salah satu langkah strategis yang dapat dilakukan adalah melalui sektor pendidikan. Sektor pendidikan adalah sektor yang sangat fundamental dalam pembentukan karakter siswa. Melalui sektor pendidikan, maka pengetahuan tentang mitigasi bencana dapat diberikan secara intensif oleh pendidik. Pendidikan kebencanaan menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kapasitas pengetahuan peserta didik mengenai bencana mengenai definisi bencana itu sendiri, jenis-jenis kejadian bencana, tanda- tanda akan terjadinya bencana, dampak bencana, upaya pra-saat-pra bencana, upaya pengurangan risiko bencana serta kerentanan dan kerawanan bencana di daerahnya (Mardiyati, 2017). Pendidikan mitigasi bencana yang diajarkan di sekolah-sekolah akan membentuk karakter siswa yang siap siaga terhadap setiap bencana yang terjadi. Karakter siap siaga bencana akan terbentuk apabila siswa memiliki bekal dalam hal pengetahuan dan keterampilan mitigasi bencana yang dapat ditanamkan pada lingkungan sekolah di Indonesia baik dalam kegiatan pembelajaran maupun ekstrakurikuler.

2. METODOLOGI

Metodologi penulisan karya tulis ini menggunakan metode studi pustaka yang bersumber dari buku, jurnal ilmiah, karya tulis ilmiah dan berita terpercaya. Penulisan karya tulis ini menggunakan data sekunder yang bersumber pada instansi dan lembaga yang terkait dengan kebencanaan. Studi pustaka dan data sekunder kemudian dianalisis oleh penulis untuk membentuk karya tulis dalam bidang pendidikan mitigasi bencana yang dapat di implementasikan di sekolah-sekolah di Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Bencana Alam Di Indonesia

Bencana alam merupakan salah satu masalah besar yang sering terjadi di Indonesia. Menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor. Setiap tahun wilayah di Indonesia selalu terjadi bencana alam, hal ini dikarenakan wilayah Indonesia yang berada pada jalur Ring of Fire sehingga menyebabkan banyak gunung berapi. Selain itu, karena Indonesia merupakan tempat bertemunya lempengan besar dunia menyebabkan di beberapa wilayah rawan terjadinya gempa bumi.



Gambar 1. Fluktuasi Kejadian Bencana

Sumber : BNPB 2018

Berdasarkan data diatas, dapat disimpulkan bahwa selama 10 tahun terakhir Indonesia selalu mengalami bencana alam dengan jumlah kejadian yang fluktuasi dan berbagai macam sebab terjadinya bencana alam.



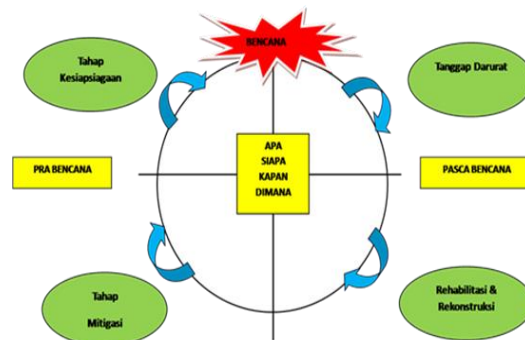
Gambar 2. Jenis dan Jumlah Kejadian Bencana

Sumber : BNPB 2017

Data diatas menunjukkan berbagai macam bencana alam yang sering melanda Indonesia tahun 2017. Gambar diatas adalah tabel diagram jenis bencana alam yang terjadi di Indonesia sepanjang tahun 2017. Dalam tabel diatas menunjukkan bahwa bencana banjir merupakan jenis bencana yang sering terjadi di Indonesia dengan jumlah 729 kejadian. Sedangkan puting beliung berada di peringkat kedua dengan 645 kejadian dan tanah longsor sebanyak 573 kejadian. Data tersebut semakin mempertegas bahwa banjir adalah bencana alam yang menjadi ancaman serius bagi masyarakat Indonesia. Banjir merupakan bencana alam paling sering terjadi, baik dilihat dari intensitasnya pada suatu tempat maupun jumlah lokasi kejadian dalam setahun yaitu sekitar 40% diantara bencana alam yang lain (Darmawan, 2017: 32).

3.2 Pendidikan Mitigasi Bencana

Pendidikan adalah salah satu sektor yang paling esensial dalam membentuk karakter generasi bangsa.



Gambar 3. Disaster Life Cycle

Sumber: umy.co.id

Salah satu sektor esensial dalam dunia pendidikan di Indonesia adalah pemberian materi pelajaran yang menyangkut mitigasi bencana. Pasal 1 angka 9 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana mendefinisikan mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.

Pendidikan mitigasi bencana menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kapasitas pengetahuan peserta didik mengenai bencana, jenis-jenis kejadian bencana, tanda-tanda akan terjadinya bencana, dampak bencana, upaya pra-saat-pasca bencana, upaya pengurangan risiko bencana serta kerentanan dan kerawanan bencana di daerahnya.

Pentingnya pendidikan mitigasi bencana terutama untuk mengurangi jumlah korban jiwa. Dalam kaitannya dengan implementasi pendidikan mitigasi bencana di sekolah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menyisipkan materi mitigasi bencana pada mata pelajaran tertentu dan melalui kegiatan ekstrakurikuler yang diadakan di sekolah tersebut. Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No.62 Tahun 2014, kegiatan ekstrakurikuler adalah kegiatan kurikuler yang dilakukan oleh peserta didik di luar jam belajar kegiatan intrakurikuler dan kegiatan kokurikuler, di bawah bimbingan dan pengawasan satuan pendidikan. Kegiatan ekstrakurikuler diselenggarakan dengan tujuan untuk mengembangkan potensi, bakat, minat, kemampuan, kepribadian, kerjasama, dan kemandirian peserta didik secara optimal dalam rangka mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional. Kegiatan ekstrakurikuler terdiri atas: kegiatan ekstrakurikuler wajib dan kegiatan ekstrakurikuler pilihan (Mardiyati, 2017).

3.3 Implementasi Pendidikan Mitigasi Bencana

Penyisipan materi pendidikan mitigasi bencana dapat diajarkan pada mata pelajaran seperti Geografi, Sosiologi, Sejarah, Bahasa Indonesia dan muatan lokal. Implementasi yang kedua adalah di kegiatan ekstrakurikuler. Kedua jalur tersebut merupakan jalur yang paling efisien dan efektif dalam menumbuhkan karakter siswa siap siaga bencana alam.

3.3.1 Mata Pelajaran

Pendidikan mitigasi bencana dapat disisipkan dan diajarkan di beberapa mata pelajaran. Pada mata pelajaran geografi siswa diajarkan untuk memahami mengapa negara Indonesia menjadi wilayah yang rawan bencana, apa penyebabnya dan bagaimana cara mengatasi permasalahan tersebut. Hal ini dapat dijelaskan kepada siswa sesuai dengan prinsip-prinsip geografi beserta konsepnya sekaligus guru dapat mengajarkan langkah-langkah mitigasi bencana tersebut. Sehingga dengan demikian siswa juga dapat mengidentifikasi apakah wilayahnya termasuk yang rawan bencana, dengan kemampuan siswa memahami wilayahnya secara spasial maka akan dapat menentukan langkah yang tepa dalam menghadapi bencana alam.

Selanjutnya pada mata pelajaran Sosiologi siswa dapat diajarkan materi yang berkaitan dampak bencana alam terhadap masyarakat sekitar. Siswa dapat diajarkan bagaimana masyarakat menanggapi bencana alam yang terjadi di wilayahnya apakah masih menganggap sebagai hal yang mistik dan merupakan bagian dari kearifan lokal atau masyarakat sudah berkembang maju. Sehingga dengan paradigma masyarakat yang berbeda dapat dilihat bahwa kedua masyarakat tersebut memiliki upaya yang berbeda dalam menghadapi bencana alam. Hal ini penting dipahami oleh siswa bagaimana mereka sebagai anggota masyarakat ikut membantu sesama dalam kegiatan mitigasi baik saat kegiatan pra, saat dan pasca terjadinya bencana alam.

Kemudian pada mata pelajaran Bahasa Indonesia dapat diajarkan menggunakan narasi atau dongeng yang memiliki latar belakang bencana alam. Melalui kegiatan membaca tersebut, siswa tidak hanya sekedar membaca teks bacaan tersebut, namun diharapkan siswa dapat memahami dan menghayati apa makna yang terkandung dalam sebuah bacaan tersebut.

Selanjutnya pada mata pelajaran sejarah, guru dapat mengajarkan kepada siswa mengenai suatu bencana alam yang terjadi di Indonesia pada masa lampau. Guru dapat menceritakan bagaimana kerajaan-kerajaan pada masa lalu hancur karena menghadapi permasalahan bencana alam, bagaimana sikap para masyarakat kerajaan pada saat itu untuk menghadapi bencana alam yang sedang melanda. Sehingga dengan siswa belajar tentang sejarah tentang bencana alam siswa dapat mempelajari pendidikan mitigasi bencana dari kacamata mata pelajaran Sejarah. Terakhir adalah pada mata pelajaran muatan lokal yang ada di masing-masing sekolah tersebut. Muatan lokal tersebut seperti Bahasa Jawa dapat digunakan untuk memperkenalkan bahasa sekaligus dapat memperkenalkan kearifan lokal yang ada di daerah masing-masing. Kearifan lokal tersebut juga dapat diintegrasikan kedalam pendidikan mitigasi bencana seperti kearifan lokal Gunung Merapi di Yogyakarta, kearifan lokal di Gunung Krakatau dan sebagainya. Muatan lokal yang lain misalnya adalah kerajinan tangan, guru dapat mengintegrasikannya dengan cara.

Pendidikan mitigasi bencana yang diintegrasikan kedalam beberapa mata pelajaran mampu membentuk karakter siswa siap siaga bencana. Sehingga secara tidak langsung siswa dapat mempelajari tentang materi mitigasi bencana.

3.3.2 Ekstrakurikuler

Kegiatan ekstrakurikuler adalah sebuah kegiatan yang bertujuan untuk mengembangkan potensi minat dan bakat diluar kemampuan akademik siswa. Ekstrakurikuler yang terdapat di sekolah misalnya dibidang olahraga seperti futsal, volley, dan bulu tangkis. Bidang kesenian seperti tari, musik dan kerajinan tangan. Kegiatan ekstrakurikuler juga dapat digunakan sebagai implementasi dalam memberikan penanaman karakter siswa siap siaga bencana. Kegiatan ekstrakurikuler yang dapat menunjang untuk pembentukan karakter tersebut seperti kegiatan pelatihan dari Basarnas, kegiatan simulasi Mitigasi Bencana yang dapat bekerja sama dengan BPBD asal sekolah dan kegiatan penyuluhan tentang pendidikan mitigasi bencana.

Pelatihan-pelatihan yang diadakan di kegiatan ekstrakurikuler dapat membantu siswa dalam meningkatkan keterampilannya dalam menghadapi bencana, sehingga dengan keterampilan tersebut diharapkan saat terjadi bencana dapat meminimalisir jumlah korban jiwa.

4. KESIMPULAN

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor. Indonesia merupakan negara yang rawan bencana karena berbagai faktor geografis diantaranya merupakan wilayah bertemunya tiga lempengan besar dunia dan merupakan jalur Ring of Fire. Pendidikan mitigasi bencana perlu diberikan kepada siswa guna membentuk karakter yang siap siaga terhadap bencana. Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Menurut Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 1 menyatakan bahwa "Setiap warga negara berhak mendapatkan pendidikan".

Pendidikan mitigasi bencana dapat diberikan kepada siswa melalui kegiatan saat pembelajaran dan kegiatan ekstrakurikuler. Dalam kegiatan pembelajaran, materi tentang mitigasi bencana dan diintegrasikan kedalam beberapa mata pelajaran lain seperti Geografi, Sosiologi, Sejarah, Bahasa Indonesia dan Muatan Lokal lainnya. Pendidikan mitigasi bencana juga dapat diintegrasikan kedalam kegiatan ekstrakurikuler yang ada di sekolah tersebut, selain itu juga dapat dilakukan kegiatan seperti kegiatan simulasi bencana, kegiatan pelatihan SAR, kegiatan penyuluhan tentang bencana dan sebagainya.

Melalui kegiatan tersebut, upaya untuk menumbuhkan karakter siswa siap siaga bencana akan efektif. Sehingga diharapkan para siswa dapat mengimplementasikan dari pendidikan mitigasi bencana untuk menekan jumlah korban jiwa.

5. DAFTAR PUSTAKA (UPPERCASE, LEFT, BOLD, FONT ARIAL 10)

- Ayunani, Y. 2011. *Desain Grafis Pada Kaos Untuk Media Kampanye Go Green*. Semarang: Fakultas Bahasa dan Seni Universitas Negeri Semarang.
- Hakal, Y., Najib, M., Ahmad, Muhammad, & Sungkar, A. A. 2015. *#Kaos Hikmah*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Honesti, Leli dan Nazwar Djali. 2012. *Pendidikan Kebencanaan Di Sekolah-Sekolah Di Indonesia Berdasarkan Beberapa Sudut Pandang Disiplin Ilmu Pengetahuan*. eJurnal Momentum. 1693-752X.
- Hutomo, A. W. 2016. *Studi Tentang Proses Pembelajaran Di Komunitas Sabon Kaos*. Solo (KSKS). Surakarta: Pendidikan Seni Rupa Universitas Sebelas Maret.
- Ishartono, & Tri Raharjo, S. 2016. *Sustainable Development Goals (SDGs) dan Pengentasan Kemiskinan*. Share: Social Work Jurnal, 154-272
- K, R. C., & Supriharjo, R. D. 2013. *Mitigasi Bencana Banjir Rob di Jakarta Utara*. Jurnal Teknik Pomits, C25-C30.

- Mardiyati, Sofi. 2017. Dasi Sigab (Dalang Siswa Siap Siaga Bencana) : Model Pendidikan Kebencanaan Sebagai Ekstrakurikuler Berbasis Kearifan Lokal Di Daerah Rawan Bencana Di Indonesia. UNNES: Semarang.
- Nirwansyah, A. W., & Nugroho, A. 2015. *Pengembangan Model Pembelajaran Mitigasi Bencana Gungungapi Slamet Bagi Siswa MI Muhammadiyah Singasari*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Geografi FKIP UMP 2015, 36-40.
- Panuluh, S., & Fitri, M. R. 2016. *Perkembangan Pelaksanaan Sustainable Development Goals (SDGs) di Indonesia*. Jakarta: International NGO Forum on Indonesian Development.
- Pribadi, R. E. 2017. Implementasi *Sustainable Development Goals (SDGs) Dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan Di Papua*. eJournal Ilmu Hubungan Internasional, 917-932.
- Sardjoko, S. (Sardjoko, Subandi). *Pengarusutamaan Kesehatan Dalam Sustainable Development Goals (SDGs)*. *Konferensi Nasional Ke-7 Promosi Kesehatan*. Jakarta: Kementerian PPN/Bappenas.
- Suhardjo, D. 2011. *Arti Penting Pendidikan Mitigasi Bencana Dalam Mengurangi Resiko Bencana*. *Cakrawala Pendidikan*, 174-188.

AKTIVITAS TERKINI GUNUNGAPI SINABUNG: ERUPSI 19 FEBRUARI 2018

Kristianto¹, Hetty Triastuty², Novianti Indrastuti³, dan Agoes Loeqman⁴

¹Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, email: kris0432@yahoo.com

²Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, email: httrastuty@gmail.com

³Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

⁴Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

ABSTRACT

More than 7 years after Sinabung volcano is declared as type A volcano, eruption G. Sinabung is still ongoing to this day. Since the highest activity level, Level 4 (Awat), set on June 2, 2015, still does not indicate when the Sinabung eruption will end. Various observation methods, visual, seismic, deformation, and geochemistry, are used in studying the behavior of Sinabung. The volcanic activity of Sinabung since erupting in September 2013, showed changes from phreatic eruptions, to magmatic eruptions, changed with the emergence of lava dome until the occurrence of pyroclastic flows. In the last two years, eruptions have been dominated by lava avalanche and pyroclastic flows.

On February 19, 2018, with 2 days preceding the swarm of the Volcano-Tectonic (VT) earthquakes, a big explosive eruption occurred with a column high of more than 5 km from the summit. This eruption was also followed by pyroclastic flow with the distance to the south-southeast sector reached 4.9 km and to the east-southeast sector reached 3.5 km. Volcanic ash spread to Aceh province. Another potential disaster due to the buildup of this pyroclastic flow material is lahar, which streams into the Lao Borus river.

Keywords : Sinabung, eruption, pyroclastic flow, lahar

ABSTRAK

*Lebih dari 7 tahun setelah G. Sinabung dinyatakan sebagai gunungapi tipe A, erupsi G. Sinabung masih berlangsung hingga saat ini. Sejak level aktivitas tertinggi, Level 4 (Awat), yang ditetapkan pada tanggal **2 Juni 2015**, masih belum menunjukkan kapan erupsi G. Sinabung akan berakhir. Berbagai macam metode pengamatan mulai dari visual, seismik, deformasi, dan geokimia, digunakan dalam mempelajari tingkah laku dari G. Sinabung. Aktivitas vulkanik G. Sinabung sejak meletus September 2013 lalu, menunjukkan perubahan dimulai dari letusan freatik, ke letusan magmatik, berubah dengan munculnya kubah lava hingga terjadinya awan panas. Dua tahun belakangan ini erupsi lebih didominasi dengan guguran lava dan awan panas.*

Pada tanggal 19 Februari 2018, dengan 2 hari sebelumnya diawali swarm gempa-gempa Volcano-Tektonik (VT), terjadi letusan eksplosif yang cukup besar dengan tinggi letusan lebih dari 5 km dari atas puncak. Letusan ini juga diikuti dengan awan panas letusan (APL) dan kemudian diikuti dengan 11 APG. Jarak luncur ke arah sektor selatan-tenggara mencapai 4.9 km, sedangkan ke arah sektor timur-tenggara mencapai 3.5 km. Sebaran abu vulkanik menyebar hingga ke provinsi Aceh. Potensi bahaya lain akibat penumpukan material awan panas ini adalah lahar yang alirannya masuk ke sungai Lao Borus.

Katakunci : Sinabung, letusan, awan panas guguran, awan panas letusan, lahar

1. PENDAHULUAN

Gunung api Sinabung secara administratif terletak di Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara dan secara geografis terletak pada posisi 3o10'LU, 98o23,5'BT dengan ketinggian 2460 meter di atas permukaan laut. Gunungapi Sinabung merupakan gunungapi tipe strato dan dalam klasifikasi gunungapi aktif di Indonesia dikelompokkan sebagai gunungapi tipe B yang artinya sebelum tahun 1600 minimal satu kali kejadian erupsi dan aktivitas vulkaniknya dicirikan oleh manifestasi vulkanik seperti lapangan solfatar dan fumarola. Dari hasil dating carbon charcoal yang ditemukan di G. Sinabung, disebutkan letusan terakhir terjadi pada kurang lebih 1200 tahun yang lalu (Prambadha dkk, 2011).

Pada tanggal 27 Agustus 2010 terjadi letusan freatik yang menandakan awal dari aktivitas Sinabung setelah tidur panjangnya (Hendrasto et al., 2011). Pada tanggal 29 September 2010 dini hari, tepatnya pukul 00:10 WIB terjadi peningkatan secara signifikan aktivitas vulkanik G. Sinabung yang ditandai oleh terjadinya erupsi yang disertai lontaran material pijar dari Kawah dan diikuti hujan abu halus – kasar. Sejak tanggal 29 Agustus 2010, G. Sinabung memasuki klasifikasi baru yaitu dari gunungapi tipe B menjadi gunungapi tipe A dan pagi hari tanggal 29 Agustus 2010 alat mulai beroperasi. Sejak saat itu G. Sinabung masuk dalam kegiatan pemantauan secara instrumental.

Pasca penurunan aktivitas vulkanik G. Sinabung dari Level III (Siaga) menjadi Level II (Waspada) pada tanggal 29 September 2013, aktivitas vulkanik berfluktuasi namun cenderung menurun. Tanggal 1 – 2 November 2013, aktivitas G. Sinabung terus meningkat sehingga status G. Sinabung dinaikkan dari Level II (Waspada) menjadi Level III (Siaga) pada tanggal 3 November pukul 03:00 WIB, dan pada tanggal 24 November 2013 pukul 10:00 WIB, status dinaikkan dari Level III (Siaga) menjadi Level IV (Awat). Dalam status Level IV ini, teramati pertumbuhan kubah lava dan di akhir Desember 2013, terjadi awan panas guguran (APG) pertama.

Aktivitas G. Sinabung di tahun 2014 mencapai puncaknya di bulan Januari 2014, tepatnya pada tanggal 11 Januari 2014 dimana 68 kali APG terjadi dengan luncuran mengarah ke sektor selatan-tenggara sejauh 4.6 km. Perlahan aktivitas menurun

hingga pada tanggal 8 April 2014, status diturunkan ke Level III (Siaga). Namun aktivitas G. Sinabung menunjukkan peningkatan kembali di tahun 2015 saat kubah lava di bagian selatan membesar dan beberapa menimbulkan APG seperti yang terjadi pada tanggal 9 Februari (luncuran 4.5 km ke selatan-tenggara), 18 Februari (luncuran 4.5 km ke selatan-tenggara), 5 Maret (luncuran 4,5 km ke selatan-tenggara), 2 April (luncuran 4.9 km ke selatan-tenggara), dan 28 April (luncuran 4.5 ke selatan-tenggara).

Aktivitas G. Sinabung meningkat kembali secara visual dan instrumen, sehingga terhitung tanggal 2 Juni 2015 Pukul 23:00 WIB dinaikkan dari Level III (Siaga) menjadi Level IV (Awas). Status aktivitas Level IV ini bertahan hingga saat ini.

2. SISTEM PEMANTAUAN

Pemantauan aktivitas G. Sinabung dilakukan sejak pertama kali gunung tersebut meletus di akhir Agustus 2010. Pengembangan system pemantauan G. Sinabung terus dilakukan untuk memperoleh data-data yang terkait dengan tingkah laku G. Sinabung. Metode pemantauan yang awal fokus pada seismik, perlahan berkembang dengan penambahan metode lainnya seperti deformasi (GPS, EDM dan tiltmeter), geokimia, radar dan infrasound.

Hingga awal tahun 2018, aktivitas vulkanik G. Sinabung dipantau dengan 6 stasiun seismik di sekitar G. Sinabung ditambah 2 stasiun seismik di Sibayak dan Pusuk Buhit untuk meliputi aktivitas tektonik di sekitar G. Sinabung. Bekerjasama dengan Jepang dalam proyek SATREPS dipasang 4 stasiun GPS kontinyu dan satu X-band radar untuk mendeteksi parameter hidrologi dan sebaran abu vulkanik. Dalam kerjasama dengan USGS, ditambah 3 stasiun pengukuran fluks SO₂ (Novac).

Pemantauan visual secara instrumental dilakukan dengan memasang dua kamera CCTV di Pos PGA Sinabung dan sisi utara G. Sinabung (Lau Kawar). Visual potensi laharan di sekitar sungai Lao Borus dengan memasang CCTV di 4 lokasi.



Gambar 1. Jaringan Pemantauan G. Sinabung

Pengukuran secara periodik dengan EDM untuk mengukur perubahan jarak miring dengan baseline Sigarang-garang. Pengukuran suhu kontinyu dilakukan dengan memasang sensor suhu di daerah Payung dan diunduh setiap 1 minggu sekali.

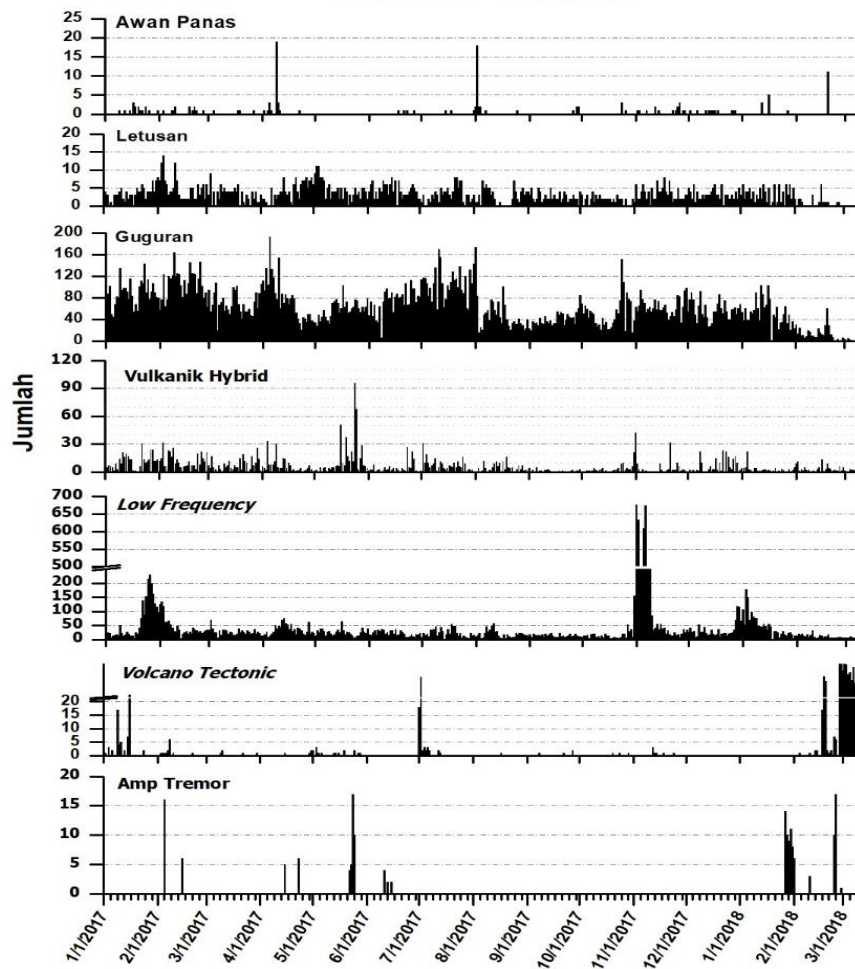
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegempaan G. Sinabung menunjukkan dominasi gempa-gempa guguran, awan panas guguran, dan letusan. Namun, gempa-gempa vulkanik lainnya seperti Vulkano-Tektonik (VT; dalam laporan disebutkan VA dan VB), Low-frequency (LF), Vulkanik Hybrid, dan tremor juga terekam. Tahun 2017, periode Januari – Juni, terekam ribuan gempa Tektonik Lokal dengan puluhan yang dapat dirasakan. Hiposenter gempa-gempa tersebut tersebar di antara G. Sinabung dan Sibayak memanjang dalam arah utara-selatan. Pasca kejadian gempa-gempa tersebut, aktivitas G. Sinabung belum menunjukkan adanya perubahan yang signifikan. Kemunculan gempa-gempa deep VT dan deep LF yang mengindikasikan kemungkinan adanya intrusi magma baru tidak teramati. Gempa-gempa yang didominasi oleh aktivitas permukaan (guguran, awan panas, letusan), menunjukkan bahwa G. Sinabung sistem terbuka. Hal ini diperkuat juga dengan hasil pantauan dari metode deformasi tiltmeter. Di awal-awal peningkatan di tahun 2013 hingga 2015, tiltmeter merespon dengan baik semua peningkatan aktivitas G. Sinabung. Namun data tilt tidak lagi menunjukkan pola yang signifikan yang sesuai dengan aktivitas erupsi G. Sinabung saat ini. Kubah lava yang terus terbentuk di puncak pun tidak terdeteksi secara signifikan oleh peralatan yang dipasang. Guguran dan awanpanas guguran dimungkinkan terjadi karena akumulasi lava dan dilongsorkan karena ketidakstabilan saja.

Pada tanggal 19 Februari 2018 pukul 08:53 WIB, terjadi letusan eksplosif yang diikuti dengan Awan Panas Letusan (APL). Tinggi kolom letusan yang teramati di Pos PGA lebih dari 5 km dari atas puncak. Sebaran abu vulkanik mengarah ke barat-selatan. Ditemukan jatuhnya material vulkanik dengan ukuran 2-4 cm sebelah timur-timurlaut dalam jarak 4-5 km dari G. Sinabung,. Kemudian diikuti dengan rentetan Awan Panas Guguran (APG) dengan jarak luncur terjauh 4,9 km ke arah sektor selatan-tenggara dan 3,5 km ke arah sektor timur-tenggara.

3.1 Prekursor Sebelum Letusan 19 Februari 2018

Sejak G. Sinabung dipantau aktivitasnya, salah satunya dengan metode seismik, beragam jenis gempa terekam. Bukan hanya gempa-gempa yang terkait dengan aktivitas G. Sinabung, namun terekam pula gempa-gempa yang berasosiasi dengan aktivitas tektonik.

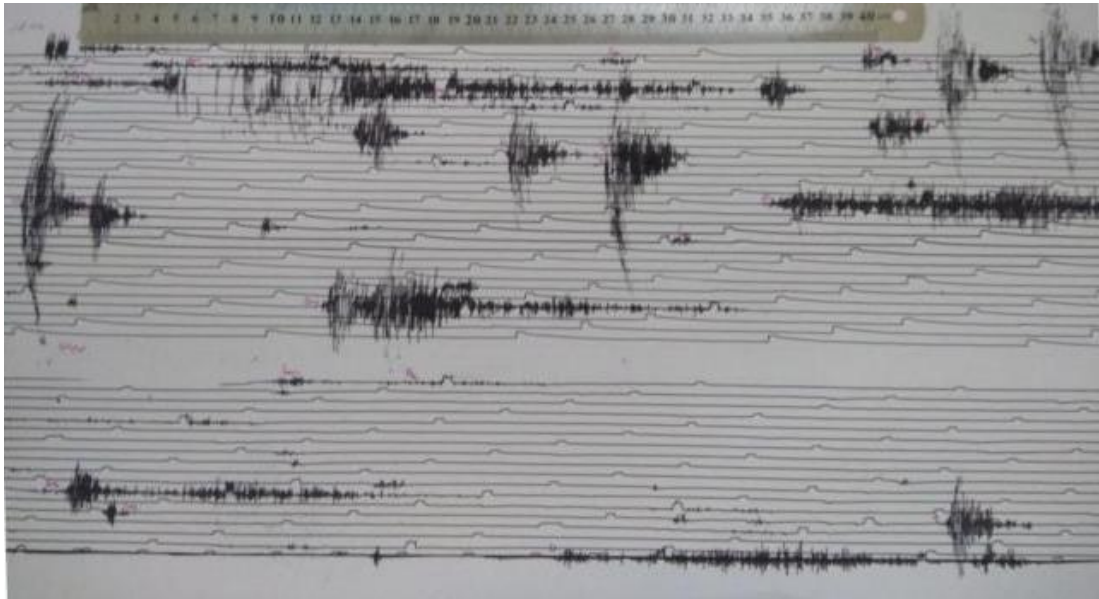


Gambar 2. Kegempaan Harian G. Sinabung

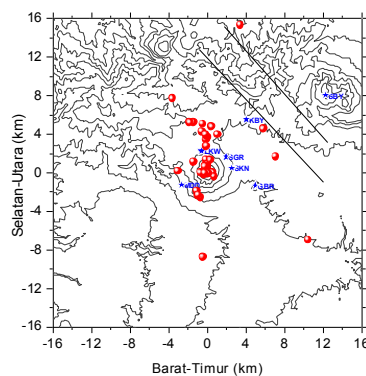
Gempa-gempa vulkanik yang berasosiasi dengan aktivitas vulkanik G. Sinabung yaitu gempa Volcano Tectonic (VT), gempa Low-frequency (LF), gempa Vulkanik Hybrid, gempa Tornillo, gempa Guguran (Guguran Lava dan Awan Panas Guguran), gempa Letusan, gempa Embusan dan Tremor Vulkanik. Gambar 3 memperlihatkan kegempaan harian G. Sinabung yang selama 1 tahun terakhir didominasi oleh gempa-gempa Guguran dan Letusan. Peningkatan sesaat terekam pada kemunculan gempa-gempa Vulkanik Hybrid, LF, dan VT (Gambar 2).

Kegempaan G. Sinabung menunjukkan adanya peningkatan gempa VT hanya 2 hari sebelum letusan di tanggal 19 Februari (Gambar 2). Sejak tanggal 17 Februari 2018, teramati swarm gempa-gempa Vulkanik berupa gempa VT sebanyak 17 kejadian, gempa Low Frekuensi (LF) 17 kejadian, gempa Vulkanik Hybrid 1 kejadian, dan gempa Guguran 9 kejadian. Pada tanggal 18 Februari 2018, kegempaan semakin meningkat, terutama gempa VT yang mencapai 49 kejadian dan gempa Guguran 29 kejadian. Tanggal 19 Februari 2018 pukul 00-06 WIB terekam gempa VT sebanyak 30 kejadian dan 19 kejadian gempa Guguran. Dengan meningkatkan gempa-gempa ini menunjukkan adanya peningkatan stress pada tubuh G.

Sinabung yang diakibatkan adanya intrusi magma ke permukaan atau tekanan akibat akumulasi gas dan / atau magma. Namun, gempa Letusan dan Guguran teramati menurun drastis sejak awal Februari 2018.



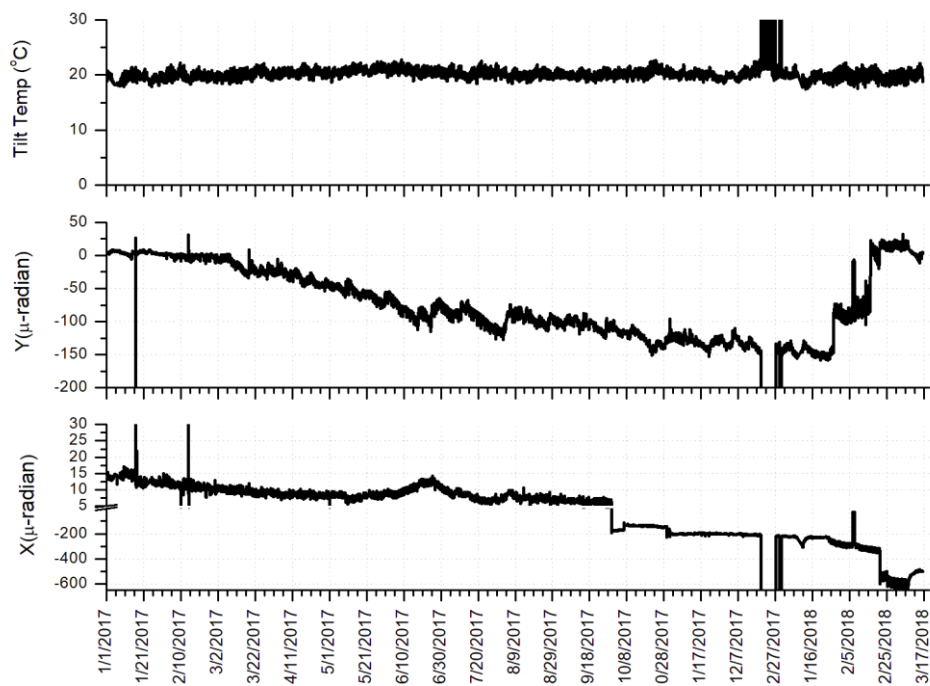
Gambar 3. Swarm gempa VT



Gambar 4. Episenter swarm gempa VT

Episenter gempa-gempa VT (Gambar 3) tersebut terdistribusi dari arah utara-baratlaut hingga terkonsentrasi di bawah G. Sinabung dengan kedalaman 1 – 12 km di bawah G. Sinabung.

Data deformasi GPS telah mendeteksi adanya inflasi sejak 1 tahun yang lalu, Februari 2017. Inflasi menjelang letusan di tanggal 19 Februari teramati dari hasil pengukuran tiltmeter dan EDM (Gambar 5). Stasiun tilt Lau Kawar menunjukkan komponen radial naik sekitar 40 microrad sejak tanggal 14 Februari 2018, sedangkan hasil pengukuran EDM menunjukkan adanya pemendekan jarak miring sekitar 16 cm pada periode yang sama. Namun, stasiun tiltmeter lainnya tidak merespon perubahan ini.



Gambar 5. Hasil pengukuran EDM baseline Sigarang-garang, pemendekan jarak miring teramati sejak tanggal 14 Februari 2018 (panah merah)

Data satelit OMI menunjukkan emisi SO₂ meningkat dalam 1 bulan sebelum erupsi, dan emisi SO₂ menurun drastis beberapa hari menjelang letusan yang diikuti dengan meningkatnya gempa-gempa VT. Hal ini konsisten dengan adanya peningkatan tekanan karena penyumbatan sistem saat magma memasuki sistem dangkal.

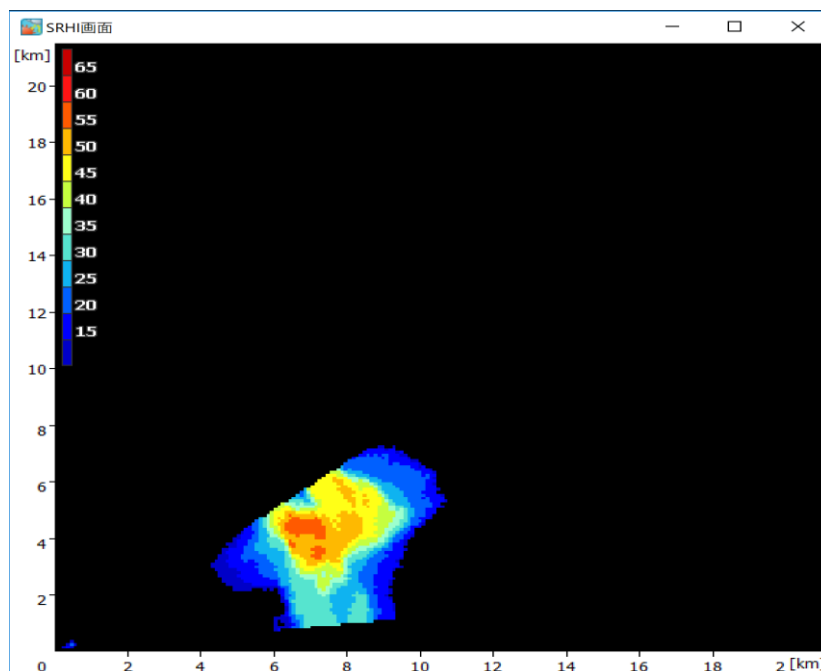
3.2 Dampak Letusan

Letusan eksplosif yang mengawali erupsi di tanggal 19 Februari 2018 disajikan pada Gambar 7 dan 8 di bawah ini. Letusan ini diikuti juga dengan awan panas letusan (APL) dan kemudian diikuti dengan 11 kejadian awan panas guguran (APG). Sebaran material jatuhan ditemukan di sebelah timur laut dari G. Sinabung (Desa Naman Teran dan Desa Kutarayut) berupa kerikil dan kerakal dengan diameter berkisar 1 - 1,5 cm. Di bagian tenggara, selatan, baratdaya, barat, dan baratlaut G. Sinabung (Desa Sibintun, Payung, Tiganderket, Tiga Pancur, dan Kutabuluh) didominasi oleh endapat material abu vulkanik dengan ketebalan 1 cm. Abu tipis jatuh hingga ke Kabanjahe, dan beberapa kota di wilayah Provinsi Aceh seperti Kota Cane, Blangkejren, dan Takengon. Akibat abu yang menutup rumah dan sekolah-sekolah, aktivitas masyarakat dan anak-anak sekolah terganggu.



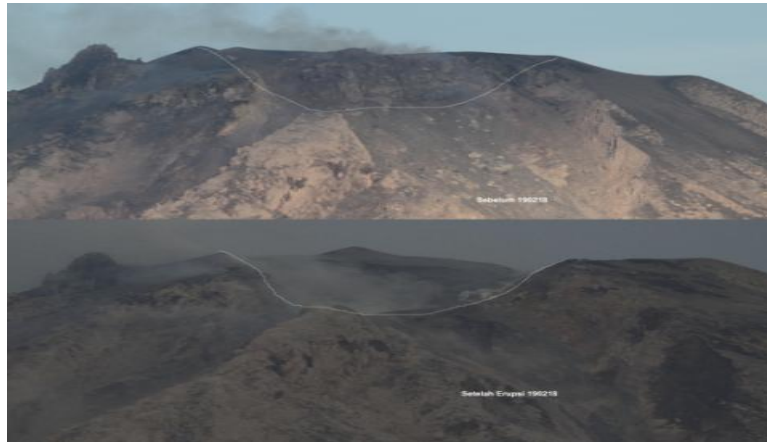
Gambar 6. Letusan eksplosif tanggal 19 Februari 2018 pukul 08:53 WIB dengan tinggi kolom lebih dari 5 km dari atas puncak (Foto: Pos PGA Sinabung/PVMBG/2018)

Satelit OMI mengestimasi emisi SO_2 mencapai 10 ribu ton/hari dengan plume mencapai 18 km (USGS, 2018; personal communication). Hasil pantauan visual kubah lava, pada tanggal 20 Februari, kubah lava yang ada di puncak dan sekitar lereng timur telah hancur (Gambar 9). Terbentuk kawah dengan diameter + 250 m dengan kedalaman + 130 m (USGS, 2018; personal communication).



Gambar 7. Gambaran image vertikal erupsi 19

Februari hasil scan radar Sinabung. Warna menunjukkan intensitas reflektivitas (dalam db), warna merah mengindikasikan *dense ash*.



Gambar 8. Foto sebelum (tanggal 18 Februari) & setelah erupsi (20 Februari), tampak bentuk kawah baru berdiameter + 250 m (Foto: Sadrah/ 2018)

Material awan panas yang melanda kawasan sektor timur tenggara merubah kawasan salah satunya kawasan danau Sukanalu seperti yang diperlihatkan pada Gambar 10 di bawah ini. Danau ini terbentuk akibat pembendungan material APG tanggal 10 April 2017 yang mencapai Sungai Lao Borus. Luas danau menyempit paska letusan Februari ini. Sketsa endapan hasil erupsi 19 Februari 2018 tersaji pada Gambar 11. Endapan awan panas menutup wilayah di sekitar G. Sinabung mulai dari timur G. hingga ke selatan G. Sinabung dengan radius 3-5 km.



Potensi bahaya berlanjut akibat adanya penumpukan material awan panas setelah hujan lebat turun adalah munculnya laharan (Gambar 11). Lahar terjadi pada tanggal 21 (3 kejadian) dan 22 Februari (1 kejadian) akibat hujan lebat di sekitar G. Sinabung, dimana lahar melanda kawasan-kawasan yang dilewati Sungai Lao Borus. Kejadian lahar ini tidak sampai menimbulkan korban jiwa, namun beberapa rumah dan juga ladang rusak. Dengan masih menumpuknya material awan panas di sekitar G. Sinabung, tentunya potensi terjadinya lahar masih memungkinkan dan didukung pula saat ini masih dalam musim penghujan.

497

dikeluarkan oleh PVMBG seharusnya dapat dipatuhi oleh semua pihak. Kawasan-kawasan yang steril dari aktivitas manusia dan pemukiman adalah sebagai berikut:

1. Kawasan di dalam radius 3 km dari puncak.
2. Kawasan dalam jarak 7 km untuk sektor Selatan-Tenggara G. Sinabung, yaitu yang berada di bukaan lembah yang berpotensi terlanda awan panas yang tinggal di: Pasarpinter Gurukinayan-simpang Sibintun /Perjumaan Batukejan, Jembatan Lau Benuken Tigapancur, Desa Tigapancur-Pejumaan Tigabogor, Desa Pintumbesi, dan Desa Jeraya.
3. Kawasan di dalam jarak 6 km untuk sektor Tenggara-Timur G. Sinabung yang berada di bukaan lembah yang berpotensi terlanda aliran awan panas di Desa Kutatengah,
4. Kawasan di dalam jarak 4 km di sektor Utara – Timur di dalam KRB III yang berpotensi terkena hujan abu lebat yang tinggal di desa Kutagugung.



Gambar 11. Kejadian lahar tanggal 21-22 Februari di daerah Sigarang-garang (atas) dan Jembatan Perbaji (bawah) (Foto: PVMBG/2018)

Aktivitas G. Sinabung hingga saat relatif tenang meskipun gempa-gempa yang berasosiasi dengan aktivitas vulkanik G. Sinabung masih terekam namun dalam

jumlah yang relatif menurun. Aktivitas hembusan gas/uap air teramati menerus yang mengindikasikan dominasi aktivitas permukaan. Gempa yang berasosiasi dengan pertumbuhan kubah lava (Vulkanik Hybrid dan Low-frequency) belum signifikan dan hingga saat keubah lava belum teramati muncul di puncak G. Sinabung. Pemantauan intensif tetap dilakukan oleh PVMBG, untuk memahami bagaimana aktivitas G. Sinabung ke depannya dan potensi bahaya apa saja yang mungkin terjadi di masa mendatang. Bila aktivitas semakin menurun, tidak menutup kemungkinan status Level IV G. Sinabung akan dievaluasi untuk diturunkan ke level yang lebih rendah.

4. KESIMPULAN

1. Data pemantauan aktivitas G. Sinabung yang dilakukan dengan berbagai macam metode, merespon dengan baik perubahan yang signifikan sebelum letusan 19 Februari 2018.
2. Seismisitas menunjukkan adanya swarm gempa VT dalam waktu yang relatif singkat, sekitar 2 hari sebelum letusan yang mengindikasikan adanya peningkatan tekanan akibat gas dan/atau magma pada tubuh G. Sinabung.
3. Data deformasi (tilt dan EDM) menunjukkan inflasi sekitar 5 hari sebelum letusan terjadi.
4. Data emisi SO₂ menunjukkan peningkatan nilai emisi sebulan sebelumnya, dan penurunan drastis nilai emisi yang diikuti dengan munculnya gempa-gempa VT.
5. Material erupsi 19 Februari selain jatuh di sekitar G. Sinabung dan kabupaten Karo, sebaran abu vulkaniknya menyebar hingga ke Provinsi Aceh. Hal ini menunjukkan erupsi tanggal 19 Februari cukup besar.
6. Potensi bahaya yang kemungkinan masih akan terjadi adalah lahar.
7. Aktivitas vulkanik G. Sinabung saat ini didominasi oleh aktivitas permukaan atau dangkal, namun kubah lava hingga saat ini belum teramati kembali.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Hendrasto, M., et al.. 2012. *Evaluation of Volcanic Activity at Sinabung Volcano After More Than 400 Years of Quiet*. Jour. Disas. Res., Vol. 7, No. 1, pp 1-11.
- Prambada, O, dkk. 2010. *Laporan Pemetaan G. Sinabung*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.
- Tim Tanggap Darurat G. Sinabung. 2013-2018. *Laporan Tanggap Darurat G. Sinabung*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.

PENGUNAAN RADAR CUACA UNTUK MENGIDENTIFIKASI SEBARAN DEBU VULKANIK (STUDI KASUS LETUSAN GUNUNG SINABUNG 10 JANUARI 2014)

Teguh Setyawan¹ Rodhi Janu Aldilla Putri²

¹Pusat Meteorologi Publik, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jl. Angkasa I, No. 2, Kemayoran, Jakarta Pusat 10720, Indonesia e-mail: teguhsetyawan@yahoo.com

²Pusat Meteorologi Maritim, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jl. Angkasa I, No. 2, Kemayoran, Jakarta Pusat 10720, Indonesia e-mail: diaputri.2422@gmail.com

ABSTRACT

Monitoring of volcanic eruptions in real time and continuously is needed to provide quick information to the community and related users because an active volcanic eruptions with spread of volcanic ash formation is one of the hazards in Indonesia. Weather radar has the ability to detect particles of volcanic ash cloud from the eruption of the volcano, has a high spatial and temporal resolution to identify the material and the direction of the spread of volcanic ash. This study uses the single polarization Doppler radar to monitor volcanic ash in the eruption of Mount Sinabung in North Sumatra on January 10rd, 2014. The analysis using Cappi V to predict the direction of the spread of volcanic ash and MAX which will then be 'cross-section' to see the value of the reflectivity of volcanic ash, identifying the eruption column height, the distribution pattern, and classification of volcanic ash material. Reflectivity index value is replaced on the display so that the radar products in accordance with the classification of a volcanic ash cloud material seen from its dBZ value. Results of identification showing the volcanic material during primary eruption of Sinabung reach maximum value 48 dBZ and eruption column height up to 12 km, with different direction spreads on each layer height, but dominantly are to the west and southwest.

Keywords: volcanic ash, weather radar, CAPPI V, MAX dBZ, cross section

ABSTRAK

Pemantauan areal erupsi gunung berapi secara real time dan kontinyu diperlukan untuk memberikan informasi cepat kepada masyarakat dan user terkait karena rupsi gunung berapi aktif dengan formasi sebaran debu vulkanik merupakan salah satu ancaman bencana di Indonesia. Radar cuaca memiliki kemampuan mendeteksi partikel awan debu vulkanik akibat letusan gunung berapi, memiliki resolusi spasial dan temporal yang tinggi untuk mengidentifikasi material dan arah sebaran debu vulkanik. Penelitian ini menggunakan Radar Doppler single polarization untuk memantau debu vulkanik dalam erupsi Gunung Sinabung di Sumatra Utara pada tanggal 10 Januari 2014. Analisis menggunakan produk CAPPI V untuk memprediksi arah sebaran debu vulkanik dan MAX dBZ yang kemudian akan dilakukan cross section untuk melihat nilai reflektifitas debu vulkanik, mengidentifikasi tinggi kolom letusan, pola sebaran, dan klasifikasi material debu vulkanik. Nilai indeks reflektifitas diganti pada

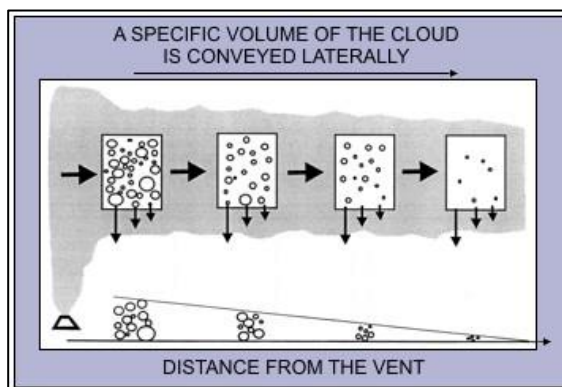
tampilan produk radar sehingga sesuai dengan klasifikasi material awan debu vulkanik dilihat dari nilai dBZ-nya. Hasil dari identifikasi menunjukkan material vulkanik saat erupsi primer Gunung Sinabung mencapai nilai maksimum 48 dBZ dan tinggi kolom erupsi hingga 12 km, dengan arah sebaran yang berbeda pada tiap lapisan ketinggiannya, namun dominan ke arah barat daya.

Katakunci : debu vulkanik, radar cuaca, CAPPI V, MAX dBZ, cross section

1. PENDAHULUAN

Monitoring areal erupsi gunung berapi secara real time dan kontinyu diperlukan untuk memberikan informasi cepat kepada masyarakat dan user terkait. Selain itu, dampak dari debu vulkanik yang menyebar di atmosfer juga sangat berbahaya bagi dunia penerbangan karena dapat menyebabkan kerusakan pada mesin pesawat. Partikel debu vulkanik berbentuk potongan bergerigi kecil dari batu, mineral, dan kaca vulkanik dengan diameter kurang dari 2 mm. Debu vulkanik sulit larut dalam air, sangat kasar dan agak korosif, dan dapat berfungsi sebagai konduktor listrik dalam keadaan basah.

Partikel debu vulkanik yang berada di atmosfer dapat terbawa angin hingga jarak ratusan bahkan ribuan kilometer. Fragmen batuan yang berukuran besar biasanya jatuh kembali ke tanah di dekat gunung berapi, sedangkan partikel yang ukurannya jauh lebih kecil dapat terbawa jauh dari gunung berapi, tergantung pada kecepatan angin, volume abu yang dihasilkan, dan ketinggian kolom erupsi. Pemantauan areal erupsi gunung berapi secara real time dan kontinyu diperlukan untuk memberikan informasi cepat kepada masyarakat dan user terkait.



Gambar 1. Sebaran material hasil erupsi gunung berapi

Pengamatan erupsi gunung berapi menggunakan sistem penginderaan jauh telah dilakukan sejak tahun 1970-an. Penggunaan satelit sebagai alat observasi untuk mendeteksi awan debu vulkanik telah banyak dilakukan di berbagai negara. Di Indonesia, pemantauan awan debu vulkanik dilakukan dengan bantuan satelit MT-SAT menggunakan sensor visible dan infra-red. Sistem penginderaan jarak jauh lain yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi material debu vulkanik dan

mendeteksi sebarannya adalah radar cuaca. Radar cuaca dapat memberikan informasi pada area yang relatif luas, pengamatan yang real time dengan resolusi spasial dan temporal yang tinggi, serta dapat melakukan pengamatan yang berkelanjutan (Marzano dkk., 2006).

Lacasse dkk pada tahun 2003 melakukan penelitian tentang observasi radar cuaca pada saat erupsi Gunung Hekla di Islandia pada tahun

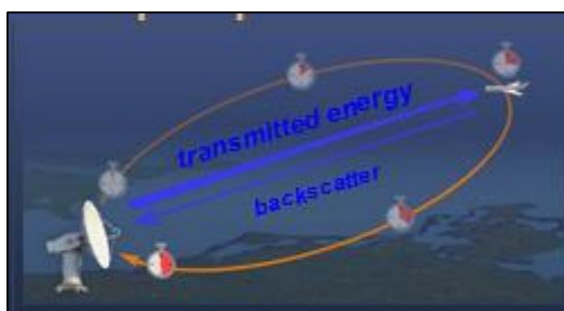
2000. Dalam jurnalnya yang berjudul *Weather Radar Observations of The Hekla 2000 Eruption Cloud, Iceland*, radar cuaca mampu memantau awan debu vulkanik maupun awan presipitasi, menentukan lokasi dan melacak awan debu vulkanik secara real time dalam jeda waktu yang tidak jauh dari waktu erupsi.

Wardoyo pada tahun 2012 untuk pertama kali melakukan penelitian tentang pemanfaatan radar cuaca untuk mendeteksi awan debu vulkanik memanfaatkan radar Doppler C-Band single-polarization pada saat erupsi Gunung Lokon di Sulawesi Utara. Produk yang digunakan dalam kajian adalah produk MAX dan Cross Section Tools untuk menganalisis karakteristik dan pola dari echo debu vulkanik dibandingkan dengan echo dari presipitasi. Dari analisis kedua produk tersebut dapat diketahui karakteristik erupsi, ketinggian erupsi, intensitas, dan pergerakan dari awan debu vulkanik yang diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk memprakirakan arah sebaran debu vulkanik untuk pelayanan keselamatan penerbangan.

Monitoring radar cuaca yang berlangsung selama 24 jam dengan kerapatan data hanya dalam beberapa menit, dalam segala kondisi cuaca, dan dengan resolusi spasial yang sangat tinggi merupakan keunggulan dari radar cuaca.

Sistem radar cuaca juga mampu menyediakan

data untuk menentukan volume dari debu vulkanik, total massa, dan ketinggian erupsi. Radar cuaca juga menghasilkan informasi yg detail terkait wilayah jangkauannya, yaitu informasi lintang dan bujur serta ketinggian.



Gambar 2. Prinsip Kerja Radar (www.radartutorial.eu)

Radar memancarkan pulsa berupa gelombang elektromagnetik melalui antena dengan arah lurus dan kecepatan tetap. Setelah gelombang elektromagnetik mengenai objek, maka akan dipantulkan dan pantulan tersebut akan diterima radar (Rinehart, 2010). Radar cuaca jenis Doppler menghasilkan 3 jenis output

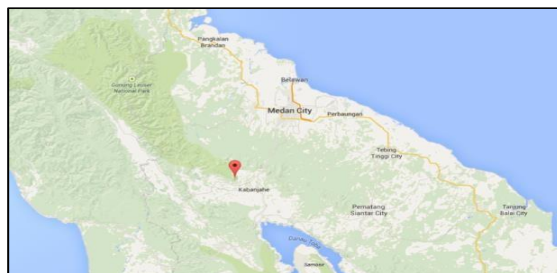
data, yaitu reflektifitas (Z), kecepatan radial (V), dan lebar spectrum (W). Radar akan mendeteksi keberadaan objek dan mengukur kekuatan reflektifitas dari objek tersebut, bergantung pada besar komponen dan massa. Jarak dari target (objek) diukur berdasarkan perhitungan waktu yang ditempuh echo dari target dan arah antenna (azimuth dan elevasi) menyatakan arah dari target. Bahkan untuk radar cuaca Doppler, tidak hanya mengukur reflektifitas tetapi juga mengukur perubahan frekuensi dari pergerakan objek/target. Perubahan frekuensi ini dinyatakan sebagai kecepatan atau velocity yang digambarkan kedalam pergerakan menjauhi dan mendekati radar.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis debu vulkanik menggunakan radar cuaca untuk mengetahui pola, karakteristik, dan sebaran debu vulkanik pada saat erupsi Gunung Sinabung di Sumatera Utara pada tanggal 10 Januari 2014. Hasil penelitian ini dapat menjadi pegangan bagi prakirawan dalam mengidentifikasi dan menganalisis serta memberikan informasi arah sebaran debu vulkanik sesaat setelah terjadi erupsi gunung berapi dalam cakupan wilayah pengamatan radar cuaca sehingga membantu memudahkan dinas terkait untuk melakukan tindakan evakuasi dan mitigasi bencana gunung meletus.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah di Gunung Sinabung yang terletak di Kabupaten Karo, dengan titik koordinat 3010'12" LU dan 98023'31" BT. Gunung Sinabung memiliki tinggi puncak 2.460 meter dpl dan merupakan puncak tertinggi di Sumatera Utara. Gunung ini tercatat tidak pernah meletus sejak tahun 1600, tetapi mendadak kembali aktif kembali dengan meletus pada tahun 2010. Erupsi terakhir gunung ini terjadi sejak September 2013 dan masih berlangsung hingga saat ini. Beberapa kali erupsi tercatat mencapai ketinggian kolom 10 km dan menyebabkan terganggunya aktivitas di beberapa wilayah di Sumatera Utara.



Gambar 3. Lokasi Gunung Sinabung

(sumber: <https://maps.google.com>)

Adapun waktu penelitian yang dibahas pada penelitian ini adalah pada tanggal 10 Januari 2014.

2.2 Data

Data yang digunakan adalah data kejadian erupsi Gunung Sinabung pada tahun 2014 yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) melalui Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Selain itu, data dari portal media online digunakan dalam melengkapi data keluaran tersebut.

Data lain yang digunakan pada penelitian ini adalah rawdata radar cuaca EEC di Balai Besar Wilayah I Medan. Radar tersebut merupakan radar Doppler single polarization. Raw data radar dapat menghasilkan 3 (tiga)

produk yaitu data reflektifitas (reflectivity, Z), data

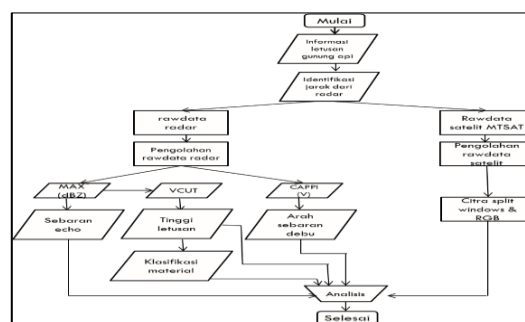
kecepatan radial (radial velocity, V), dan data lebar spectral (spectral width, W).

Dan Data satelit MT-SAT digunakan sebagai pembanding untuk melihat pola sebaran debu vulkanik dari satelit.

	dBZ
Fine Ash, Tumbling	-12.7484
Fine Ash, Oblate	-12.0257
Fine Ash, Prolate	-13.1592
Coarse Ash, Tumbling	17.1295
Coarse Ash, Oblate	17.8018
Coarse Ash, Prolate	16.8287
Small Lapilli, Tumbling	47.0223
Small Lapilli, Oblate	47.4860
Small Lapilli, Prolate	46.7709
Large Lapilli, Tumbling	63.0374
Large Lapilli, Oblate	64.0786
Large Lapilli, Prolate	63.2229

Gambar 4. Pengelompokan jenis material debu vulkanik berdasarkan nilai dBZ (SELEX Sistem Integraty, 2015)

Rawdata radar cuaca akan diolah menggunakan software EDGE sehingga dihasilkan produk MAX dBZ, vertical cut, dan CAPPI V. Perubahan nilai pallete dilakukan pada produk MAX dBZ untuk melihat klasifikasi material debu vulkanik berdasar nilai dBZ.



Gambar 5. Diagram alir kerangka kerja

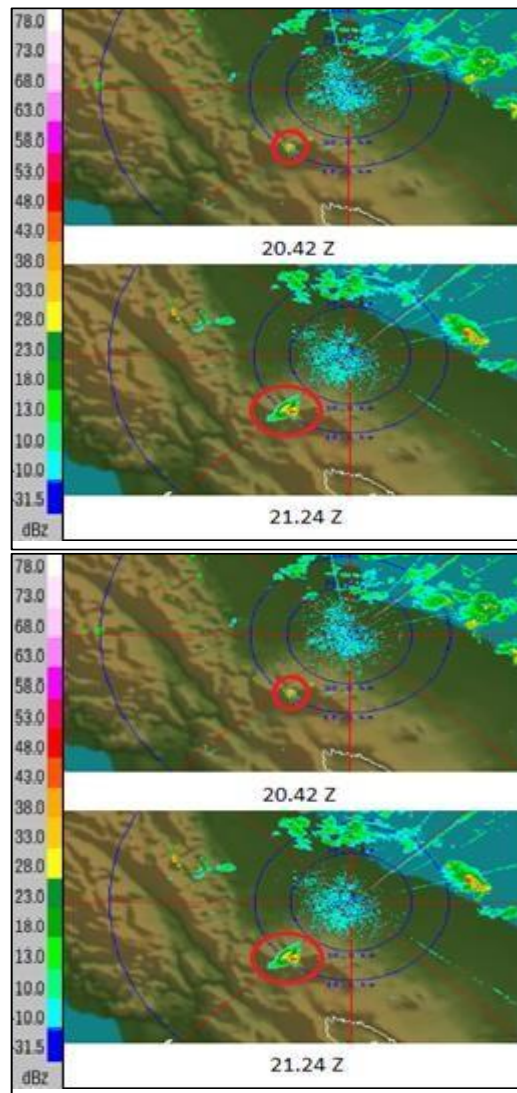
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Analisis Pola Erupsi dari produk MAX dBZ

Berdasarkan pantauan radar cuaca Balai Besar Wilayah I Medan, terdeteksi penampakan echo di area Gunung Sinabung pada saat waktu erupsi. Berdasarkan data pengamatan radar 1 jam sebelum kejadian erupsi, tidak terdapat echo presipitasi di area sekitar Gunung Sinabung.

Analisis nilai reflektifitas menggunakan produk CMAX dBZ dan didukung dengan cross setion tools untuk melihat profil echo erupsi secara vetikal. Gunung Sinabung memiliki jarak kurang lebih 47,5 km dari pusat radar cuaca Balai Besar Wilayah I Medan. Jarak ini merupakan jarak yang cukup ideal untuk melakukan analisis produk-produk radar cuaca. Pola echo erupsi Gunung Sinabung yang terdeteksi pada radar cuaca ditunjukkan pada gambar 6.

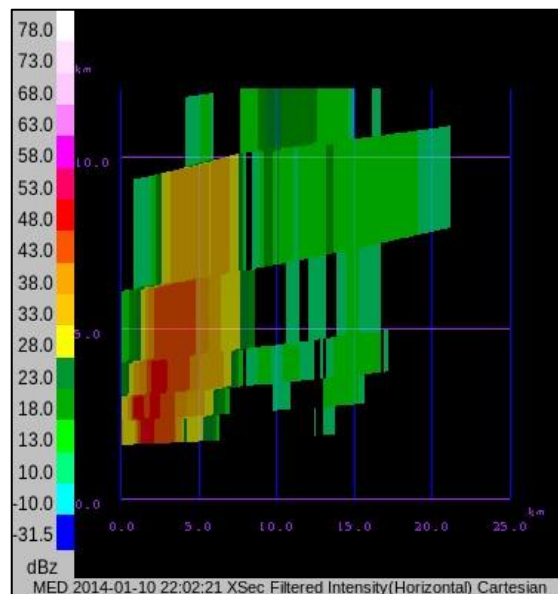


Gambar 6. Citra produk CMAX dBZ pada saat erupsi Gunung Sinabung

Citra produk CMAX dBZ menunjukkan adanya pola echo yang cukup signifikan di area Gunung Sinabung antara jam 20.42 Z hingga jam 21.43 Z diikuti pola perubahan sebaran nilai echo. Nilai echo maksimum berada di titik pusat Gunung Sinabung, semakin menjauh dari titik pusat gunung maka nilai echo semakin kecil. Sebaran nilai echo yang bervariasi menunjukkan sebaran jenis dan ukuran material yang dilontarkan oleh erupsi Gunung Sinabung. Material yang memiliki ukuran besar cenderung terisolir di area dekat gunung, sedangkan material yang berukuran lebih kecil dapat mencapai jarak yang lebih jauh karena terbawa angin. Dari gambar 6 di atas, terlihat bahwa arah sebaran material dominan ke arah barat daya.

3.1.2 Analisis Profil Vertikal Erupsi

Selain menampilkan profil sebaran echo secara horisontal, dilakukan analisis profil vertikal pada produk CMAX dBZ. Analisis profil vertikal dapat digunakan untuk mengetahui tinggi maksimum kolom erupsi. Profil vertikal erupsi Gunung Sinabung didapatkan dengan melakukan cross section pada produk CMAX dBZ di atas area gunung yang ditunjukkan oleh gambar 7.

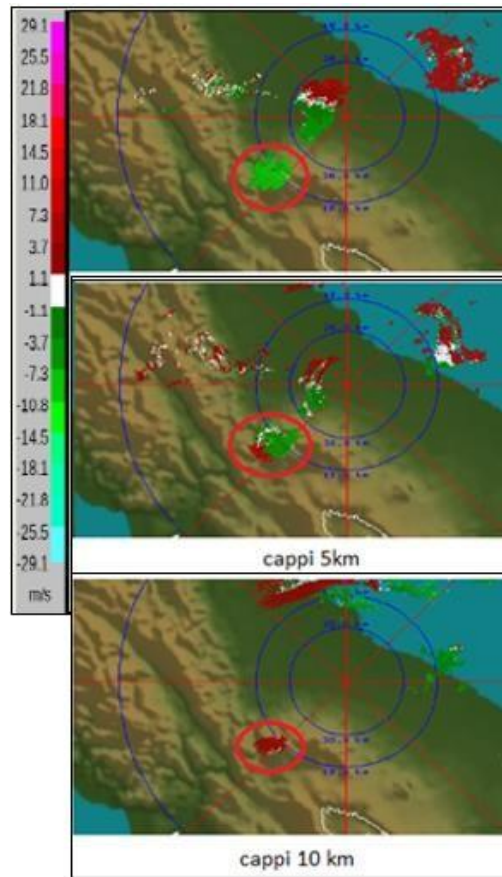


Gambar 7. Potongan vertikal produk MAX dBZ pada area Gunung Sinabung

Gambar 7 menunjukkan bahwa dari hasil cross section terhadap produk CMAX pada jam 22.02 Z didapatkan ketinggian maksimum kolom erupsi mencapai 10-12 km. Dapat disimpulkan bahwa erupsi primer terjadi antara jam 22.02 Z hingga 22.12 Z. Pada saat erupsi primer tersebut lontaran material berukuran besar mencapai 6 km di atas permukaan laut yang direpresentasikan dengan adanya nilai echo maksimum sebesar 48 dBZ. Semburan material yang lebih halus mencapai hingga ketinggian 12 km di atas permukaan laut.

3.1.3 Analisis Pergerakan Partikel Debu Vulkanik

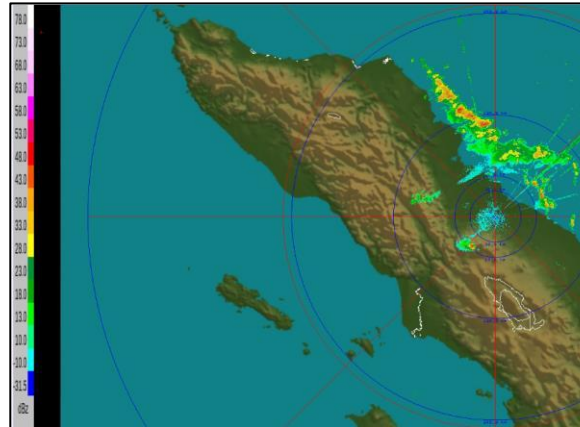
Analisis pergerakan partikel debu vulkanik dilakukan dengan memanfaatkan produk velocity pada radar cuaca. Penggunaan produk CAPPI V dipilih untuk mendapatkan analisis pergerakan sesuai ketinggian yang diinginkan. Analisis pergerakan partikel debu vulkanik Gunung Sinabung ditunjukkan oleh gambar 8.



Gambar 8. Analisis sebaran partikel debu vulkanik

Analisis produk CAPPI V pada tiga ketinggian yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan arah sebaran debu vulkanik. Pada level ketinggian 2,5 km atau dekat puncak gunung, partikel debu vulkanik bergerak ke arah timur laut menuju ke arah radar dengan kecepatan 7-12 m/s. Pada level ketinggian 5 km, pergerakan debu vulkanik ke arah barat laut dengan kecepatan 3-8 m/s. Pada level ketinggian 10 km, pergerakan debu vulkanik menjauh dari radar menuju ke arah barat daya dengan kecepatan 2-6 m/s. Perbedaan arah sebaran debu vulkanik dipengaruhi oleh profil arah dan kecepatan angin tiap lapisan ketinggian yang berbeda-beda.

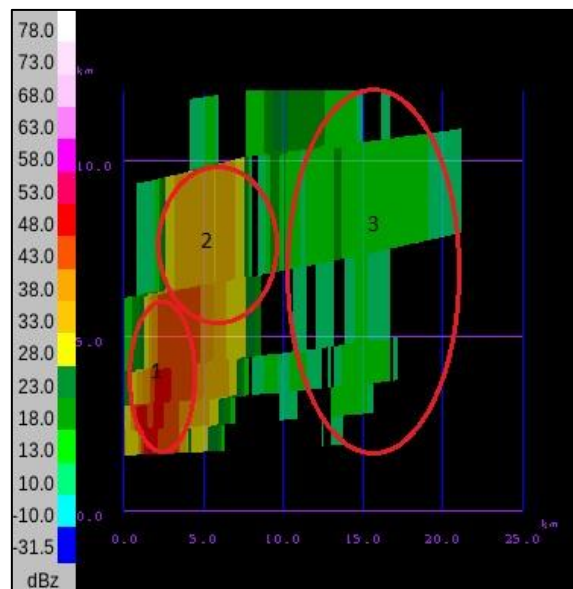
3.1.4 Analisis Klasifikasi Jenis Material Erupsi Gunung Sinabung



Gambar 9. Citra produk CMAX dBZ radar EEC di Medan

Mendeteksi material erupsi gunung berapi yang memiliki jenis material dan ukuran yang beragam mulai dari material padat hingga debu vulkanik yang sangat halus, maka diperlukan perubahan setting pada pallete agar radar mampu menampilkan nilai dBZ dari partikel-partikel yang memiliki ukuran yang lebih kecil dari butiran-butiran hujan. Berbeda dengan radar tipe gematronik di Surabaya, radar tipe EEC yang dipakai di Medan tidak menggunakan batas minimum 5 dBZ dalam pallete produknya, sehingga tidak perlu dilakukan penyesuaian terhadap pallete.

Setelah dilakukan cross section pada produk CMAX dBZ pada area di atas Gunung Sinabung, maka klasifikasi material erupsi Gunung Sinabung pada gambar 10 berikut:



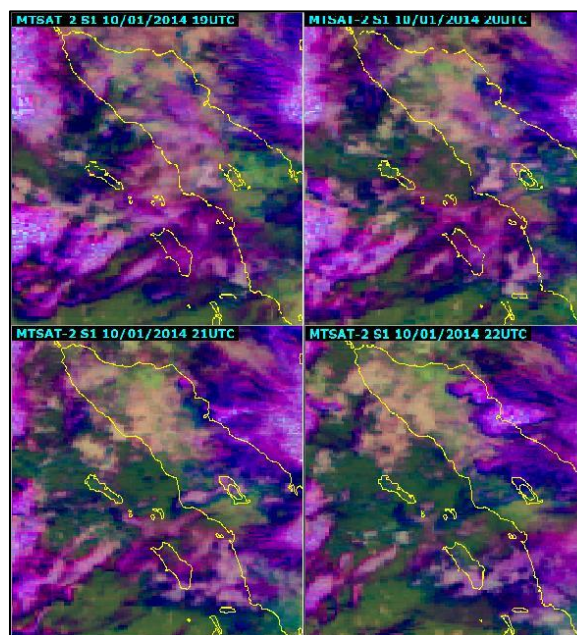
Gambar 10. Klasifikasi material erupsi jam 16.42 Z

Irisan vertikal pada saat puncak erupsi dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a) Area nomor 1 (satu) merupakan sebaran material padat berjenis lapilli (batuan kecil). Material ini memiliki kisaran nilai antara 47-63 dBZ. Material jenis lapilli yang dikeluarkan oleh erupsi Gunung Sinabung mencapai ketinggian 6.5 km dan tersebar hingga jarak 5 km dari titik pusat gunung.
- b) Area nomor 2 (dua) merupakan sebaran material jenis coarse ash (debu kasar). Material ini memiliki kisaran nilai antara 15-20 dBZ. Material jenis debu kasar ini mencapai ketinggian 10 km pada saat erupsi primer dan tersebar hingga jarak 7 km dari titik pusat gunung.
- c) Area nomor 3 (tiga) merupakan campuran antara coarse ash (debu kasar) dengan fine ash (debu halus) dengan kisaran nilai antara 5-13 dBZ. Material ini tersebar hingga puncak kolom erupsi dan mencapai jarak 21 km. Debu halus dapat tersebar hingga jarak yang lebih jauh bergantung kepada faktor angin dan cuaca (hujan).

3.1.5 Analisis Analisis Citra Satelit MT-SAT

Sebagai pembanding untuk menentukan arah dan pola sebaran debu vulkanik erupsi Gunung Sinabung, digunakan citra satelit MT- SAT. Citra yang digunakan adalah citra SP (split window) dan dikombinasikan dengan citra RGB (red green blue). Hasil analisis citra satelit MT- SAT ditunjukkan oleh gambar 11.



Gambar 11. Analisis citra satelit MT-SAT

Berdasarkan analisis citra satelit MT-SAT pada gambar 11 di atas, satelit kurang baik dalam mengidentifikasi awan debu vulkanik yang dihasilkan oleh erupsi Gunung Sinabung maupun arah pergerakannya. Dengan tinggi kolom erupsi yang

hanya sekitar 10 km kemungkinan volume material vulkanik termasuk debu tidak terlalu besar. Selain itu, pada saat kejadian erupsi, di atas wilayah Sumatera Utara ditutupi oleh awan- awan konvektif. Hal ini memungkinkan debu vulkanik terbawa turun ke permukaan oleh air hujan sebelum tersebar jauh dari titik pusat gunung.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Nilai Reflektifitas Material Vulkanik

Pola reflektifitas yang dihasilkan oleh material vulkanik pada saat erupsi gunung berapi memiliki bentuk yang berbeda dari pola reflektifitas yang dihasilkan oleh awan atau presipitasi. Pola reflektifitas dari erupsi gunung berapi berbentuk seperti awan sel tunggal dengan nilai reflektifitas maksimum berada di titik pusat gunung, dengan luasan dan ketinggian vertikal yang bergantung kepada kekuatan erupsi gunung tersebut. Nilai reflektifitas akan semakin rendah sesuai dengan bertambahnya jarak dari gunung dengan pola yang teratur. Hal ini menunjukkan jenis material vulkanik yang tersebar di atmosfer. Material yang lebih kecil memiliki nilai reflektifitas yang lebih kecil dan dapat tersebar pada jarak yang lebih jauh bergantung kepada profil angin tiap lapisan.

Produk-produk reflektifitas yang dihasilkan oleh radar cuaca di Medan dapat menangkap dengan baik echo yang dihasilkan oleh material vulkanik pada saat kejadian erupsi. Radar cuaca mampu membaca nilai reflektifitas dari material maupun profil vertikal dan sebaran masing- masing jenis material vulkanik. Material vulkanik berupa batuan dan debu kasar yang memiliki nilai reflektifitas lebih dari 0 dBZ dapat terbaca dengan baik pada produk radar cuaca. Nilai reflektifitas maksimum dari erupsi Gunung Sinabung sebesar 48 dBZ dengan ketinggian kolom letusan hanya sekitar 10-12 km. Hal ini menandakan bahwa material yang dikeluarkan Gunung Sinabung tidak terlalu besar.

Radar cuaca belum mampu mengidentifikasi material debu halus yang memiliki nilai lebih kecil dari 0 dBZ meskipun telah dilakukan perubahan batas nilai pallete pada produk reflektifitas. Pada dasarnya, radar cuaca jenis C-Band dapat mendeteksi partikel di atmosfer hingga nilai terkecil sebesar -31,5 dBZ. Namun beberapa faktor dapat menyebabkan partikel hingga ukuran tersebut tidak ditampilkan dalam produk radar cuaca. Penyebab pertama adalah faktor sistem scanning mode yang diterapkan dalam operasional radar cuaca.

Radar cuaca di Indonesia menerapkan menerapkan sistem scanning VCP21 (precipitation mode) dalam operasionalnya karena difokuskan sebagai sistem pendukung untuk membuat warning cuaca buruk yang didominasi oleh fenomena-fenomena hydrometeor. Untuk partikel debu vulkanik yang memiliki nilai lebih kecil dari partikel hujan, radar sebaiknya menerapkan sistem scanning VCP31 atau VCP32 yang memang khusus diterapkan saat cuaca cerah. VCP31 dan VCP32 lebih sensitif untuk mendeteksi partikel-partikel yang berukuran kecil sehingga kemungkinan partikel debu vulkanik halus dapat terdeteksi lebih besar.

Penyebab kedua adalah mode filtering yang diterapkan pada sistem radar cuaca. Filtering biasa digunakan untuk menghilangkan echo yang berasal dari objek non-meteorologi seperti ground clutter, noise, dan lainnya. Terdapat kemungkinan radar cuaca juga menghilangkan echo yang bernilai sangat kecil karena tidak dianggap signifikan.

Pada prinsipnya, radar cuaca single polarization belum dapat melakukan klasifikasi terhadap jenis partikel-partikel yang terdapat di atmosfer. Radar single polarization hanya mampu mendeteksi objek berdasarkan nilai reflektifitas (Z) yang dipantulkan oleh objek tersebut. Ketika terjadi beberapa fenomena yang bercampur seperti debu vulkanik dan presipitasi, maka radar cuaca single polarization tidak akan dapat memisahkan antara echo yang dihasilkan oleh presipitasi dengan echo yang dihasilkan oleh material debu vulkanik.

3.2.2 Pergerakan material debu vulkanik

Analisis pergerakan dari suatu target di atmosfer dapat dilakukan dengan menggunakan keluaran produk radial velocity pada radar cuaca. Dalam kasus erupsi Gunung Sinabung, radar dapat membaca dengan baik arah dan kecepatan pergerakan material debu vulkanik sesuai dengan level ketinggian yang telah ditentukan. Informasi yang dihasilkan tentu sangat bermanfaat terutama untuk pelayanan informasi penerbangan saat terdapat kejadian erupsi. Dengan mengetahui arah dan kecepatan pergerakan partikel debu vulkanik, maka dapat diprediksi kapan dan dimana debu tersebut akan sampai di suatu lokasi.

Pergerakan debu vulkanik baik pada saat erupsi Gunung Sinabung memang dapat terdeteksi cukup baik pada radar cuaca. Namun semakin jauh jarak sebaran partikel debu dari pusat radar, maka pergerakan tidak terbaca. Hal ini juga disebabkan oleh terbatasnya kemampuan radar cuaca dalam mendeteksi ukuran partikel yang berukuran sangat kecil. Jika keberadaan partikel tersebut tidak dapat terdeteksi oleh radar, maka pergerakannya pun tidak dapat diketahui.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Radar cuaca memiliki kemampuan cukup baik untuk memberikan informasi tentang erupsi gunung berapi secara real time dan aktual meliputi pola dan karakteristik erupsi, sebaran debu vulkanik, dan arah pergerakannya.
2. Identifikasi material dan arah sebaran debu vulkanik menggunakan radar cuaca dapat dilakukan dengan memanfaatkan produk reflectivity dan velocity.

3. Berdasarkan penelitian, erupsi Gunung Sinabung menghasilkan material dengan nilai reflektifitas maksimum sebesar 48 dBZ dan ketinggian kolom letusan mencapai 10-12 km. Namun radar cuaca belum mampu mendeteksi partikel jenis fine ash yang memiliki nilai reflektifitas dibawah 0 dBZ.
4. Radar cuaca mampu mengidentifikasi arah dan pola sebaran debu vulkanik menggunakan produk velocity dengan cukup baik. Dari produk CAPPI V menunjukkan arah pergerakan debu vulkanik berbeda pada setiap level ketinggian. Dan jika dibandingkan dengan citra satelit MT-SAT, radar mampu memberikan informasi arah sebaran yang lebih detail sesuai level ketinggian yang diinginkan.

Penelitian yang telah dilakukan dan tertuang dalam tulisan ini merupakan langkah awal dalam mengoptimalkan fungsi radar cuaca sesuai dengan kebutuhan dan fenomena yang terjadi di area cakupan radar yang salah satunya adalah debu vulkanik yang dihasilkan oleh erupsi gunung berapi. Namun karena karakteristik yang berbeda antara debu vulkanik dengan partikel air hujan, maka dibutuhkan sistem scanning dan konfigurasi yang tepat pada radar cuaca agar lebih optimal dalam mendeteksi partikel debu vulkanik. Penggunaan clear air mode scanning dianjurkan untuk mendapatkan data debu vulkanik yang lebih detail. Selain itu, dapat pula dikombinasikan dengan elevation scan pada radar dengan difokuskan pada area gunung berapi untuk mendapatkan profil data vertikal yang lebih rinci.

Dari penelitian ini, diharapkan mampu dihasilkan suatu pedoman standar untuk memasukkan deteksi abu vulkanik menggunakan radar cuaca single polarization dalam prosedur operasional standar untuk mendukung pelayanan informasi dan menunjang keselamatan masyarakat khususnya terkait dunia penerbangan di Indonesia. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan dengan menggunakan radar cuaca dual polarization sehingga dapat diperoleh informasi yang lebih detail terkait debu vulkanik.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih atas dukungan dari istri yang membantu menyelesaikan penelitian ini, dan teman-teman dari Pusat Meteorologi Publik dan Maritim serta dukungan data dari teman-teman Balai Wilayah BMKG 1 Medan dan Sub Bidang Citra Radar BMKG sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Semua ditulis dengan Titlecase, Justify, Regular, Font Arial 10 dengan format berikut ini :

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2011. *Pedoman Operasional Pengelolaan Citra Satelit Cuaca*. Deputi Bidang Meteorologi. Pusat Meteorologi Publik. BMKG. Jakarta.
- Lacasse, C., Karlsdottir, S., Larsen, G., Soosalu, H., Rose, W.I., dan Ernst, G.G.J. 2003. *Weather Radar Observations of The Hekla 2000 Eruption Cloud, Iceland*. Bull Volcanol (2004) 66:457-473
- Marzano, Frank S., Barbieri, S., Ferrauto, G., Vulpiani, G., Piciotti, E., Karlsdottir, S., Rose, W.I. 2006. *Can We Use Weather Radar to Retrieve Volcanic Ash Eruption Clouds? A Model and Experimental Analysis*. Proceedings of ERAD 2006.
- Marzano, Frank S., MArchiotto, S., Montopoli, M., Picciotti, E., Vulpiani, G. 2010. *Monitoring Volcanic Ash Eruption Using Ground-Based C-Band Weather Radar and Model-Based Techniques*. ERAD 2010-The Fifth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology.
- Mosher, F. R. Tanpa Tahun. *Global Composite of Volcanic Ash "Split Window" Geostationary Satellite Images*. P3.13
- Nugraheni, I. R. 2014. *"Kajian Kejadian Puting Beliung di Sumatera Selatan dengan Memanfaatkan Data Radar Cuaca (Studi Kasus Januari 2013 - Maret 2014)*. Skripsi Diploma IV STMKG: Jakarta
- Carine P.A.D.V, Maria. 2014. *Penentuan Treshold Intensity untuk Produk SWWI pada Radar Cuaca Denpasar dengan Menggunakan Data Lightning Detector (Studi Kasus 2013)*. Skripsi Diploma IV STMKG: Jakarta
- Rinehart, R. E. 2010. *Radar for Meteorologist - Fifth Edition*. Nevada, Missouri: Rinehart Publications.
- Wardoyo, Eko. 2012. *Modul Pelatihan Radar Cuaca*. BMKG: Jakarta
- Wardoyo, Eko. 2013. *Detecting Volcanic Ash with C-Band Weather Radar (Case Study Eruption of Mount Lokon December 6, 2012)*. 1st Asian Conference on Radar Meteorology. Jeju Island, South Korea.
- Wardoyo, Eko, Matondang, C.A. 2014. *Identifikasi Debu Vulkanik pada Kejadian erupsi Gunung Sinabung 24 Oktober 2013,14 dan 18 November 2013*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- SELEX Sistemi Integrati. 2009. *Instruction Manual Rainbow® 5 - Products & Algorithms*. Germany : SELEX Sistemi Integrati GmbH.

ANALISIS ZONASI KAWASAN PERAIRAN DAN SEMPADAN DANAU MANINJAU DALAM UPAYA MITIGASI BENCANA

Ana Nurganah Chaidar¹, Martius², Roni Kustiwan³

¹Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesa No 10 Bandung Jawa Barat,
email : ananurganah.an@gmail.com

²Balai Wilayah Sungai Sumatera V, Jalan Khatib Sulaeman 96 Padang Sumbar,
email : Martiuss.stmttius@gmail.com

³PT. Sapta Adhi Pradana, Jalan Semarang No 50 Bandung Jawa Barat, email :
ronikustiwan@yahoo.com

ABSTRACT

Maninjau Lake is located in Agam regency of West Sumatra is one of the lakes that become National projection in the 9 min Ministerial agreement, to conduct rescue action of lake, from 15 lake become national priority in 2015-2019. Currently the condition of Lake Maninjau experience silting has begun to threaten the ecosystem at those region. This research aims to compile the Maninjau Lake Waters Utilization Zonation to support the Grand Design program of rescuing the ecosystem of Indonesian lakes so that the problem of determining the Spatial Management of Lake Area and the control of water pollution to produce water quality of the lake meets the water utilization requirements for the present and future. The data collected are secondary data required to analyze the Maninjau Lake area condition; i.e. hydrological, topography, geology and condition data of Floating Cages (KJA). In addition to secondary data, primary data collection is the measurement of the bathymetry of 2014 conducted by BBWS Sumatera V. Based on the analysis set KJA recommended location can not be less than 30m from the lake bottom, and 100 meters from the boundary line 30 meters depth. Lake Maninjau Boundary Zone settings are recommended within 100 m of the highest waterfront that ever happened. The Selingkar lakeside area is enforced status quo and must be gradually regulated to restore the border function. By 2015 there are 1,067 buildings whose existence needs to be set to "status quo". For KJA activities, it is recommended to make KJA with stages where KJA size is at least 7x7x3 m with distance between KJA minimum 4.5 m.

Keywords: Lake, KJA, Zone

ABSTRAK

Danau Maninjau yang terletak di Kabupaten Agam Sumatera Barat merupakan salah satu danau yang menjadi prioritas Nasional dalam kesepakatan 9 Menteri, untuk melakukan aksi penyelamatan danau, dari 15 danau yang menjadi prioritas nasional pada tahun 2015-2019. Saat ini kondisi Danau Maninjau yang mengalami pendangkalan sudah mulai mengancam keadaan ekosistem kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan menyusun Zonasi Pemanfaatan Perairan Danau Maninjau dalam rangka mendukung program kegiatan Grand Design penyelamatan ekosistem danau Indonesia untuk permasalahan penetapan Tata Ruang Kawasan Danau dan pengendalian pencemaran air agar kualitas air

danau memenuhi persyaratan pemanfaatan air untuk masa sekarang dan yang akan datang. Data-data yang dikumpulkan adalah data sekunder yang diperlukan untuk menganalisa kondisi kawasan Danau Maninjau yaitu data hidrologi, topografi, geologi dan data kondisi Keramba Jaring Apung (KJA). Selain data sekunder dilakukan pengumpulan data primer yaitu pengukuran bathymetri tahun 2014 yang dilakukan oleh BBWS Sumatera V. Berdasarkan hasil analisis ditetapkan KJA direkomendasikan lokasinya tidak boleh kurang dari kedalaman 30 meter dari dasar danau, dan 100 meter dari garis batas kedalaman 30 meter. Pengaturan Zona Sempadan Danau Maninjau direkomendasikan berjarak 100 m dari tepi muka air tertinggi yang pernah terjadi. Kawasan selingkar danau yang sudah dihuni diberlakukan kondisi status quo dan harus ditertibkan secara bertahap untuk mengembalikan fungsi sempadan. Tahun 2015 terdapat 1.067 bangunan yang keberadaannya perlu ditetapkan menjadi "status quo". Untuk kegiatan KJA direkomendasikan pembuatan KJA dengan bertingkat dimana ukuran KJA minimal 7x7x3 m dengan jarak antar KJA minimal 4,5 m.

Kata Kunci : Danau, KJA, Zona

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Danau Maninjau yang terletak di Kabupaten Agam Sumatera Barat merupakan salah satu danau yang menjadi prioritas Nasional dalam kesepakatan 9 Menteri, untuk melakukan aksi penyelamatan danau, dari 15 danau yang menjadi prioritas nasional pada tahun 2015-2019 pada konferensi Nasional Danau I yang diadakan di Bali pada tahun 2009. Fungsi strategis danau Maninjau bagi kehidupan yaitu sebagai sumber air bersih, sumber ikan, pariwisata, hydropower electricity, biodiversitas, dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Saat ini kondisi Danau Maninjau yang mengalami pendangkalan sudah mulai mengancam keadaan ekosistem kawasan tersebut. Pemanfaatan danau dilihat dari sisi ekonomi dan kepentingan pembangunan saat ini sudah mulai dirasakan dampak negatifnya. Masyarakat tepi danau mulai merasakan terjadinya penurunan kualitas lingkungan perairan dan daratan serta nilai estetika dari danau.

Pemanfaatan sumber air untuk berbagai keperluan disatu pihak terus meningkat dari tahun ketahun, sebagai dampak pertumbuhan penduduk dan pengembangan aktivitasnya. Padahal dilain pihak ketersediaan sumber air semakin terbatas bahkan cenderung semakin langka, terutama akibat penurunan kualitas lingkungan dan penurunan kualitas akibat pencemaran.

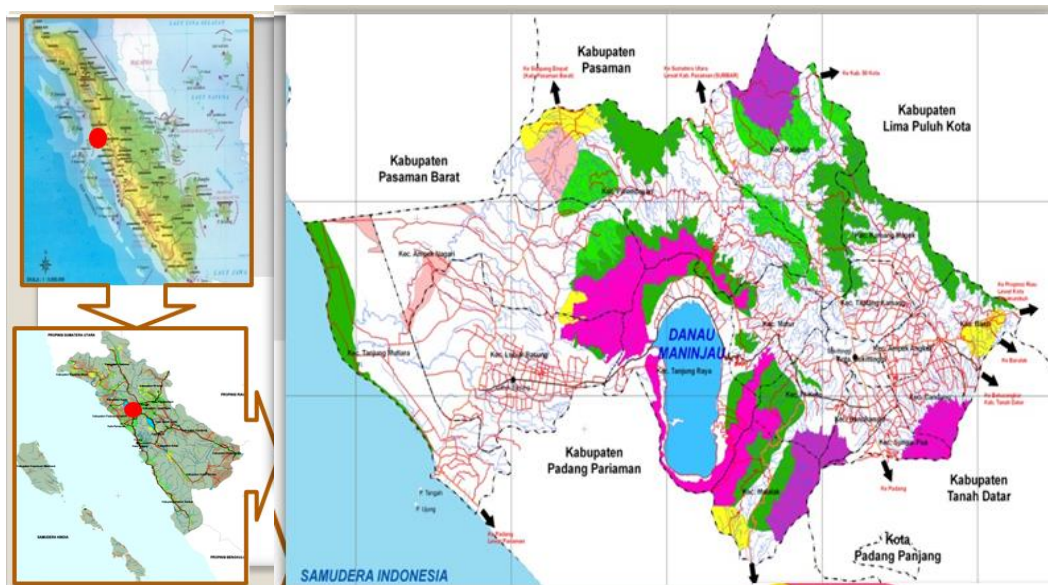
Pertumbuhan ekonomi di Danau Maninjau sangat pesat, khususnya sektor perikanan, PLTA dan pariwisata sehingga berkembang berbagai permasalahan dan konflik pemanfaatan sumber air. Berbagai jenis pemanfaatan air tersebut lokasinya tersebar di sebagian besar perairan Danau Maninjau, akan tetapi belum ditata dengan baik sehingga terjadi tumpang tindih ruang pemanfaatan danau.

Pada beberapa lokasi terdapat tumpang tindih antara zona wisata dan zona perikanan keramba jaring apung (KJA), antara jalur transportasi air dengan zona KJA yang hampir mengganggu alur pelayaran. Antara lokasi pembuangan air limbah dengan lokasi pengambilan air baku juga perlu ada pengaturan agar tidak mencemari air baku dari danau.

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah menyusun Zonasi Pemanfaatan Perairan Danau Maninjau dalam rangka mendukung program kegiatan Grand Design penyelamatan ekosistem danau Indonesia untuk permasalahan penetapan Tata Ruang Kawasan Danau dan pengendalian pencemaran air agar kualitas air danau memenuhi persyaratan pemanfaatan air untuk masa sekarang dan yang akan datang. Dari hasil kajian ini diperoleh dokumen rancangan zona pemanfaatan sumber air Danau Maninjau yang dapat memberikan rancangan zona pemanfaatan sumber air danau yang optimal dalam mendayagunakan fungsi atau potensi yang terdapat pada Danau Maninjau secara berkelanjutan.

1.2 LOKASI KAJIAN

Lokasi penelitian adalah kawasan Danau Maninjau di Kab. Agam Propinsi Sumatera Barat, dimana secara geografis kawasan danau Maninjau terletak pada 00o17'00" - 07o00'04" Lintang Selatan dan 100o00'00" - 109o58'00" Bujur Timur. Berdasarkan data yang ada, Danau Maninjau yang berada dalam wilayah Kecamatan Tanjung Raya Kabupaten Agam Sumatera Barat dimana hasil pengukuran bathymetry tahun 2014 mempunyai luas permukaan A = 97,6 km² dengan luas daerah tangkapan air mencapai 24.800 ha dan kedalaman maksimum danau mencapai ± 178.15 m.



Gambar 1 Peta Danau Maninjau dan Sekitarnya

Sumber : Peta Rupa Bumi Indonesia + RTRW Kab. Agam Sumbar 2010-2030

Sampai tahun 2014 pola hujan bulanan dapat dikatakan relatif merata sepanjang tahun. Bulan November yang merupakan bulan dengan curah hujan lebih tinggi, sedangkan bulan Juni merupakan bulan dengan curah hujan terkecil Rata-rata curah hujan bulanan sebesar 216,94 mm mm dimana hujan terbesar terjadi pada bulan April sebesar 344,27 mm dan hujan terkecil terjadi pada bulan Juni sebesar 114.82 mm dan curah hujan tahunan 8.338,9 mm.

Danau Maninjau mempunyai fungsi dan manfaat sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang mempunyai kapasitas 66 MW, sebagai penunjang sektor pariwisata di Kabupaten Agam, merupakan tempat kegiatan Kolam Jaring Apung (KJA) dan Kolam Air Deras (KAD) juga berfungsi sebagai hutan lindung dan perkebunan.

1.3 PERMASALAHAN EKOSISTEM DANAU MANINJAU

Banyak permasalahan ekosistem di kawasan Danau Maninjau sebagai berikut :

1. Penurunan kualitas air.

Hasil penyelidikan sampel air (BWSSV, 2014), status perairan danau Maninjau (suhu, residu terlarut, residu tersuspensi dan kecerahan) kurang mendukung untuk kehidupan organisme, terutama untuk ikan dan telah terjadi pencemaran Danau Maninjau dimana hasil pemeriksaan terhadap kualitas air melebihi standar baku mutu PP No 22 tahun 2002. Indikator kualitas air parameter DO (oksigen terlarut) dan pencemaran zat organik (BOD) menunjukkan kualitas air tercemar ringan dari sungai, dan kadar total phosphor (Total P) dan kadar total nitrogen (Total N) menunjukkan kualitas air danau sudah tercemar oleh limbah dari lahan daerah tangkapan air danau dan dari limbah budidaya ikan keramba jaring apung (KJA).

2. Kerusakan Sempadan, berasal dari Okupasi lahan untuk pemukiman, perhotelan, pertanian dan orientasi komersil masyarakat lokal di kawasan danau terhadap pertanian mengakibatkan monokultur yang tidak ramah lingkungan

3. Resiko Bencana yang terjadi adalah pencemaran air dan eutrofikasi, sedimentasi, konflik pemanfaatan air, menurunnya populasi ikan endemik (Ikan Rinuak).

Dari hasil penelitian yang dilakukan PSL Unan tahun 1984 dan LPPM Bung Hatta (Syandri dkk, 2005) ternyata jenis ikan lokal yang terdapat di Danau Maninjau sudah berkurang dari 14 spesies menjadi 7 spesies. Penyebab berkurangnya ikan lokal antara lain oleh penangkapan yang tidak terkendali, perubahan kualitas air, adanya ikan pemakan telur dan terputusnya ruayanya ikan antara sungai dengan danau yang disebabkan oleh bendung PLTA.

4. Keramba Jaring Apung yang Melebihi Batas.

Masyarakat yang tinggal sekitar Danau Maninjau sangat memerlukan perairan danau untuk usaha budidaya perikanan KJA, disamping perikanan tangkap. Pada umumnya pembudidaya melakukan usahanya pada pantai danau yang berada di hadapan lahan permukiman mereka.

Berdasarkan data dari laporan akhir studi konservasi Danau Maninjau di Kabupaten Agam Sumatera Barat tahun 2013 ditambah data yang diperoleh dari laporan akhir pengukuran bathimetri dan zonasi Danau Maninjau tahun 1014, jumlah keramba jaring apung (KJA) di perairan Danau Maninjau pada tahun 1997 adalah 2.854 petak, dan pada tahun 2001 meningkat menjadi 3.500 petak. Akan tetapi pada tahun 2002 menyusut menjadi 2550 petak, dan tinggal 2.200 petak pada tahun 2004. Penurunan jumlah KJA ini disebabkan bencana kematian ikan, yang disebabkan proses alami dari belerang yang ada pada lapisan bawah danau serta proses pencemaran sisa pakan ikan serta penyakit virus ikan. Sejak tahun 2005 sampai tahun 2017 terjadi lagi peningkatan jumlah KJA, yang sangat signifikan. Peningkatannya tiap tahun adalah : 4.920 petak, 8.955 petak, 9.830 petak (1330 pembudidaya, 13.627 petak, 16.000 petak, 20.129 petak, 20.620 petak, terakhir tahun 2017 mengalami sedikit penurunan kembali yaitu menjadi 17.226 petak.

Dalam Peraturan Daerah Kabupaten Agam Nomor 5 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Kelestarian Kawasan Danau Maninjau, dicantumkan bahwa “ Dalam upaya mempertahankan dan melindungi keanekaragaman sumber daya hayati, pengembangan usaha KJA harus disesuaikan dengan daya dukung (Carrying Capacity) dan daya tampung perairan danau dan kesesuaian letak (zonasi). Jumlah KJA di Danau Maninjau telah melampaui daya dukung danau yang maksimum hanya 6.570 petak (Lukman dalam NH.Endah dan M. Najib,2017). Perairan danau Maninjau hanya dapat menampung 1.500 unit atau 6.000 petak KJA, akan tetapi yang terjadi sekarang sangat berbeda, pada tahun 2016 pengembangan usaha KJA ini mencapai 20.620 unit KJA, sedangkan tahun 2017 mengalami penurunan jadi 17.226 petak, yang artinya walau sudah mengalami penurunan akan tetapi tetap sudah melebihi kapasitas yang ditentukan oleh Peraturan Daerah.

2. METODOLOGI

Metodologi dalam penelitian ini adalah mulai dari pengumpulan data primer, data sekunder , analisis kondisi kawasan danau maninjau dan analisis peta zonasi kawasan selingkar danau.

2.1 PENGUMPULAN DATA

Data-data yang dikumpulkan adalah data sekunder yang diperlukan untuk menganalisa kondisi kawasan Danau Maninjau yaitu data hidrologi, data topografi, data geologi dan data kondisi Keramba Jaring Apung (KJA). Selain data sekunder

yang diperoleh dari dinas terkait, dilakukan pengumpulan data primer yaitu pengukuran bathymetry tahun 2014.

2.2 ANALISIS DATA

2.2.1 Analisis Kondisi Bathimetri Danau Maninjau

Analisis yang dilakukan terhadap kondisi kawasan Danau Maninjau yaitu pada perairan danau dan sempadan danau terutama daerah selingkar danau untuk penyusunan zonasi daerah selingkar danau sehingga bencana seperti banjir dan kematian ikan yang cukup besar bisa dihindari.

Hasil pengukuran bathimetri tahun 2014 yang dilakukan oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera V (BWSSV) dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Limnologi pada tahun 2010 (Tabel.1), kondisi morfometri danau banyak mengalami perubahan kearah penurunan yaitu ketinggian muka air danau mengalami penurunan dari 463,1 mdpl menjadi 462,5 mdpl, secara otomatis luas permukaan air danau pun berkurang dari 99,9 km menjadi 97,63 km sehingga berpengaruh kepada perubahan volume air yang ada di danau dari 10,33 milyar m³ menjadi 10,265 milyar m³. Pengurangan yang terjadi pada danau tersebut hanya berlangsung 4 tahun dari tahun 2010 sampai tahun 2014, angka-angka tersebut cukup kritis untuk jangka waktu yang pendek.

Tabel 1. Hasil Pemetaan Bathimetri Tahun 2010 dan 2014

MORFOMETRI DANAU	TAHUN 2010 (LIMNOLOGI-LIPI)	TAHUN 2014	KETERANGAN
Ketinggian Muka Air Danau	463,1 mdpl	462,5 mdpl	
Luas Permukaan Air Danau	9,966 ha	9,763 ha	
Panjang Maksimum	16,46 km	16,765km (+462.5)	
Lebar Maksimum	7,5 km	7,882 km	
Kedalaman Maksimum	168 meter	178,15 m (+2818.5)	
Kedalaman Rata-rata	105 meter	89 m (+2818.5)	Berkurang
Volume Air	10,33 milyar m ³	10,265 milyar m ³	Berkurang
Panjang Garis Pantai	52,7 km	53,0 km	

Sumber : Hasil Analisa tahun 2014 dan Penelitian Limnologi tahun 2010

Dari table di atas terlihat kedalaman rata-rata Danau Maninjau mengalami perubahan sebesar 16 meter dan akan berpengaruh terhadap volume air pada danau.

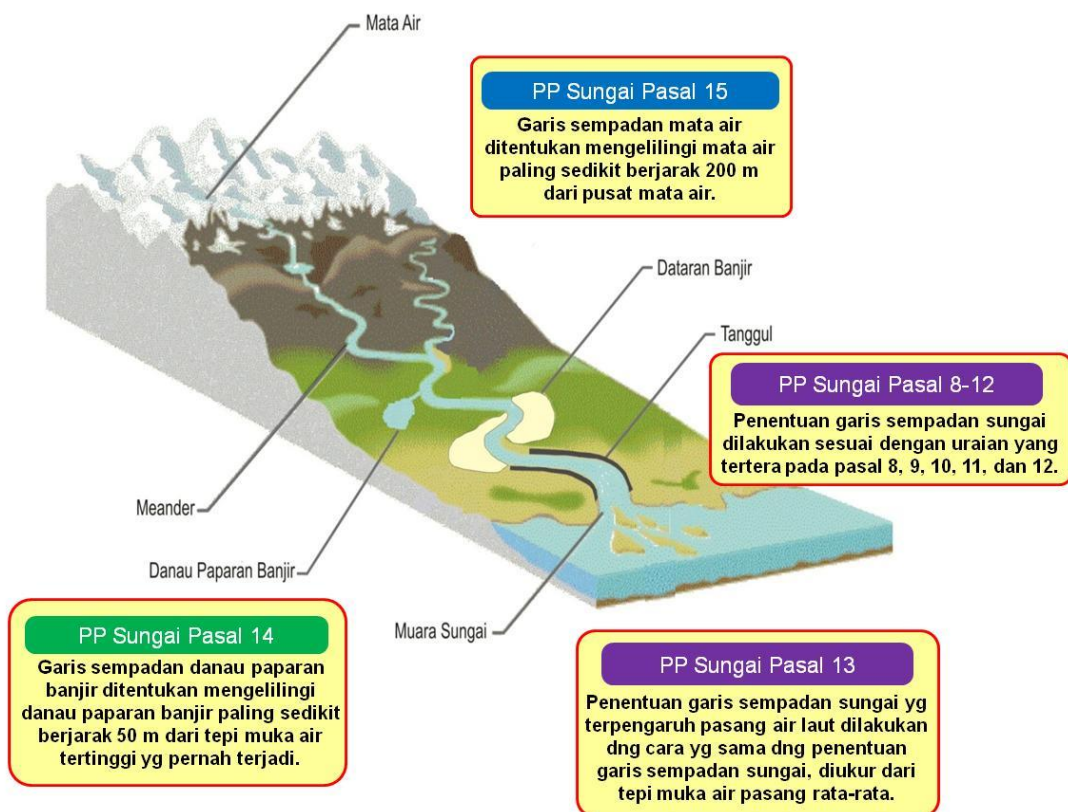
2.2.2 Analisis Kualitas Air

Berdasarkan hasil Pengukuran kualitas air Danau Maninjau yang dilakukan konsultan bulan mei tahun 2014 menunjukkan bahwa beberapa parameter yang tidak memenuhi syarat Baku Mutu yang disyaratkan di beberapa lokasi

pengukuran adalah Oksigen terlarut (DO), BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), Fosfat (PO₄), Nitrit (NO₂-N) dan Logam Berat Timbal (Pb).

2.2.3 Okupasi Sempadan Danau Maninjau

Garis sempadan danau diatur dalam PP sungai Nomor 38 tahun 2011 dimana disebutkan bahwa garis sempadan danau paparan banjir sebagaimana ditentukan mengelilingi danau paparan banjir paling sedikit berjarak 50 m dari tepi muka air tertinggi yang pernah terjadi. Dalam hal kondisi topografi tertentu danau paparan banjir berfungsi sebagai ruang wadah air dan sebagai tempat berlangsungnya kehidupan ekosistem kehidupan air. Maka sempadan danau berfungsi sebagai ruang penyangga antara ekosistem perairan dan daratan, agar fungsi danau dan kegiatan manusia tidak saling terganggu.



Gambar 2. Penentuan Garis Sempadan menurut PP No. 38 Tahun 2011

Dalam Surat Edaran Menteri PU tentang Pedoman Kajian Penetapan Sempadan Sungai sebagai penjelasan dari PP Nomor 38 Tahun 2011, masyarakat diajak melihat masalah dari sudut pandang kepentingan danau, yaitu :

1. Kawasan yang terlanjur dihuni, namun lahan belum dibebaskan, mengingat resiko gangguan lingkungan tinggi diberlakukan kondisi "status

quo" (tidak boleh mengubah, menambah, atau memperbaiki bangunan), dan secara bertahap harus ditertibkan untuk mengembalikan fungsi sempadan. Namun apabila lahan telah dibebaskan, segera diberlakukan pasal sempadan sungai.

2. Kawasan yang belum dihuni baik sudah dibebaskan maupun belum dibebaskan diberlakukan ketentuan pasal sempadan sungai.

Dengan demikian kajian terhadap kecenderungan laju okupasi terhadap badan air danau yang meliputi : permukiman ilegal, toko-toko, kolam perikanan, dan sebagainya, yang ditinjau dari tepi danau ke daratan sesuai aturan sempadan danau sebagaimana telah diuraikan dalam PP Nomor 38 Tahun 2011.

2.2.4 Keramba Jaring Apung (KJA)

Tata letak keramba jaring apung (KJA) di Danau Maninjau sangat berpengaruh pada sirkulasi air, jarak antar unit KJA yang terlalu berdekatan (kurang dari 3 meter), akan menyebabkan terhambatnya sirkulasi air dari dan ke dalam KJA. Penempatan KJA di pinggir danau yang terlalu dangkal (2-9 meter), dapat mempercepat tereksposnya ikan-ikan di KJA oleh senyawa-senyawa toksik yang terangkat dari dasar danau, jika terjadi pembalikan masa air (up-welling) akibatnya dapat menyebabkan kematian ikan secara massal. Beveridge (1987) juga menyatakan bahwa dasar jaring yang terlalu dekat ke dasar danau akan menyebabkan limbah budidaya mengendap langsung di bawah jaring, dimana arus air sangat lemah sehingga sangat sedikit limbah yang terbawa arus, terutama pakan yang berukuran besar dan padat.

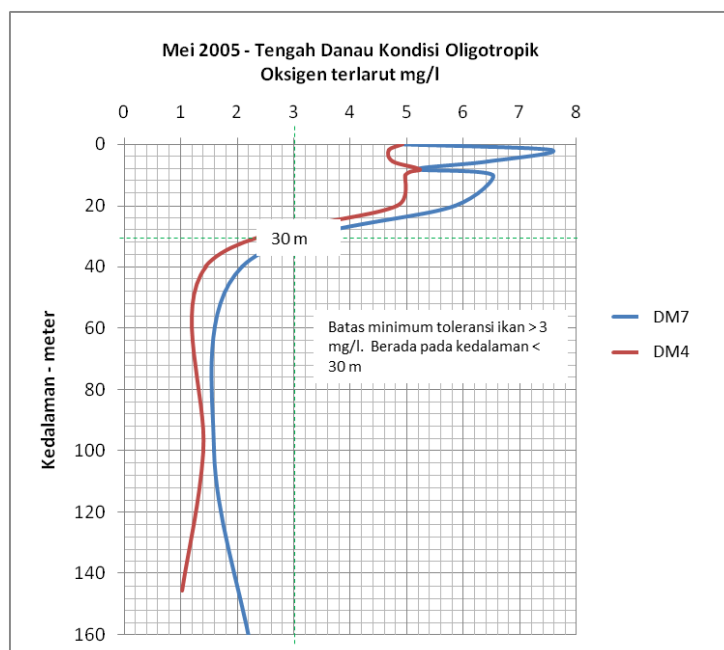
Pengaturan keramba jaring apung (KJA) di Danau Maninjau dilakukan berdasarkan analisis kapasitas mampu KJA, dimana potensi munculnya amoniak toksik yang terjadi akibat terjadinya proses pembalikan masa air oleh dorongan angin pada kedalaman kurang dari 20-30 meter, maka keramba jaring apung (KJA) direkomendasikan lokasinya tidak boleh kurang dari kedalaman 30 meter dari dasar danau, sedangkan ke arah tengah jaraknya 100 meter dari garis batas kedalaman 30 meter.

Menurut McGinty & Rakocy (2005) jarak antar KJA minimal 4,5 meter untuk mengoptimalkan kualitas air. Antara kawasan KJA dengan kawasan penggunaan lain harus ada zona penyangganya, misalnya jarak antara kelompok karamba dengan lokasi aktivitas wisata terdapat jarak minimum 50 meter. Pada kondisi dimana kelompok karamba jaring apung sangat berdekatan dengan lokasi kegiatan wisata dapat dikembangkan "sistem rasau", yang memberikan media perkembangan tumbuhan tanaman air dan dapat berfungsi menyerap limbah pakan KJA. Di sekitar KJA dapat dikembangkan sistem suaka perikanan yang ikannya tidak ditangkap tetapi dapat memanfaatkan pakan pelet sisa KJA. Kepemilikan KJA diprioritaskan untuk penduduk lokal, satu KK penduduk lokal maksimum hanya diperbolehkan mempunyai 2 unit (8 petak karamba berukuran maksimum 7x 7 m²).

Sistem Keramba Jaring Apung Berlapis atau Bertingkat yang terdiri dari dua lapis jaring yaitu jaring lapis dalam dan jaring lapis luar. Ada dua pemeliharaan ikan yang dipelihara pada masing-masing jaring tersebut. Umumnya ikan yang dipelihara pada jaring lapis dalam adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*), sedangkan pada jaring lapis luar dipelihara ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Pemberian pakan hanya dilakukan pada ikan mas yang dipelihara dalam jaring lapis dalam, sedangkan untuk ikan nila, pada bagian jaring lapis luar tidak diberi pakan. Ikan nila hanya memanfaatkan pakan yang tersisa yang tidak dimakan oleh ikan mas.

Standarisasi tata letak KJA dengan batas minimum kedalaman 30 meter adalah guna menjaga keberlangsungan pelaku perikanan KJA terhadap ancaman pembalikan massa air juga meningkatkan gerak ekonomi kerakyatan lainnya khususnya nelayan. Komoditas ekonomis sumber daya ikan dasar (benthic fauna) Danau Maninjau terdiri dari pennis (Corbicula sp) udang – udangan seperti (Cherax sp) dan betutu (*Oxyeleotris* sp) merupakan komoditas utama nelayan.

Dari analisis kompilasi data eksisting Danau Maninjau yang dikeluarkan oleh LIPI stratifikasi oksigen tidak jauh berbeda dengan penelitian Ruther (1931) dalam Sulung (2001).



Gambar 3. Stratifikasi Danau Maninjau

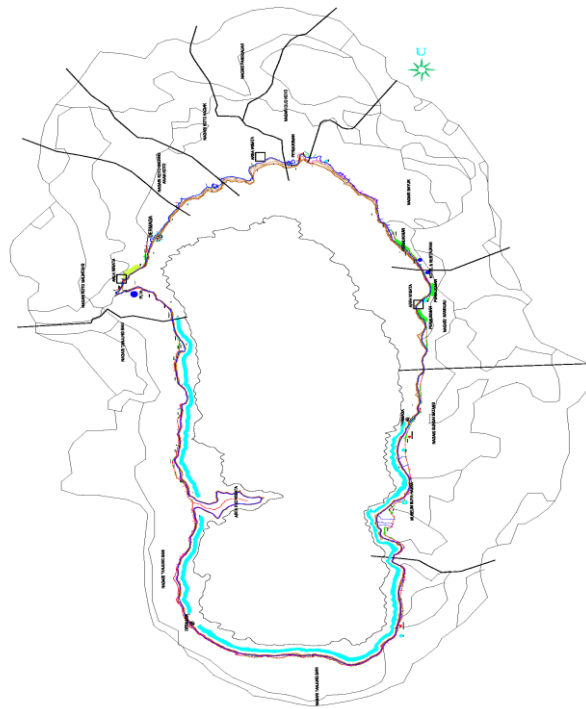
Sumber : Ruther (1931) dalam Sulung (2001).

Dibawah ini ditampilkan hasil pengukuran sampel air Danau Maninjau tahun 1929 sebagai gambaran untuk posisi aman budidaya ikan, dimana parameternya harus masuk.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sampel Air Danau Maninjau 1929 (Ruttner 1931)

Kedalaman (m)	Suhu OC	DO mg/l	CO2 mg/l	Alkalinitas mg/l	pH mg/l	Cl mg/l	Total P mg/l	NH3-N mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l
0	28.25	6.5		102	8.4	0	0		0	0
5	28.20	6.48		100	8.4	0	0			0
7	28.15									
10	27.95	6.12		94		0	0			0
20	27.50	4.37	4.5	100	7.8	0	0			0
30	27.40	2.54		96	7.7	0	0		0	0
50	27.15	0		116	7.3	0	0.05	0.3	0.19	0.5
60	27.00	0	2.4	134	7	0	0.13	0.13	0.75	0.8
70	26.95	0		134	7	0	0.25	0.62	1.2	1
100	26.80	0		142	6.8	0.5	0.36	1.74	1.5	0.9

Sumber : Ruther (1931) dalam Sulung (2001).



Gambar 4. Lokasi Keramba Jaring Apung (KJA)

Sumber : Hasil Analisis

Beberapa hasil penelitian yang harus diperhatikan dalam pengelolaan danau :

- Kegiatan budidaya ikan di Danau Maninjau belum dapat digolongkan budidaya intensif dilihat dari kepadatannya, yaitu 5 x 5 x 2,5 m (volume efektif 50 m³) dengan produksi 14-70 kg/m³ sedangkan kegiatan budidaya KJA intensif menurut Schmittou (1991) volume rendah yaitu 1-10m³ dan kepadatan tingginya mencapai 400-500 kg/m³

- Pemberian pakan dengan sistim pompa yaitu ikan diberi makan terus-menerus sampai berhenti makan artinya tidak mengikuti kaidah Best Management Practices (Hollingsworth, 2006 dalam Erlania, Rusmaedi, Anjang, Joni, 2010) dimana pemberian pakan berdasarkan bobot ikan karena presentasi kebutuhan pakan menurun dengan semakin bertambahnya bobot ikan
- Hasil penelitian Azwar et.al tahun 2004, menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan sistim pompa pada KJA ukuran 7x7x3 m jumlah pakan yang terbuang mencapai 20% - 30% dan jumlah pakan yang terbuang akan meningkat jika ukuran KJA semakin kecil
- Tata letak KJA sangat berpengaruh pada sirkulasi air, menurut McGinty dan Rakocy (2005) jarak antar KJA minimal 4,5 meter untuk mengoptimalkan kualitas air

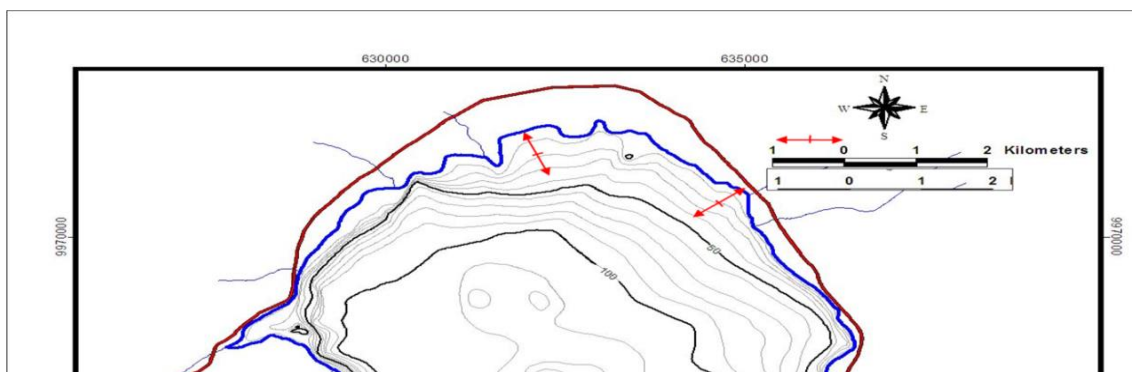
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Danau Maninjau mengalami perubahan penurunan elevasi muka air yang cukup tinggi di tahun 2010 sampai 2014 yaitu rata-rata 40 mm/tahun dimana tahun sebelumnya dari tahun 2001 sampai tahun 2010 penurunan elevasi adalah 20 mm/tahun.

Hal ini akan menjadi masalah karena di Danau Maninjau volume air yang ditampung berkurang atau terjadi penyusutan debit danau maninjau sehingga PLTA Maninjau tidak dapat beroperasi optimal yang berakibat kepada pemadaman listrik di Sumatera Barat dan Riau secara bergiliran setiap tahun seiring dengan perubahan musim.

Dari hasil pengukuran bathymetry Danau Maninjau tidak semua wilayah memiliki kemiringan yang sama, seperti daerah basin timur dan utara Danau Maninjau wilayah yang paling landai bisa dianggap mewakili daerah tersebut.

Khusus untuk wilayah utara dan timur direkomendasikan jarak KJA dengan tepi adalah 500 m dengan memperhatikan posisi "pintu angin" sedangkan wilayah barat dan selatan adalah 100 meter

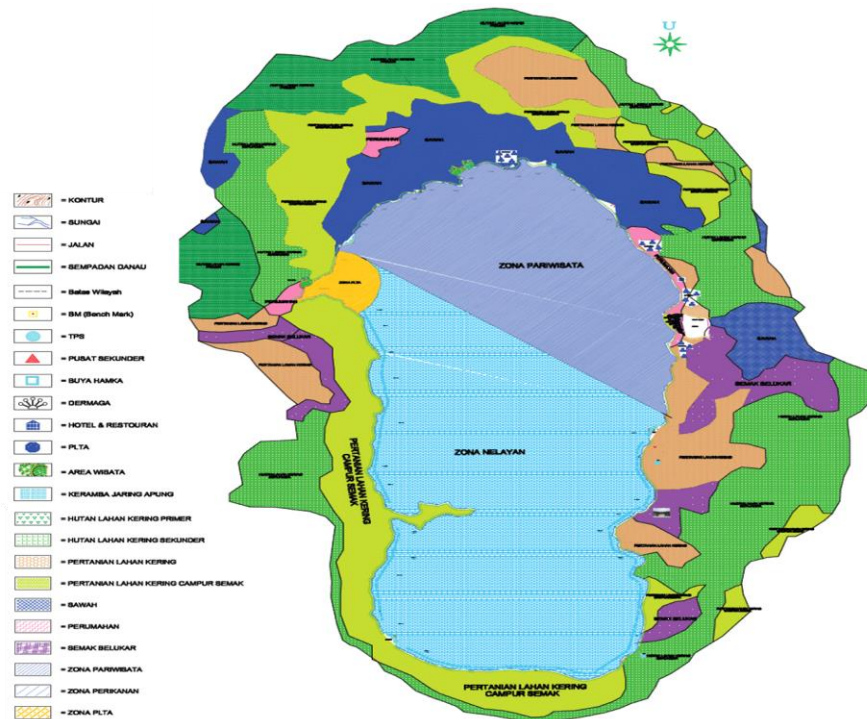


Gambar 5. Peta kontur kedalaman wilayah utara dan timur danau pada kedalaman 30 meter berjarak 500 meter dari tepi

Konsep zonasi Danau Maninjau pada dasarnya mengatur pemanfaatan ruang dan unsur-unsur pengendalian yang disusun untuk setiap zona peruntukannya, serta ketentuan lain yang dibutuhkan untuk mewujudkan ruang yang aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan.

Klasifikasi pemanfaatan ruang pada masing-masing zonasi didasarkan pada Pedoman Penyusunan Zoning Regulation Departemen Pekerjaan Umum dikaitkan dengan kegiatan yang telah berkembang di masing-masing kawasan. Penetapan Zonasi Kawasan Danau Maninjau dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengaturan Zona Keramba Jaring Apung (KJA) berdasarkan hasil analisis kapasitas mampu KJA, ditetapkan keramba jaring apung (KJA) direkomendasikan lokasinya tidak boleh kurang dari kedalaman 30 meter dari dasar danau, sedangkan ke arah tengah jaraknya 100 meter dari garis batas kedalaman 30 meter.
2. Pengaturan Zona Sempadan Danau Maninjau berdasarkan PP No. 38 Tahun 2011 direkomendasikan berjarak 100 m dari tepi muka air tertinggi yang pernah terjadi.
3. Pengaturan Zona Kawasan Permukiman, Pertanian, Area Wisata, Hutan Lindung, Suaka Alam dan Cagar Budaya, direkomendasikan dari :
 - Peraturan Daerah Provinsi Sumatera Barat Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Sumatera Barat Tahun 2012-2032.
 - Rancangan Peraturan Daerah Kabupaten Agam Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Agam 2010-2030.
 - Penyusunan Rencana Tata Ruang Kawasan Danau Maninjau Tahun 2003.
 - Studi Konservasi Kawasan Danau Maninjau di Kabupaten Agam Propinsi Sumatera Barat Tahun 2013.
 - Rencana Tata Ruang dan Zoning Regulation Kawasan Strategis Danau Maninjau Tahun 2012.
 - Penyusunan Rencana Tata Ruang Kawasan Wisata Propinsi Sumatera Barat Tahun 2012



Gambar 6. Peta Zonasi Danau Maninjau

Sampai tahun 2014 terdapat lingkungan permukiman yang berada pada area sempadan danau (lebar 100 meter dari tepi danau pada muka air danau tertinggi), hasil inventarisasi yang telah dilakukan oleh tim survey diketahui bahwa jumlah bangunan yang berada di sempadan Danau Maninjau adalah sebagai berikut :

1. Nagari Maninjau sekitar 221 bangunan
2. Nagari Sungai Batang sekitar 177 bangunan
3. Nagari Tanjung Sani sekitar 312 bangunan
4. Nagari Koto Malintang sekitar 106 bangunan
5. Nagari Koto Gadang Anam Koto sekitar 33 bangunan
6. Nagari Koto Kaciak sekitar 48 bangunan
7. Nagari Duo Koto sekitar 41 bangunan
8. Nagari Bayur sekitar 129 bangunan

Berdasarkan hasil inventarisasi terhadap bangunan-bangunan yang berada di sempadan Danau Maninjau pada saat ini terdapat 1.067 bangunan yang keberadaannya perlu ditetapkan menjadi "status quo".

Keramba Jaring Apung (KJA) direkomendasikan lokasinya tidak boleh kurang dari kedalaman 30 meter dari dasar danau, sedangkan ke arah tengah jaraknya 100 meter dari garis batas kedalaman 30 meter. Dari ketetapan ini maka dapat ditentukan lokasi KJA pada masing-masing nagari tergantung kondisi bathymetrinya. Jaraklokasi KJA yang diperbolehkan dari tepi danau untuk masing-masing nagari dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 3. Jarak Lokasi KJA dari Tepi Danau Per Nagari

No	Nagari	Jarak KJA dari Tepi Danau		
		Terdekat	Terjauh	Rata-rata
1	Maninjau	80	240	160
2	Sungai Batang	60	170	115
3	Tanjung Sani	70	200	135
4	Koto Malintang	70	280	175
5	Koto Gadang VI Koto	300	500	400
6	Koto Kaciak	340	900	620
7	Paninjauan	-	-	-
8	Duo Koto	600	800	700
9	Bayur	160	830	495

Sumber : Hasil Analisis

Hasil pengukuran diketahui kedalaman air danau adalah 1-175 m sedangkan kedalaman air di sekitar lokasi KJA bervariasi antara 2-23 m. Ketebalan sedimen di dasar danau berkisar antara 2-5 meter. Tebalnya sedimen di dasar danau dapat bersumber dari limbah budidaya yaitu pakan ikan yang terbuang. Dalam kegiatan pelaksanaan kegiatan budidaya dan untuk keberlanjutan usaha budidaya maka sangat diperlukan manajemen pakan yang baik dan benar sehingga pakan yang digunakan lebih efisien dan tidak banyak yang terbuang menjadi limbah perairan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini untuk zonasi Danau Maninjau dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Hasil analisa kondisi bathymetri tahun 2014 oleh BBWSSV sedikit mengalami perubahan dibandingkan dengan hasil pemetaan bathimetri yang dilakukan pada tahun 2010 oleh Limnologi yaitu terjadi penambahan tinggi elevasi sebesar 0.16 m dalam waktu 4 tahun jadi 40 cm/tahun.
- Pengaturan Zona Keramba Jaring Apung (KJA) berdasarkan hasil analisis kapasitas mampu KJA, ditetapkan keramba jaring apung (KJA) direkomendasikan lokasinya tidak boleh kurang dari kedalaman 30 meter dari dasar danau, sedangkan ke arah tengah jaraknya 100 meter dari garis batas kedalaman 30 meter. Khusus untuk wilayah utara dan timur direkomendasikan jarak KJA dengan tepi adalah 500 m dengan memperhatikan posisi "pintu angin" sedangkan wilayah barat dan selatan adalah 100 meter.
- Pengaturan Zona Sempadan Danau Maninjau berdasarkan PP No.38 Tahun 2011 direkomendasikan berjarak 100 m dari tepi muka air tertinggi yang pernah terjadi. Kawasan selingkr danau yang sudah

dihuni sesuai PP nomor 38 tahun 2011 tentang sungai diberlakukan kondisi status quo dan harus ditertibkan secara bertahap untuk mengembalikan fungsi sempadan. Berdasarkan hasil inventarisasi terhadap bangunan-bangunan yang berada di sempadan Danau Maninjau pada tahun 2015 terdapat 1.067 bangunan yang keberadaannya perlu ditetapkan menjadi “status quo”.

- Tebalnya sedimen di dasar danau dapat bersumber dari limbah budidaya yaitu pakan ikan yang terbuang. Dalam kegiatan pelaksanaan kegiatan budidaya dan untuk keberlanjutan usaha budidaya maka sangat diperlukan manajemen pakan yang baik dan benar sehingga pakan yang digunakan lebih efisien dan tidak banyak yang terbuang menjadi limbah perairan. Untuk kegiatan KJA dalam Danau Maninjau bias menggunakan beberapa hasil penelitian yang sudah dilakukan dan bahwa dirkomendasikan pembuatan KJA dengan bertingkat dimana ukuran KJA minimal 7x7x3 m dengan jarak antar KJA minimal 4,5 m. Pemberian pakan berdasarkan bobot ikan.

5. DAFTAR PUSTAKA

5.1 Hasil Penelitian

- Nur Kusuma Dewi. 2005. *The Climate Suitability For Plant's Growth*. Unnes Mediargo, Semarang. Vol 1 no 2 :hal 1-15.
- Satker BWSSV Kementrian PU Dirjen SDA. 2013. Studi Konservasi Kawasan Danau Maninjau Kabupaten Agam Sumatera Barat, Satker BWSSV, Padang.
- Satker BWSSV Kementrian PU Dirjen SDA. 2014. Pengukuran Bathimetry dan Zonasi Danau Maninjau di Kabupaten Agam Sumatera Barat, Satker BWSSV, Padang.
- Pemerintah Kabupaten Agam. 2010. Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Agam 2010-2030, Pemda Kabupaten Agam.
- Erlania,Rusmaedi,Anjang,Joni.2010.Dampak Manajemen Pakan dari Kegiatan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) di Keramba Jaring Apung Terhadap Kualitas Perairan Danau Maninjau, Posiding Forum Inovasi Teknologi Aquakultur, hal 622-631
- NH Endah dan M Najib. 2017. Pemanfaatan dan Peran Komunitas Lokal Dalam Pelestarian Danau Maninjau, Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Vol 25, No. 1, 2017
- LAPI.2014. Analisis Kompilasi Datatahun 2005-2014,

5.2 Peraturan

1. Peraturan Daerah Nomor 5 Tahun 2014 Kabupaten Agam Tentang Pengelolaan Kelestarian Danau Maninjau
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 38 Tahun 2011 Tentang Sungai.

EVALUASI SEKOLAH DI DAERAH PATAHAN OPAK UNTUK MITIGASI BENCANA GEMPABUMI DI SEKOLAH DENGAN MENGUNAKAN PERKA BNPB NO 4 TAHUN 2012

Muhammad Efendi¹, Iman Satyarno², Subagyo Pramumijoyo³

¹Magister Teknik Pengelolaan Bencana Alam, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

²Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

³Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

ABSTRACT

The Opak fault that is stretched from southern Bantul is an active fault that is the main source of earthquake events in 2006 at Yogyakarta. The 2006 earthquake has caused many losses. Nearly 6000 people died and thousands injured. Losses is also form as fall and the destruction of thousands of buildings in the region. Public facilities such as schools is included as the object of earthquake disaster. More than 2900 schools were devastated by the devastating earthquake. According to LIPI and UNESCO, school is the lowest level of its preparedness for earthquake disasters. The high potential of earthquake in Bantul must be harmonized with mitigation efforts in the school environment in order to make the building users safe during the earthquake. The form of mitigation that can be done is to analyze the level of vulnerability of schools and evaluate the resilience of schools in the face of disaster. According to MODUL 1 KEMENDIKBUD, the three pillars in realizing a safe school program are safe school facilities, disaster management in schools and disaster preparedness education. The method used to evaluate school toughness on earthquakes is using checklists from Perka BNPB No. 4 of 2012, and modules from Kemendikbud and UNICEF on school standards of disaster preparedness. Results from observations will be analyzed to then conclude and classify schools that are safe and match with the standards or that have not been feasible from earthquake disaster.

Keywords: Opak Faults, Earthquake, Safe School, Perka BNPB no 12.

ABSTRAK

Patahan opak yang membentang dari selatan Bantul merupakan patahan aktif yang menjadi sumber utama kejadian gempa tahun 2006 di Yogyakarta. Gempa bumi tahun 2006 silam telah menimbulkan banyak kerugian. Hampir 6000 jiwa meninggal dunia dan puluhan ribu luka luka. Kerugian juga berupa roboh dan hancurnya ribuan bangunan di kawasan ini. Fasilitas publik seperti sekolah tak luput dari bencana tersebut. Lebih dari 2900 sekolah luluh lantak terkena dampak bencana gempa bumi. Menurut LIPI dan UNESCO, sekolah adalah lingkungan paling rendah tingkat kesiapsiagaannya menghadapi bencana gempa bumi. Tingginya potensi gempabumi di Bantul harus diselaraskan dengan upaya

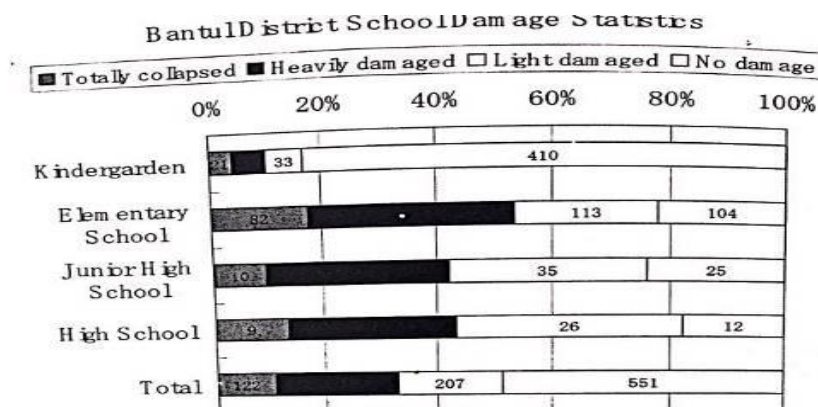
mitigasi pada lingkungan sekolah agar pengguna bangunan aman saat terjadi gempa, terlebih saat ini telah diberlakukan sistem full day school yang mengharuskan siswa menghabiskan waktu lebih lama di sekolah. Bentuk mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan menganalisis tingkat kerentanan sekolah dan mengevaluasi ketangguhan sekolah dalam menghadapi bencana. Menurut MODUL 1 KEMENDIKBUD, bahwa salah satu dari 3 pilar dalam mewujudkan sekolah aman bencana adalah fasilitas sekolah aman. Metode yang digunakan untuk mengevaluasi ketangguhan sekolah terhadap gempabumi menggunakan ceklis dari Perka BNPB No. 4 Tahun 2012. Hasil pengamatan akan dianalisis untuk menarik kesimpulan dan pengelompokan sekolah yang sudah aman dan memenuhi standar atau yang belum layak dari bencana gempa bumi.

Kata kunci: Patahan Opak, Gempa Bumi, Safe School, Perka BNPB no 12.

1. PENDAHULUAN

Gempabumi 2006 yang terjadi karena bergeraknya patahan Opak telah menewaskan lebih dari 5000 jiwa, dan ribuan korban luka. Bukan hanya mengakibatkan korban jiwa, ribuan rumah dan fasilitas umum lain ikut rusak dan roboh. Berdasarkan data dari <http://ciptakarya.pu.go.id> jumlah rumah rusak berat adalah 96.760, rumah rusak sedang 117.075 dan rusak ringan 156.971. Fasilitas pendidikan seperti gedung perkuliahan dan sekolah banyak yang mengalami kerusakan.

Untuk wilayah DI Yogyakarta, menurut data dari Bakornas PBP, 2006, lebih dari 2.936 sekolah roboh dan rusak pasca gempabumi Yogyakarta 2006. Fakta ini menunjukkan masih banyak bangunan sekolah yang belum memiliki standar sekolah aman gempa. Karnawati dkk, 2008, dalam The Yogyakarta Earthquake of May, 2006, memberikan data perbandingan tingkat kerusakan sekolah di Bantul dengan jenjang sekolah yang ada.



Gambar 1. Data kerusakan sekolah di Bantul akibat gempabumi 2006 (Karnawati dkk, 2008)

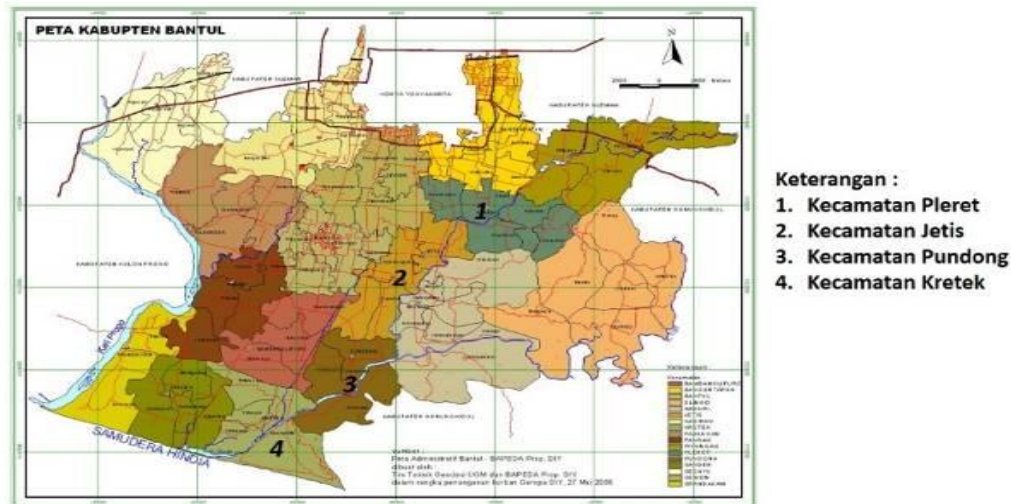
2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kabupaten Bantul yaitu di empat kecamatan dengan tingkat seismisitas yang tinggi. Pertimbangan kedekatan jarak dengan patahan Opak juga menjadi alasan pemilihan lokasi di area ini. Pemilihan lokasi dilakukan setelah melakukan pengecekan tingkat Ss dan S1 pada beberapa titik kecamatan di Bantul. Empat kecamatan yang dipilih adalah Jetis, Pleret, Pundong, dan Kretek.

2.2 Proses Penentuan Lokasi Penelitian

Tahap seleksi sekolah yang akan dijadikan sampel menggunakan metode Pengolahan data sekolah rawan bencana yang ada di empat kecamatan terpilih dengan memprioritaskan tingkat seismisitas tertinggi (Ss dan S1 berdasarkan FEMA P-154) dan data tiap jenjang sekolah pada tiap kecamatan berdasarkan Data Spektra Indonesia dari Puskim Kementrian Pekerjaan Umum tahun 2011.



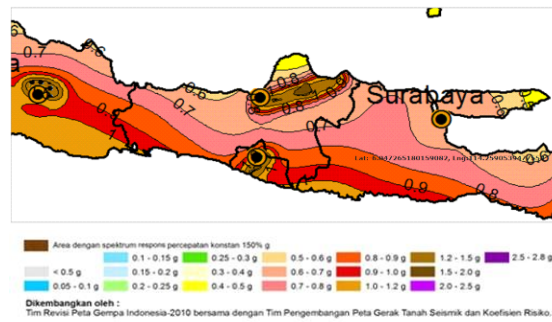
Gambar 2. Lokasi Penelitian di Kabupaten Bantul (Pemda Bantul)

Sekolah dari masing masing kecamatan terpilih akan diseleksi dengan melihat tingkat Ss dan S1 tertinggi.

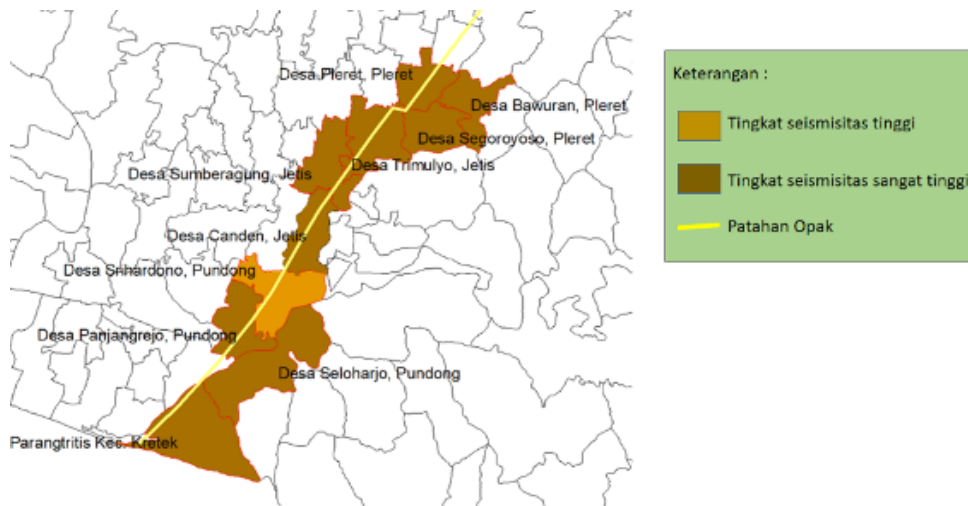
Tabel 1. Pembagian level Seismisitas berdasarkan Spectral Acceleration Response

Seismicity Region	Spectral Acceleration Response, S_s (short-period, or 0.2 seconds)	Spectral Acceleration Response, S_1 (long-period, or 1.0 second)
Low	less than 0.250g	less than 0.100g
Moderate	greater than or equal to 0.250g but less than 0.500g	greater than or equal to 0.100g but less than 0.200g
Moderately High	greater than or equal to 0.500g but less than 1.000g	greater than or equal to 0.200g but less than 0.400g
High	greater than or equal to 1.000g but less than 1.500g	greater than or equal to 0.400g but less than 0.600g
Very High	greater than or equal to 1.500g	greater than or equal to 0.600g

Notes: g = acceleration of gravity in horizontal direction



Gambar 3. Peta Data Spektra Indonesia area Yogyakarta dan sekitarnya (Puskim.go.id, 2011)

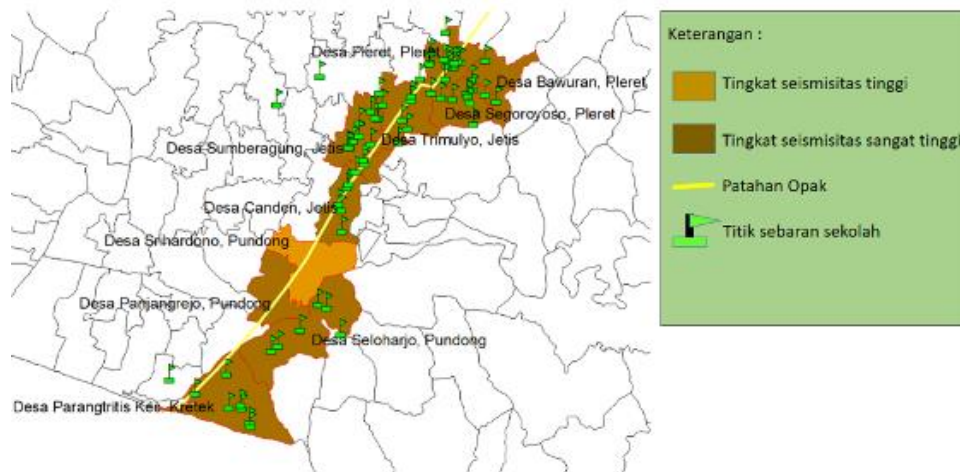


Gambar 4. Desa dengan tingkat seismisitas tinggi hasil pengolahan Overlay Desain Spektra dan Peta administrasi Bantul

Karena dalam satu desa tidak memiliki semua jenjang sekolah (TK-SD-SMP), maka pengambilan sampel sekolah akan berdasarkan kecamatan. Tabel 2 diatas memberikan data empat kecamatan yang mewakili semua desa dengan resiko tertinggi.

Tabel 2. Desa dan kecamatan serta data Ss S1

Desa	Kecamatan	Ss	S ₁	Keterangan
Parangtritis	Kretek	1.680	0.595	Sangat Tinggi
Seloharjo	Pundong	1.568	0.558	Sangat Tinggi
Panjanglejo	Pundong	1.527	0.544	Sangat Tinggi
Srihardono	Pundong	1.496	0.532	Tinggi
Candan	Jetis	1.522	0.537	Sangat Tinggi
Sumberagung	Jetis	1.600	0.558	Sangat Tinggi
Trimulyo	Jetis	1.699	0.584	Sangat Tinggi
Segoroyoso	Pleret	1.725	0.592	Sangat Tinggi
Bawuran	Pleret	1.610	0.561	Sangat Tinggi
Pleret	Pleret	1.628	0.566	Sangat Tinggi



Gambar 5 . Sebaran sekolah di sepanjang patahan Opak di empat kecamatan

Total sekolah di 4 kecamatan tersebut adalah 63 sekolah. Perlu pengerucutan lebih lanjut berdasarkan jenjang sekolah (mewakili TK, SD, SMP,) dengan tingkat seismisitas tertinggi. Metode yang digunakan untuk menyeleksi sekolah yang akan dijadikan sampel adalah dengan menggunakan seismicity region dari FEMA P-154 yang dikombinasikan dengan data dari desain spektra PUSKIM.

Tabel 3. Nominasi Sekolah yang dipilih sebagai sampel

No	JENJANG SEKOLAH	Kecamatan			
		Jetis	Pleret	Pundong	Kretek
1	TK	TK ABA Karangsemut $S_s = 1.726$; $S_1 = 0.592$	TK ABA Dahromo $S_s = 1.709$; $S_1 = 0.588$	TK LKMD Pentung $S_s = 1.495$; $S_1 = 0.533$	TK Kuncup Melati I $S_s = 1.63$; $S_1 = 0.581$
2	SD	SD Sindet Jetis $S_s = 1.727$; $S_1 = 0.593$	SD Srumbung $S_s = 1.717$; $S_1 = 0.59$	SD Muhammadiyah Kalipakem II $S_s = 1.572$; $S_1 = 0.559$	SD N Bungkus $S_s = 1.692$; $S_1 = 0.599$
3	SMP	SMP N 1 Jetis $S_s = 1.646$; $S_1 = 0.569$	SMP N 3 Pleret $S_s = 1.696$; $S_1 = 0.584$	SMP Muhammadiyah I Pundong $S_s = 1.589$; $S_1 = 0.565$	SMP N 2 Kretek $S_s = 1.676$; $S_1 = 0.594$

Data pada Tabel 3 menunjukkan sekolah dengan level tertinggi dan mewakili tiap jenjang sekolah dari TK, SD, dan SMP. Sampel pada Kecamatan Jetis mewakili jenjang TK (TK ABA Karangsemut), Kecamatan Pleret mewakili jenjang SD (SD Srumbung), dan Kecamatan Pundong dan Kretek mewakili jenjang SMP (SMP Muhammadiyah I Pundong dan SMPN 2 Kretek).

2.3 Tahapan Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data primer dilakukan dengan metode berikut :

- a. Metode wawancara dan mengisi checklist kelayakan sekolah siaga bencana. Wawancara dilakukan dengan staf atau guru yang mengenal dengan baik kondisi sekolah sehingga informasi yang didapat akurat dan benar. Form checklist kelayakan diisi dengan kriteria yang telah ditetapkan dalam Perka BNPB no 4 tahun 2012 mencakup informasi yang telah standar dengan sekolah siaga bencana. Ceklist ini terdiri dari beberapa kelompok pertanyaan yang akan menghasilkan jawaban “ya” atau “tidak”. Dari jumlah jawaban tersebutlah akan didapatkan kesimpulan apakah sekolah harus diteliti lebih lanjut atau sudah layak sebagai sekolah aman bencana/ Safe School. Kriteria ambang dibawah ini (Perka BNPB No.4 Tahun 2012) akan membantu pemeriksa atau pengambil kebijakan dalam membuat rekomendasi :
 1. Jika nilai dari isian kedua (kondisi dan perencanaan/2xx) melebihi 4, disarankan bahwa gedung tersebut perlu pemeriksaan lebih lanjut oleh ahli bangunan.
 2. Jika jumlah jawaban “tidak” pada isian ketiga (komponen struktural/3xx) melebihi 1, sangat disarankan gedung tersebut untuk diperiksa lebih lanjut oleh ahli bangunan
 3. Jika jumlah jawaban “tidak” pada isian keempat (komponen arsitektural/4xx) melebihi 5 disarankan bahwa gedung tersebut perlu perbaikan komponen arsitektural
 4. Jika jumlah jawaban “tidak” pada isian kelima (perabotan dan isinya/5xx) melebihi 10 sangat disarankan bahwa gedung tersebut perlu perkuatan pada perabotan dan isinya. Apabila nilainya dibawah 11, perkuatan cukup dilakukan oleh guru atau komunitas sekolah.
 5. Jika jumlah jawaban “tidak” pada isian keenam (utilitas dan sekitarnya/6xx) melebihi 3 sangat disarankan gedung tersebut memerlukan bantuan teknis untuk perkuatan komponen tersebut oleh ahli bangunan
- b. Metode Observasi, Form checklist kelayakan diisi dengan kriteria yang telah ditetapkan dalam Perka BNPB no 4 tahun 2012 yang mencakup informasi yang telah standar dengan sekolah siaga bencana. Ceklist dapat diisi

dengan observasi bagaimana kondisi sekolah saat ini dalam persiapan mitigasi bencana.

2.4 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data, sekolah akan mendapatkan nilai dan score dari ceklist Perka BNPB No 4 tahun 2012 yang telah diisi berdasarkan pengamatan dan observasi secara langsung ke sekolah sampel. Hasil analisa ini akan mempengaruhi langkah-langkah yang harus diambil selanjutnya dan akan diberikan rekomendasi sesuai dengan standart yang ada. Paramaeter yang ada tentu akan menyesuaikan dengan kondisi ketangguhan bangunan sekolah dalam mitigasi bencana gempabumi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Objek penelitian berupa sekolah mulai dari jenjang TK-SD-SMP dipilih melalui proses seleksi dengan metode penyisiran level seismisitas tertinggi. Ada 4 sekolah yang dipilih di empat kecamatan yang diteliti. Sebagian besar sekolah berlokasi di pinggiran kota besar dan tidak berada pada lokasi yang padat pemukiman. Ditinjau dari jenis bangunan sekolah, kebanyakan tipe bangunan berlantai satu dengan jenis URM (Unreinforced Mansonry) (FEMA P-154).

Pengecekan kelayakan dari segi arsitektural, utilitas dan lain lain menggunakan ceklist dari Perka BNPB No 4 tahun 2012. Dari jumlah jawaban “tidak” dan “ya” dapat ditentukan apakah sekolah sudah layak atau belum layak sebagai sekolah siaga bencana. Selain itu sekolah dapat pulad iberikan rekomendasi misalnya perlu pengecekan lanjut oleh ahli dan sebagainya. Pada tahap ini empat sekolah yang diobservasi yaitu.

- a. TK ABA Karangsemut, Jetis
- b. SD N Srumbung, Pleret
- c. SMP Negeri 2 Kretek
- d. SMP Muhammadiyah I Pundong



Gambar 6 . Dari kiri 1. TK ABA Karangsemut, 2. SMP N 2 Kretek, 3. SD N srumbung 4. SMP Muhammadiyah 1 Pundong

3.2 Hasil Observasi

a. TK ABA Karangsemut

Jenis bangunan pada TK ABA Karangsemut ini adalah URM. Bentuk denah secara umum tipikal dan simetris, namun dapat dilihat ketidakteraturan pada bagian depan bangunan yang sebagian besar menjadi selasar/teras. Pada bagian ujung diberikan dinding untuk fungsi gudang dll. Bangunan memiliki konstruksi yang sederhana namun tergolong layak. Pada komponen perabotan perlu pengecekan lebih lanjut karena posisi beberapa furniture masih belum sesuai dengan penempatan yang seharusnya dan masih ada dinding partisi yang belum direkatkan dengan baik pada komponen terdekat.



Gambar 7 . TK ABA Karangsemut

Tabel 4. Score Checklist Perka BNPB No 4 Tahun 2012 TK ABA Karangsemut

NO	KOMPONEN YANG DITINJAU	JAWABAN		*SCORE	KESIMPULAN
		YA	TIDAK		
1	Kondisi dan Perencanaan (2xx)			3	Layak
2	Komponen Struktural (3xx)	9	1		Layak
3	Komponen Arsitektural (4xx)	7	5		Layak
4	Perabotan dan Isinya (5xx)	6	9		Layak namun butuh sedikit perkuatan (dari pihak sekolah)
5	Utilitas dan Sekitarnya (6xx)	4	5		Perlu pengecekan lanjut.

*kusus untuk lembar penilaian komponen 2xx

b. SD Negeri Srumbung

SDN Srumbung memiliki tiga bangunan utama. Jenis bangunan adalah URM. Bentuk denah secara umum tipikal dan simetris. Dari segi struktural SDN Srumbung masih belum layak karena ditemukan dinding gunungan (gable walls) tanpa perkuatan struktur beton pada sisi-sisi samping bangunan yang sangat rentan roboh dan jatuh saat terjadi gempa bumi. Langit-langit bangunan pada beberapa titik juga dalam kondisi buruk yang dapat mengakibatkan falling hazard atau jatuhnya material saat terjadi gempa. Bahaya seperti pounding juga terdeteksi karena jarak antar bangunan yang terlalu dekat.





Gambar 8 . SD Negeri Srumbung

Tabel 5. Score Checklist Perka BNPB No 4 Tahun 2012 SDN Srumbung

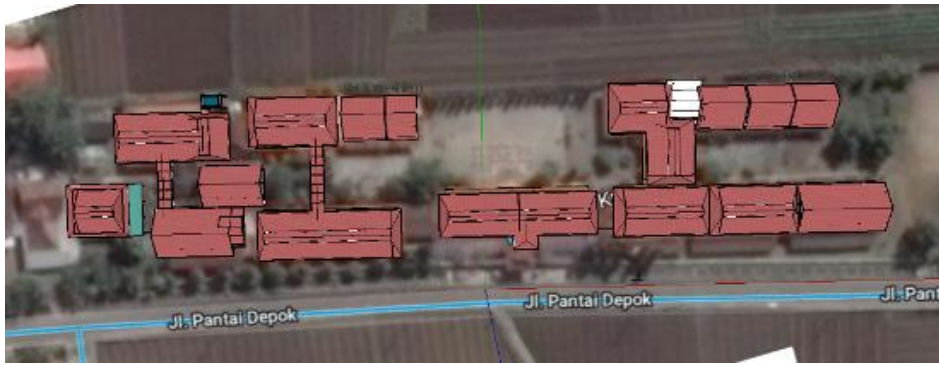
NO	KOMPONEN YANG DITINJAU	JAWABAN		*SCORE	KESIMPULAN
		YA	TIDAK		
1	Kondisi dan Perencanaan (2xx)			3	Layak
2	Komponen Struktural (3xx)	7	3		Tidak Layak
3	Komponen Arsitektural (4xx)	9	3		Layak
4	Perabotan dan Isinya (5xx)	6	9		Layak namun butuh sedikit perkuatan (dari pihak sekolah)
5	Utilitas dan Sekitarnya (6xx)	5	4		Layak

*kusus untuk lembar penilaian komponen 2xx □

c. SMP N 2 Kretek

Bangunan yang dievaluasi di sekolah ini berjumlah 13 bangunan. Jenis bangunan pada SMP N 2 Kretek adalah URM. Bentuk denah secara umum tipikal dan simetris. Namun pada beberapa bangunan terdapat iregularity/ketidakseragaman seperti pada denah dan ruang yang mengurangi score kelayakan pada beberapa komponen. Pada komponen struktural belum layak karena dinding bangunan yang dibuat dengan material yang berat (bata merah) sehingga berisiko saat terjadi gempa bumi.





Gambar 9 . SMP N 2 Kretek

Tabel 6. Score Checklist Perka BNPB No 4 Tahun 2012 SMP N 2 Kretek

NO	KOMPONEN YANG DITINJAU	JAWABAN		*SCORE	KESIMPULAN
		YA	TIDAK		
1	Kondisi dan Perencanaan (2xx)			4	Layak
2	Komponen Struktural (3xx)	7	3		Tidak Layak
3	Komponen Arsitektural (4xx)	10	2		Layak
4	Perabotan dan Isinya (5xx)	7	8		Layak namun butuh sedikit perkuatan (dari sekolah)
5	Utilitas dan Sekitarnya (6xx)	6	3		Layak

□

d. SMP Muhammadiyah I Pundong

SMP Muhammadiyah I Pundong adalah bangunan dengan tipe URM. Sebagian besar bangunan adalah bangunan lama yang telah direnovasi pasca gempa 2006. Bentuk denah pada bangunan ini sebagian besar tidak simetris karena banyaknya penambahan pada bangunan seiring dengan bertambahnya kebutuhan ruang. Jarak antar bangunan pada sekolah ini sangat dekat sehingga ancaman pounding dan falling hazard sangat tinggi. Selain itu adanya gable wall pada konstruksi bangunan akan menurunkan performa bangunan saat terjadi gempa.



Gambar 10 . SMP Muhammadiyah I Pundong

Tabel 7. Score Checklist Perka BNPB No 4 Tahun 2012 SMP N 2 Kretek

NO	KOMPONEN YANG DITINJAU	JAWABAN		*SCORE	KESIMPULAN
		YA	TIDAK		
1	Kondisi dan Perencanaan (2xx)			6.5	Tidak Layak
2	Komponen Struktural (3xx)	7	3		Tidak Layak
3	Komponen Arsitektural (4xx)	8	4		Layak
4	Perabotan dan Isinya (5xx)	7	8		Layak namun butuh sedikit perkuatan (dari sekolah)
5	Utilitas dan Sekitarnya (6xx)	3	6		Layak

*khusus untuk lembar penilaian komponen 2xx

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada makalah ini terkait dengan penggunaan Cheklist Perka BNPB no 4 tahun 2012 untuk evaluasi bangunan sekolah aman bencana gempa bumi adalah :

1. Beberapa sekolah yang dijadikan sampel penelitian masih memiliki komponen yang belum layak sebagai sekolah aman bencana. Diantara komponen tersebut yang harus diperhatikan lebih detail adalah komponen struktural.
2. Unsur-unsur pada komponen struktural yang membuat bangunan tidak layak adalah unsur penyusun bangunan yang masih menggunakan material berat seperti penggunaan bata merah pada dinding dan penutup atap. Kondisi struktur utama seperti
3. kolom dan balok yang sudah menua dan retak juga mengurangi ketangguhan bangunan dalam kesiapsiagaan menghadapi bencana.
4. Kondisi tapak dan perencanaan sekolah (denah yang tidak simetris, lokasi dekat dengan pantai atau lereng) membuat sekolah mendapatkan score rendah pada ceklist sehingga perlu tindakan lebih lanjut berupa retrofitting dan perkuatan yang mumpuni sebagai upaya mitigasi.
5. Sekolah yang semua komponennya sudah layak tetap harus diberikan rekomendasi lebih lanjut agar tetap meningkatkan kesiapsiagaan terhadap bencana gempa bumi yang mungkin terjadi. Score pada sekolah yang sudah layak juga berada pada score

minimal sehingga perlu perbaikan pada sekolah untuk menaikkan score kelayakan.

6. Lokasi sekolah yang berada pada zona seismisitas tinggi menuntut adanya perbaikan yang signifikan terkait dengan berbagai komponen yang mendukung program sekolah aman. Ketangguhan bangunan merupakan kunci utama untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan gempa bumi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- FEMA. 2015. FEMA P-154 Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazards: a Handbook (3rd edition), Washington.
- GEOMAGZ. (2016, Juni). GEOMAGZ (Majalah Geologi Populer) Vol. 6. 10 Tahun Gempa Yogyakarta. Jakarta.
- K. Dwikorita, dkk. 2008. The Yogyakarta Earthquake of May 27 2006, Star Publishing Company, Inc, St. Lucia.
- KEMENDIKBUD; UNICEF. 2015. Modul 1 Pilar - Fasilitas Sekolah Aman. Jakarta. Dipetik September 13, 2017, dari <http://smab.kemdikbud.go.id/download/Modul>
- BNPB. 2012. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (PERKA BNPB) No.4 Tahun 2012 tentang Pedoman Sekolah/Madrasah Aman dari Bencana.
- PU. 2011. Desain Spektra Indonesia: Peta Respon Spektra, diakses tanggal 24 Desember 2017, dari http://puskim.pu.go.id/desain_spektra_indonesia_2011.

IMPLIKASI JATUHAN PIROKLASTIK DARI PEMODELAN FALL3D DAN INASAFE REALTIME DI INDONESIA

Estu Kriswati¹, Oktory Prambada¹, dan Ivan Busthomi²

¹Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122, Indonesia, email; estukriswati@gmail.com

²DMMInnovation, Geoscience Australia, Menara Thamrin (15th Floor, DMMInnovation Office). Kav 3 Jalan M.H. Thamrin, Menteng, Jawa Barat

ABSTRAK

Abu vulkanik merupakan ancaman bahaya letusan gunung api yang berdampak pada kehidupan masyarakat. Dampak yang ditimbulkan diantaranya berupa kerusakan infrastruktur dan pemukiman, gangguan kesehatan, lahan pertanian, dan sumber air. Sebagai langkah peringatan dini dan penanggulangan bencana dibutuhkan peta skenario dampak bencana yang memuat informasi mengenai dampak bencana abu vulkanik beserta usulan penanggulangannya. Pemodelan komputer dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak python-FALL3D untuk memodelkan penyebaran, ketebalan, dan probabilitas muatan abu di permukaan bumi. Aplikasi InaSAFE Realtime for Volcanic Ash disusun untuk memungkinkan pengguna melakukan analisis mengenai dampak jatuhnya abu vulkanik yang meliputi luasan daerah terdampak, jumlah penduduk, tutupan lahan, jumlah kerugian, dan kebutuhan yang diperlukan di daerah terdampak bencana abu vulkanik. Hasil pemodelan dengan skenario untuk kolom erupsi 5 km menghasilkan peta sebaran abu dengan ketebalan 0.1 – 5 mm yang melanda daerah sekitar Gunung Sinabung ke segala arah hingga jarak lebih kurang 10km dari pusat erupsi dan ke arah baratdaya dengan jarak terdampak 20 km. prakiraan dampak bencana abu vulkanik terhadap jumlah populasi dan tutupan lahan di permukaan yang diakibatkan oleh erupsi Gunung Sinabung 19 Februari 2018. Dampak dari erupsi G. Awu tersebut tercatat hampir 90.800 jiwa, 421 km² lahan hutan, 253 km² lahan pertanian/perkebunan, 12 km² pemukiman, dan 1 sumber mata air akan terdampak hujan abu dengan skenario erupsi dengan kolom 5 km. Pengetahuan akan dampak jatuhnya abu membuat pemerintah dibantu oleh masyarakat mampu mengetahui dan menyusun perencanaan penanggulangan bencana yang berhubungan dengan fasilitas yang harus disiapkan.

Katakunci : erupsi gunungapi, pemodelan sebaran abu vulkanik, FALL3D, dampak abu vulkanik, InaSAFE Realtime for Volcanic Ash

ABSTRACT

Volcanic ash is a threat of volcanic eruption that affects the lives of the people. The resulting impacts include damage to infrastructure and settlements, health problems, agricultural, and water resources. As an early warning and disaster mitigation action, a disaster scenario map is needed that contains information on the impact of volcanic ash disasters and its mitigation proposals. Computer

modeling is done using python-FALL3D software to model the spread, thickness, and probability of ash loads on the earth's surface. The InaSAFE Realtime for Volcanic Ash application is structured to allow users to analyze the impacts of volcanic ash fall covering the extent of affected areas, population, land cover, loss, and needs in volcanic ash-affected areas. The result of modeling with scenario for February 19th 2018 Sinabung eruption with ash column of 5 km resulted in map of ash distribution with thickness of 0.1 - 5 mm that struck the area around the volcano in all directions up to a distance of approximately 10km from the eruption center and to the southwest with distances of 20 km. Forecasts of the impact of the volcanic ash disasters on population and surface cover on the surface caused by the eruption of Mount Sinabung on February 19th 2018. The impact of the G. Awu eruption was recorded at nearly 90,800 people, 421 km² of forest, 253 km² of agricultural/plantation, 12 km² of settlement, and 1 spring will be impacted by ash rain. Knowledge of the impact of the fall of the ash makes the government assisted by the community is able to know and develop disaster management plans related to the facilities to be prepared.

Keywords : volcanic eruption, volcanic ash dispersion model, FALL3D, volcanic ash impact, InaSAFE Realtime for Volcanic Ash

1. PENDAHULUAN

Letusan gunung api merupakan bagian dari aktivitas vulkanik dan bahaya letusan gunungapi dapat berupa awan panas, lontaran material (pijar), jatuhan atau hujan abu lebat, lava, gas racun, tsunami dan banjir lahar. Abu vulkanik merupakan ancaman bahaya yang tersebar paling luas dan memiliki potensi yang lebih besar pada kehidupan masyarakat Indonesia dibandingkan dengan bahaya gunungapi lainnya meskipun pada tingkat bahaya yang bisa saja lebih rendah. Meskipun demikian, masih sangat sedikit informasi yang ada di Indonesia berkenaan dengan bencana yang ditimbulkan oleh abu vulkanik (Bear-Crozier, 2012). Geoscience Australia dalam kerjasamanya dengan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) sejak tahun 2009 mengaplikasikan model sebaran abu vulkanik FALL3D di beberapa gunungapi Indonesia.

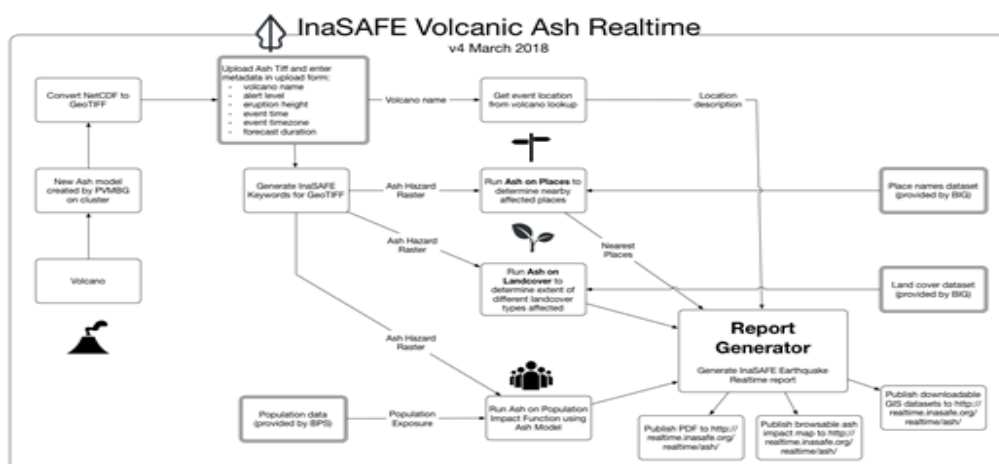
Peta bahaya abu vulkanik di Indonesia dipetakan dengan menyelidiki sejarah letusan gunungapi, morfologi dan produk letusan melalui pemetaan geologi dan menggambarkan zona bahaya yang sesuai. Pendekatan probabilistik dilakukan berdasarkan skenario letusan dan didukung dengan model komputasi untuk penyebaran tephra. Model ini kemudian digabungkan dengan investigasi lapangan konvensional sehingga meningkatkan informasi potensi bencana abu vulkanik untuk Indonesia. Validasi terhadap pemodelan probabilistik jatuhan abu dilakukan menggunakan parameter vulkanologi fisik dari letusan sebelumnya untuk menguji apakah software FALL3D yang digunakan cocok untuk gunung api di Indonesia dengan membandingkan hasil keluaran sebaran tebal jatuhan abu dari FALL3D dengan hasil yang diperoleh dari penelitian lapangan. Gunungapi yang dipakai untuk validasi perangkat lunak FALL3D adalah letusan Tambora tahun 1815 dan

Guntur 1840. Selanjutnya dengan menggunakan parameter-parameter yang sudah tervalidasi, pemodelan probabilistik dilakukan di Gunung Gede, Gunung Ciremai, Gunung Galunggung, dan Gunung Guntur pada kurun waktu 2010 – 2011.

Dari validasi terhadap model probabilistik, model FALL3D kemudian diaplikasikan untuk menyusun model yang sifatnya prakiraan (*forecasting*). Pemodelan ini dilakukan di beberapa gunungapi yang sedang aktif, diantaranya Gunung Merapi (2010), Gunung Sinabung (2016 – sekarang), dan Gunung Agung (2017 – sekarang). Pada tulisan ini model sebaran abu vulkanik python-FALL3D diaplikasikan di Gunung Sinabung, Sumatera Utara, Indonesia.

Pada tahap kerjasama selanjutnya disusun aplikasi InaSAFE dan InaSAFE Realtime, termasuk didalamnya adalah InaSAFE Realtime for Volcanic Ash. Aplikasi ini memungkinkan pengguna melakukan analisis mengenai dampak jatuhnya abu vulkanik yang meliputi luasan daerah terdampak, jumlah penduduk, tutupan lahan, jumlah kerugian, dan kebutuhan yang diperlukan di daerah terdampak bencana abu vulkanik. Melalui aplikasi ini, informasi tersebut bisa langsung diperoleh masyarakat.

Dalam layanan abu vulkanik tersedia formulir unggah berkas yang dapat digunakan PVMBG untuk mengunggah hasil/produk model abu vulkanik untuk kejadian letusan gunungapi. Setelah dataset abu vulkanik diunggah, InaSAFE akan menambahkan kata kunci yang sesuai ke dataset yang diunggah dan menghasilkan sejumlah produk (Gambar 1). Berbagai produk dikombinasikan dengan pemaparan standar dan dataset kontekstual untuk menghasilkan sebuah laporan. Laporan ini kemudian dipublikasikan di situs web InaSAFE realtime for Volcanic Ash (<http://changelog.qgis.org/id/inasafe-realtime2/section/volcanic-ash/detail/44/>).



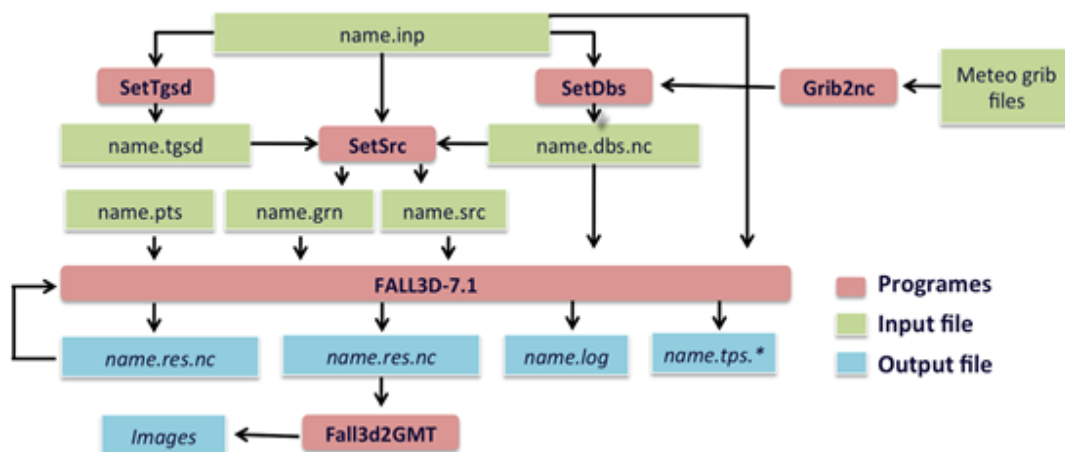
Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Laporan Sebaran Abu dan Dampaknya.

2. METODOLOGI

Pemodelan komputer dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak python-FALL3D. Perangkat lunak ini dapat memodelkan penyebaran, ketebalan, dan probabilitas muatan abu di permukaan bumi. Perangkat lunak ini berbasis sistem unix dengan memakai python script sebagai gateway untuk melakukan perintah-perintah ke dalam python-FALL3D.

FALL3D adalah pemodelan Eulerian 3D yang digunakan untuk mensimulasikan penyebaran abu vulkanik termasuk konsentrasi partikel di atmosfer dan pembebanan partikel pada permukaan tanah (Costa et al 2006; Folch et al., 2008, Macedonio Et al. 2008; Folch dkk. 2009). FALL3D mampu memodelkan berbagai macam partikel butir pada material jatuhnya piroklastik (lapilli sampai abu halus), dan kelas partikel yang dihasilkan dicirikan oleh diameter, bentuk dan kerapatan butir. Parameter meteorologi dengan skala global (resolusi ribuan km) atau mesoscale (puluhan sampai ratusan km) juga diperlukan sebagai input python-FALL3D supaya dapat memprediksi penyebaran abu vulkanik di tiap tingkatan jika terjadi letusan secara menerus hingga beberapa jam kejadian.

Dalam melaksanakan eksekusi program perlu tiga parameter input yang diperlukan adalah (1) data vulkanologi yang terdiri dari parameter sumber erupsi gunungapi berupa tinggi kolom erupsi yang mencerminkan intensitas erupsi, parameter fisik endapan jatuhnya piroklastik diantaranya adalah ukuran butir, kebundaran, dan densitas, (2) data meteorologi berupa kecepatan angin, arah sesuai vektor, dan data suhu tiap tingkat atmosfer, dan (3) data topografi berupa data spasial (x, y, z) untuk lokasi yang akan diteliti berikut cakupan area yang memungkinkan abu vulkanik terendapkan. Parameter input tersebut dibuat menyerupai kode yang didistribusikan serial dan paralel pada naskah program python-FALL3D dengan serangkaian pra dan pasca proses komputasi (Gambar 2). Output FALL3D adalah deposit abu vulkanik yang bergantung waktu, ketebalan dan konsentrasi massa udara untuk setiap kelas partikel (Folch et al 2012).



Gambar 2. Alur Proses Metode Komputasi Python-Fall3D.

Berikut adalah keterangan input dan output file dari python-Fall3D.

Input Files:

1. name.inp : file yang merinci parameter kontrol dan pilihan-pilihan
2. name.dbs.nc : file database topografi dan meteorology. File ini dibuat dalam format netCDF dan dibentuk oleh program pre-process SetDbs
3. name.grn : file yang berisi informasi tentang granulometri dan kelas-kelas partikel yang dikeluarkan dari sumber. File ini dibentuk oleh program pre-process SetSrc yang dimulai dari pendeskripsian file name.tgsd
4. name.tgsd : file yang mendeskripsikan Total Grain Size Distribution (TGSD), densitas, dan bentuk partikel. Informasi dalam file ini ditentukan dari data lapangan, tetapi bisa juga dibentuk oleh program Setgtd dengan mengasumsikan distribusi Gaussian.
5. name.src : berisi informasi mengenai *discharge rate*, dibentuk oleh program pre-process SetSrc
6. name.pts : file optional yang berisi daftar lokasi dengan pilihan variabel yang diharapkan (misalnya waktu tempuh tephra dan kecepatan akumulasi di satu lokasi)

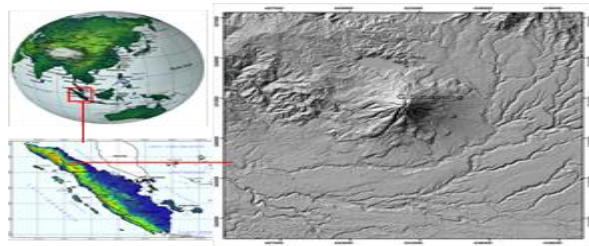
Output files:

1. name.log : berisi informasi jalannya program (diantaranya adalah mengenai data input, error, dan pesan warning, dll)
2. name.res.nc: file ini dalam bentuk netcdf, dapat diproses menggunakan beberapa program open-source (ncview, panoply, ncl, dll) untuk membuat plotting dan animasi. File ini berisi informasi ketebalan abu vulkanik pada beberapa saat setelah erupsi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Aktivitas Erupsi Gunung Sinabung

Gunung Sinabung secara administratif terletak di Kabupaten Karo, Propinsi Sumatera Utara. Koordinat geografis daerah puncak terletak pada 03°10' LU dan 98°23.5' BT dengan titik tertinggi 2460 m diatas permukaan laut (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Lokasi Gunung Sinabung

Sebelum erupsi pada tahun 2010, Gunung Sinabung diklasifikasikan ke dalam gunungapi tipe B, yaitu gunungapi yang tidak punya catatan sejarah letusan sejak tahun 1600. Namun pada tanggal 27 Agustus 2010 pukul 18:15 WIB terjadi erupsi freatik sehingga Gunung Sinabung diklasifikasikan sebagai gunungapi tipe A. Pada 29 Agustus 2010 pukul 00:10 WIB, tampak asap/abu tebal hitam, tinggi asap 1500 meter dari bibir kawah, diikuti lontaran material pijar ke arah baratdaya-selatan, dan tingkat aktivitas Gunung Sinabung dinaikkan menjadi menjadi Awas (level IV). Erupsi terjadi lagi pada tanggal 30 Agustus 2010 dan September 2010. Setelah itu aktivitas erupsi cenderung menurun, hingga pada tanggal 23 September 2010 tingkat aktivitas Gunung Sinabung diturunkan dari Awas (level IV) menjadi Siaga (level III), dan kembali diturunkan menjadi Waspada (Level II) pada 7 Oktober 2010.

Pada tanggal 15 September 2013 erupsi kembali terjadi, dan menyebabkan terjadinya perkembangan rekahan di lereng utara puncak Gunung Sinabung, serta munculnya titik-titik fumarola baru di sepanjang rekahan tersebut. Tanggal 1-2 November 2013 aktivitas Gunung Sinabung terus meningkat sehingga tingkat aktivitas Gunung Sinabung dinaikkan dari Waspada (level II) menjadi Siaga (level III) pada tanggal 3 November 2013 pukul 03:00 WIB. Pada tanggal 23 November 2013 terjadi hujan lapili berukuran 3-4 cm di sebelah timur gunungapi (Desa Kuta Gugung, Sigarang-garang, Sukanalu, dan Kutarakyat) maka tanggal 24 November 2013 pukul 10:00 WIB, tingkat aktivitas Gunung Sinabung dinaikkan dari Siaga (Level III) menjadi Awas (Level IV).

Pada tanggal 8 April 2014 pukul 17:00 WIB tingkat aktivitas Gunung Sinabung diturunkan dari status AWAS (level IV) menjadi SIAGA (level III). Setelah penurunan tersebut hingga akhir Mei 2015 tingkat aktivitas Gunung Sinabung masih dipertahankan pada tingkat SIAGA (level III), karena masih tingginya tingkat aktivitas vulkanik. Pada awal Juni 2015 aktivitas awan panas guguran sangat tinggi dan mengalir ke dua sektor yaitu sektor selatan-tenggara dan sektor timur-tenggara. Guguran lava pijar, guguran lava dan awan panas guguran, sangat sering terjadi dengan arah ancaman ke daerah pemukiman, sehingga pada tanggal 2 Juni 2015 pukul 23:00 WIB Gunung Sinabung dinaikkan tingkat aktivitasnya menjadi AWAS (level IV), dan masih bertahan hingga saat ini.

Letusan yang menjadi contoh dalam tulisan ini, yang dimodelkan menggunakan python-FALL3d adalah letusan yang terjadi pada 19 Februari 2018 pukul 08:53 WIB. Berdasarkan informasi dari VAAC Darwin yang mendeteksi dari data citra satelit, letusan eksplosif terjadi dengan ketinggian kolom abu mencapai setidaknya 16.8 km di atas muka laut dan menyebar hingga jarak 320 km ke arah utara-baratlaut. Sebagian abu mengarah ke segala arah pada ketinggian yang lebih rendah. Tetapi dilaporkan oleh PVMBG bahwa tinggi kolom Pada tanggal 19 Februari 2018 pukul 08:53 WIB, terjadi erupsi eksplosif dengan tinggi kolom letusan mencapai 5000 meter dari atas puncak Gunung Sinabung (Gambar 4). Mengikuti letusan ini, terjadi

awan panas letusan yang diikuti oleh rentetan awan panas guguran sebanyak 10 kejadian dengan jarak luncur mencapai 4,9 km ke arah sektor selatan-tenggara dan 3,5 km ke arah timur-tenggara (PVMBG, 2018).



Gambar 4. Visual Letusan Gunung Sinabung 19 Februari 2018 pk1 08;53 WIB. Foto diambil dari Pos PGA Sinabung.

Jatuhan abu dan lontaran batu berukuran kerikil jatuh di sekitaran Simpang Empat yang berjarak 7 km tenggara, Desa Namanteran, Payung (5 km SSW), Tiganderket (7 km W), Munthe, Kutambaru (20 km NW), Perbaji (4 km SW), dan Kutarayat. Kondisi dari daerah di sekitar Gunung Sinabung sangat gelap dengan jangkauan pandang hanya sekitar 5 m. Letusan 19 Februari merupakan letusan terbesar sejak September 2013 (Global Volcanism Program, 2018).

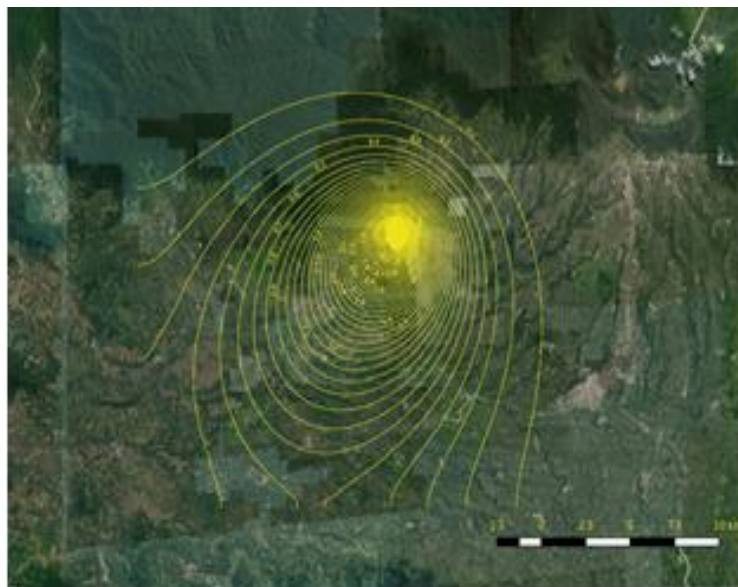
3.1.1 Pemodelan Sebaran Abu Vulkanik Gunung Sinabung

Skenario jatuhan abu akibat erupsi Gunung Sinabung disusun menggunakan parameter meteorologi yang diperoleh dari Bureau of Meteorology, Australia (BOM) yang memiliki resolusi dan cakupan area yang luas. Dataset topografi yang digunakan adalah ASTER GDEM yang sudah dirubah ke dalam format ASCII dengan resolusi 30 m. Model sumber erupsi yang digunakan adalah metode Suzuki dengan ketinggian kolom letusan 5 km, sesuai dengan informasi awal yang diperoleh secara resmi dari PVMBG. Tingkat pergerakan massa dihitung secara otomatis oleh program utilitas SetSRC berdasarkan kesesuaian empiris dan

ketinggian kolom letusan yang telah dikonfigurasi (Mastin et al., 2009). Prakiraan sebaran abu dimodelkan untuk durasi 6 jam hingga 3 hari pasca letusan eksplosif dengan total lama waktu letusan 10 jam. Skenario yang digunakan adalah erupsi strombolian dengan skala VEI-1.

Parameter besar butir, besar butir rata-rata, sortasi, kerapatan dan keseragaman butir produk jatuhnya piroklastik yang digunakan berasal dari pengamatan lapangan dan analisis besar butir secara kuantitatif. Distribusi besar butir dikelompokkan menjadi enam (6) kelas, rata-rata ukuran butir 2.5 dengan kisaran 1.5 – 2.7, sortasi 0.5, bentuk butir/kebundaran 0.8 – 0.9, dan densitas 1200 – 2300kg/m³.

Hasil pemodelan dengan skenario untuk kolom erupsi 5 km (Gambar 5) menghasilkan peta sebaran abu dengan ketebalan 0.1 – 5 mm yang melanda daerah sekitar Gunung Sinabung ke segala arah hingga jarak lebih kurang 10km dari pusat erupsi dan ke arah baratdaya dengan jarak terdampak 20 km.



Gambar 5. Hasil pemodelan dengan FALL3D terhadap erupsi Gunung Sinabung 19 Februari 2018 pk1 08;53 WIB.

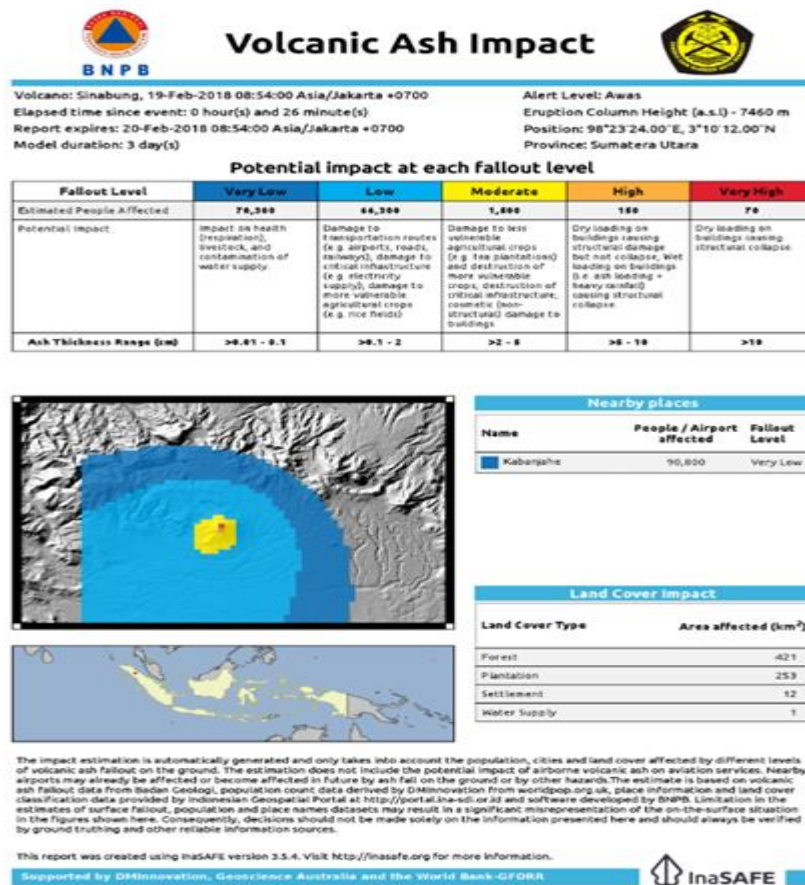
3.1.2 Peta Daerah Terdampak Erupsi Gunung Sinabung

Abu vulkanik yang dihasilkan dari erupsi gunungapi akan memiliki dampak terhadap daerah sekitarnya. Gangguan kesehatan, sistem transportasi, tenaga listrik, limbah, dan sumber air memperlihatkan adanya kerentanan suatu wilayah terhadap abu vulkanik meskipun seringkali endapan yang jatuh di daerah tersebut mempunyai ketebalan hanya beberapa milimeter atau sentimeter. Dampak abu vulkanik yang jatuh pada infrastruktur penting dan vital juga dapat mengganggu berbagai sektor dan jasa yang berkaitan dengan infrastruktur vital tersebut. Berbagai sektor infrastruktur dan masyarakat akan terpengaruh dengan cara dan tingkat kerentanan yang berbeda, hingga muncul pertanyaan-pertanyaan yang

berkaitan dengan berapa luasan wilayah terdampak, berapa jumlah penduduk yang berada di area terdampak, bagaimana dampak terhadap infrastruktur, serta berapa banyak pemukiman, hutan, lahan pertanian, dan sumber mata air yang terdampak. Jawaban atas pertanyaan-pertanyaan tersebut membantu untuk merencanakan kegiatan penanggulangan bencana, seperti pemenuhan kebutuhan saat situasi darurat di pengungsian.

Dari skenario yang dihasilkan oleh python-FALL3D dan di tumpang-susunkan dengan data kependudukan dan tata guna lahan dari InaSAFE, maka akan dihasilkan suatu peta skenario dampak bencana. Gambar 6 memperlihatkan prakiraan dampak bencana abu vulkanik terhadap jumlah populasi dan tutupan lahan di permukaan yang diakibatkan oleh erupsi Gunung Sinabung 19 Februari 2018. Dampak dari erupsi G. Awu tersebut tercatat hampir 90.800 jiwa, 421 km² lahan hutan, 253 km² lahan pertanian/perkebunan, 12 km² pemukiman, dan 1 sumber mata air akan terdampak hujan abu dengan skenario erupsi dengan kolom 5 km.

Dampak terhadap kesehatan dan infrastuktur adalah berupa polusi udara yang menyebabkan infeksi saluran nafas, polusi ketersediaan air bersih, kerusakan jalur transportasi, kerusakan lahan pertanian, dan robohnya atap rumah akibat beratnya beban atap akibat akumulasi abu (pada ketebalan abu tertentu).



Gambar 6. Skenario Dampak Dari Erupsi Sinabung Yang Menghasilkan Endapan Abu Vulkanik Pada Ketinggian Kolom Erupsi 5 Km

InaSAFE Realtime memproduksi 2 (dua) tampilan hasil, yaitu berupa peta yang berisi data spasial dari dampak abu vulkanik dan laporan analisis dampak berupa data tabel dan teks. Laporan analisis dampak berisikan informasi jumlah bangunan, jalan, atau penduduk terdampak, dan juga informasi tambahan lain seperti penjabaran kebutuhan minimum, daftar tindakan, dan rangkuman dalam format yang lebih mudah dibaca. Angka yang muncul dalam laporan bisa menjadi masukan bagi proses perencanaan manajemen bencana, terutama sebagai bahan diskusi dan perencanaan bagaimana mendapatkan sumber daya yang cukup untuk membantu masyarakat yang terdampak, sesuai dengan skenario yang disusun. Pengetahuan akan dampak jatuhnya abu membuat masyarakat mampu menyusun perencanaan penanggulangan bencana yang berhubungan dengan fasilitas yang harus disiapkan. Pada konteks ini, model kuantitatif dan penilaian keakuratan dari model daerah terdampak menjadi sangat penting terutama dalam memberikan peringatan dini terhadap bencana jatuhnya abu.

Permasalahan yang sering muncul dalam estimasi adalah kurang validnya data populasi dan tutupan lahan dikarenakan nilai data yang dimiliki kasar yang diwakili oleh data raster dengan ukuran pixel yang besar. Data populasi bisa didapatkan dari badan sensus atau melalui sumber data secara online. Salah satu sumber data populasi yang cukup bagus bisa diperoleh di WorldPop - sebuah proyek yang menyediakan data populasi seluruh dunia dan diproduksi secara global serta distandarisasi secara cermat.

4. KESIMPULAN

Hasil pemodelan sebaran jatuhnya abu vulkanik di Gunung Sinabung terhadap erupsi tanggal 19 Februari 2018 pukul 08:53 WIB dengan skenario untuk kolom erupsi 5 km menghasilkan peta sebaran abu dengan ketebalan 0.1 – 5 mm yang melanda daerah sekitar Gunung Sinabung ke segala arah hingga jarak lebih kurang 10km dari pusat erupsi dan ke arah baratdaya dengan jarak terdampak 20 km.

Prakiraan dampak bencana abu vulkanik terhadap jumlah populasi dan tutupan lahan di permukaan akibat erupsi G. Awu tersebut tercatat hampir 90.800 jiwa, 421 km² lahan hutan, 253 km² lahan pertanian/perkebunan, 12 km² pemukiman, dan 1 sumber mata air akan terdampak hujan abu dengan skenario erupsi dengan kolom 5 km.

Pengetahuan akan dampak jatuhnya abu vulkanik ini diharapkan membuat masyarakat mampu menyusun perencanaan penanggulangan bencana terutama yang berhubungan dengan fasilitas yang harus disiapkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bear-Crozier, A.N., Kartadinata, N., Heriwaseso, A. and Ole Nielsen. 2012, Development of python-FALL3D: a modified procedure for modelling volcanic ash dispersal in the Asia-Pacific region, *Natural Hazards* (2012) 64: 821. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0273-7>
- Costa A, Macedonio G, Folch A (2006). A three-dimensional Eulerian model for transport and deposition of volcanic ashes. *Earth Planet Sci Lett* 241:634–647
- Folch A, Cavazzoni C, Costa A, Macedonio G (2008a) An automatic procedure to forecast tephra fallout. *J Volcanol Geoth Res* 177:767–777
- Folch, A., Costa, A., and Macedonio, G. 2009, FALL3D: A computational model for transport and deposition of volcanic ash, *Computers & Geosciences* 35 (2009) 1334–1342.
- Folch, A., Costa, A., Basart, S. 2012, Validation of the FALL3D ash dispersion model using observations of the 2010 Eyjafjallajökull volcanic ash clouds, *Atmospheric Environment Volume 48*, March 2012, Pages 165-183.
- Global Volcanism Program, 2018. Report on Agung (Indonesia). In: Sennert, S K (ed.), *Weekly Volcanic Activity Report*, 13 September 2017-13 February 2018. Smithsonian Institution and US Geological Survey.
- Inasafe Realtime for Volcanic Ash, <http://changelog.ggis.org/id/inasafe-realtime2/section/volcanic-ash/detail/44/>, download tanggal 31 Maret 2018
- InaSAFE Realtime for Volcanic Ash, 2018. <http://realtime.inasafe.org/realtime/ash/report-map/Sinabung/20180219085400%2B0700/en/>
- Kriswati, E., Wahyudi, Y., Ardiansyah, D., dan Rahmanto, 2018. Tanggap Darurat Letusan Gunung Sinabung, Sumatera Utara, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 16 – 30 Januari 2018.
- PVMBG, 2018. Erupsi Gunung Sinabung Tanggal 19 Februari 2018 Pukul 08:53 Wib, <http://www.vsi.esdm.go.id/index.php/gunungapi/liputan-khusus/g-sinabung/2015>

DAMPAK PENGEMBANGAN TRAYEK ANGKUTAN PEMADU MODA (BUS BANDARA) TERHADAP PENURUNAN EMISI CO₂

Momon

Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Sumatera Barat

ABSTRACT

The high use of private cars will result in increased CO₂ emissions, resulting in decreased air quality. The government and local government need to develop the Pemadu Moda Transport (Airport bus) to various regions so that it can reduce private cars and can suppress the increase of CO₂ emissions. The purpose of this research is to know the impact of Developing Pemadu Moda Transport (Airport bus) to CO₂ Emission Decrease. To find out how big CO₂ emissions before and after the operation of Pemadu Moda Transport (Airport bus), then used mathematical formula that is using equation, CO₂ emission per year (T CO₂) = $[P1 \times P2 \times P3] / 1000$. The data used are secondary data obtained from relevant agencies. Based on the results of the analysis, the amount of CO₂ emissions prior to the development of the Developing Pemadu Moda Transport (Airport bus) is 16,413 tons CO_{2e}, whereas if the airport bus is developed then CO₂ emissions are 4,666 tons CO_{2e}. Overall impacts of the Operation of Developing Pemadu Moda Transport (Airport bus) can reduce emissions by 28.42% of total emissions donated by private cars.

Keyword : Pemadu Moda Transport, CO₂ Emissions, Sustainable Transportation

ABSTRAK

Tingginya penggunaan mobil pribadi akan berdampak terjadinya peningkatan emisi CO₂ sehingga mengakibatkan penurunan kualitas udara. Untuk itu pemerintah dan pemerintah daerah perlu mengembangkan Trayek Angkutan Pemadu Moda ke berbagai daerah sehingga dapat mengurangi mobil pribadi serta dapat menekan terjadinya peningkatan emisi CO₂. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak pengembangan Angkutan Pemadu Terhadap Penurunan Emisi CO₂. Untuk mengetahui seberapa besar emisi CO₂ sebelum dan sesudah pengoperasian Angkutan Pemadu Moda, maka digunakan formula matematis yakni menggunakan persamaan, Emisi CO₂ per Tahun (T CO₂) = $[P1 \times P2 \times P3] / 1000$. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Berdasarkan hasil analisis, jumlah emisi CO₂ sebelum pengembangan Angkutan Pemadu Moda adalah sebesar 16.413 ton CO_{2e}, . Secara keseluruhan dampak pengoperasian Angkutan Pemadu Moda dapat menurunkan emisi sebesar 28,42% dari total emisi yang disumbangkan mobil pribadi.

Kata Kunci : Angkutan Pemadu Moda, Emisi CO₂, Transportasi Berkelanjutan

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi Indonesia yang pesat dan relatif stabil berdampak terhadap peningkatan daya beli masyarakat. Peningkatan daya beli masyarakat tersebut mendorong masyarakat untuk memiliki kendaraan pribadi baik motor maupun mobil, sehingga setiap tahun laju pertumbuhan kendaraan bermotor setiap tahun mengalami peningkatan. Data BPS, Jakarta (2013), bahwa rata-rata pertumbuhan kendaraan bermotor setiap tahun adalah sebesar 11,92% dan yang paling besar pertumbuhan adalah kendaraan pribadi.

Prinsip dasar sistem transportasi perkotaan adalah dengan menuju terciptanya transportasi berkelanjutan yakni berkelanjutan dalam lingkungan (Ofyar Tamin, 2008) artinya pengembangan transportasi berorientasi pada aspek lingkungan, sosial dan ekonomi dengan menekan penggunaan kendaraan pribadi dan menjadikan angkutan umum sebagai tulang punggung mobilitas masyarakat.

Sistem transportasi umum yang terintegrasi dan berorientasi pada aspek lingkungan, sosial dan ekonomi dapat menekan angka kecelakaan lalu lintas, meningkatkan kenyamanan mobilitas penduduk perkotaan, dan mengurangi polusi. (Bappenas, 2014)

Salah satu langkah untuk mencapai transportasi berorientasi lingkungan, sosial dan ekonomi adalah pengembangan angkutan massal. Pengembangan angkutan massal seperti *Bus Rapid Transit* (BRT), Angkutan berbasis rel serta Angkutan Pemadu Moda selain akan mempermudah aksesibilitas dan memperlancar mobilitas juga dapat mereduksi pencemaran atau mengurangi polusi udara. Oleh karena itu ketersediaan angkutan massal harus memenuhi permintaan kebutuhan perjalanan sehingga masyarakat beralih dari kendaraan pribadi ke angkutan umum.

Pemerintah dan pemerintah daerah perlu mendorong implemetasi penyediaan angkutan massal di perkotaan maupun simpul-simpul transportasi yang menghubungkan antara satu simpul ke simpul lainnya, seperti Bandar udara, terminal, stasiun. Sebagaimana diketahui salah satu simpul transportasi yang memiliki bangkitan dan tarikan perjalanan yang cukup tinggi di Provinsi Sumatera Barat Bandar Udara Internasional Minangkabau (BIM). Berdasarkan data statistik perhubungan, jumlah kedatangan dan keberangkatan melalui BIM Tahun 2016 adalah sebesar 3.673.552 orang. Setiap tahun jumlah arus kedatangan dan keberangkatan mengalami peningkatan. Peningkatan ini seiring dengan penambahan rute dan frekuensi penerbangan.

Namun yang menjadi permasalahan pokok di Bandara Internasional Minangkabau (BIM) adalah masalah konektivitas, dimana Angkutan Massal Pemadu Moda belum terkoneksi ke beberapa daerah. Ketersediaan Angkutan Pemadu Moda disamping dapat meningkatkan aksesibilitas dan mobilitas penumpang Bandara, juga berfungsi sebagai angkutan alternatif yang dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi. Sebagaimana diketahui penggunaan mobil pribadi dari/ke

bandara lebih kurang 40% dari total perjalanan (Bappeda, 2013). Tingginya penggunaan mobil pribadi tentu akan berdampak terjadinya peningkatan emisi CO₂ sehingga berujung pada penurunan kualitas udara.

Untuk itu pemerintah dan pemerintah daerah perlu mengembangkan Trayek Angkutan Pemadu Moda ke berbagai daerah sehingga dapat mengurangi mobil pribadi serta dapat menekan terjadinya peningkatan emisi CO₂.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak pengembangan Angkutan Pemadu Terhadap Penurunan Emisi CO₂.

2. METODOLOGI

2.1 Tinjauan Literatur

Center for Sustainable Development (1997) mendefinisikan sistem transportasi yang berkelanjutan sebagai suatu sistem yang menyediakan akses terhadap kebutuhan dasar individu atau masyarakat secara aman dan dalam cara yang tetap konsisten dengan kesehatan manusia dan ekosistem, dengan keadilan masyarakat saat ini dan masa datang.

Transportasi yang berkelanjutan (*sustainable transportation*) merupakan salah satu aspek keberlanjutan menyeluruh (global sustainability) yang memiliki tiga komponen yang saling berhubungan, yakni lingkungan, masyarakat, dan ekonomi. Dalam interaksi tersebut, transportasi memegang peran penting dengan perencanaan dan penyediaan sistem transportasi harus memperhatikan segi ekonomi, lingkungan, dan masyarakat. (Ofyar Z. Tamin, 2007),

Angkutan Pemadu Moda

Penyelenggaraan Angkutan Pemadu Moda telah diatur dalam Pasal 27 Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 35 Tahun 2003. Berdasarkan jenisnya, APM digolongkan sebagai angkutan khusus. Angkutan khusus dalam trayek merupakan pelayanan pelengkap terhadap pelayanan angkutan antar kota antar propinsi, angkutan antar kota dalam propinsi dan angkutan kota.

Angkutan khusus didefinisikan sebagai angkutan yang mempunyai trayek tetap yaitu asal dan/atau tujuan tetap, yang melayani antar jemput penumpang umum, antar jemput karyawan, pemukiman, dan simpul yang berbeda. Sedangkan Angkutan Pemadu Moda didefinisikan sebagai angkutan yang melayani penumpang dari dan/atau ke terminal, stasiun kereta api, pelabuhan dan bandar udara kecuali dari terminal ke terminal. Dalam artian bahwa Angkutan Pemadu Moda merupakan angkutan yang memiliki asal dan tujuan dari simpul yang berbeda yang berfungsi sebagai angkutan yang mengintegrasikan/memadukan berbagai moda untuk memudahkan penumpang yang akan menggunakan berbagai jenis moda angkutan dalam perjalanannya menuju tempat tujuannya.

Dalam dokumen Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap (2009), ada 3 (tiga) strategi utama yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca di sektor

transportasi. Strategi-strategi ini bisa dikombinasikan untuk mendapatkan sejumlah perbaikan dan manfaat bersama. Strategi-strategi tersebut antara lain :

- *Avoid* (hindari), yaitu hindari atau kurangi perjalanan atau kebutuhan untuk perjalanan
- *Shift* (alihkan), yaitu beralih ke moda transportasi yang lebih ramah lingkungan
- *Improve* (tingkatkan), yaitu meningkatkan efisiensi energi dari moda transportasi dan teknologi kendaraan.

2.2 Tinjauan Teknis

2.2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, dimana data diperoleh dari beberapa instansi terkait antara lain : Dinas Perhubungan Provinsi Sumbar, Bappeda Provinsi Sumbar dan Angkasa Pura.

2.2.2 Teknik Analisis

Penelitian ini adalah penelitian lanjutan dengan menggunakan formula matematis dari Kementerian Bappenas. Adapun formula yang digunakan untuk mendapatkan Emisi CO₂ adalah sebagai berikut :

$$\text{Emisi CO}_2 \text{ per Tahun (T CO}_2\text{)} = [P1 \times P2 \times P3]/1000$$

Keterangan :

P1 = jumlah kendaraan pribadi

P2 = Konsumsi bahan bakar

P3 = Faktor Emisi (Bensin : 2,6 kg CO₂/liter)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Penggunaan Moda Dari/Ke Bandara Internasional Minang Kabau (BIM)

Angkutan Pemadu adalah jenis angkutan khusus yang melayani penumpang dari dan/atau ke terminal , stasiun kereta api, pelabuhan dan bandar udara kecuali dari terminal ke terminal. Angkutan Pemadu Moda berfungsi sebagai angkutan yang mengintegrasikan / memadukan berbagai moda untuk memudahkan penumpang yang akan menggunakan berbagai jenis moda angkutan dalam perjalanannya menuju tempat tujuannya.

Angkutan Pemadu Moda salah satu jenis angkutan yang digunakan oleh Penumpang Angkutan Udara untuk melayaninya dari asal dan tujuan. Selain Angkutan Pemadu Moda, alat transportasi lain yang banyak digunakan oleh Penumpang Angkutan Udara adalah Mobil Pribadi, Angkutan Umum, Sepeda Motor, Rinciannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Penggunaan Moda ke Bandara

No	Kecendrungan Responden Bepergian	Jumlah	Persentase
1	Secara Individu dengan Mobil Pribadi	276	26,95
2	Secara Individu dengan Angkutan Umum	436	42,58
3	Secara Rombongan dengan Mobil Pribadi	192	18,75
4	Secara Rombongan dengan Angkutan Umum	103	10,06
5	NA	17	1,66
Total	1024	100,00	

Sumber : Momon, Gusri Y, F. Miro, Yudi Indra Sani, 2013

Tabel 2 Penggunaan Moda dari Bandara

No	Kecendrungan Responden Bepergian	Jumlah	Persentase
1	Secara Individu dengan Mobil Pribadi	214	20,90
2	Secara Individu dengan Angkutan Umum	416	40,63
3	Secara Rombongan dengan Mobil Pribadi	170	16,60
4	Secara Rombongan dengan Angkutan Umum	87	8,50
5	NA	137	13,38
Total	1024	1000	

Sumber : Momon, Gusri Y, F. Miro, Yudi Indra Sani, 2013

Tabel diatas menunjukkan bahwa alat transportasi paling banyak digunakan oleh penumpang angkutan udara adalah sebesar 40-42% dari total penumpang yang ada. Jumlah tersebut merupakan jumlah tertinggi dibanding dengan alat transportasi lain. Diantara jenis moda angkutan umum yang digunakan oleh penumpang angkutan udara adalah taksi, damri, serta AKDP. Umumnya penumpang angkutan udara BIM yang menggunakan angkutan umum bepergian secara rombongan.

Kemudian pada tabel 2, alat transportasi yang digunakan oleh penumpang angkutan udara yang ingin menuju kota/kab adalah mobil pribadi, dimana persentasenya sebesar 37 - 45% dari total penumpang angkutan udara menggunakan mobil pribadi baik yang bepergian secara individu maupun secara rombongan. Penumpang Angkutan Udara BIM yang bepergian secara rombongan, rata-rata akupansi mobil pribadi sebesar 2,5 orang.

Besarnya penggunaan mobil pribadi tentu menjadi perhatian pemerintah agar penumpang BIM mau beralih ke layanan Angkutan Umum salah satunya adalah Angkutan Pemadu Moda. Salah satu tujuan pengembangan Angkutan Pemadu Moda adalah dapat mengurangi penggunaan mobil pribadi sehingga juga dapat mengurangi emis gas rumah kaca yang disebabkan oleh emisi gas buang transportasi.

3.2 Jumlah CO₂ Yang Dihasilkan Oleh Mobil Pribadi

3.2.1 Populasi Penggunaan Mobil Pribadi

Pada tahun 2016, Penumpang Angkutan Udara Internasional Minangkabau adalah sebesar 3.673.552 orang dengan komposisi jumlah kedatangan dan keberangkatan adalah sebesar 1.826.009 orang dan 1.847.543 orang. Sebagaimana diketahui bahwa penggunaan mobil pribadi adalah berkisar 37-45% dari total Penumpang Angkutan Udara, namun dari persentase tersebut ada yang bepergian secara individu dan rombongan. Untuk melihat perkiraan populasi penggunaan mobil pribadi dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 3 Populasi Penggunaan Mobil Pribadi Dari/Ke BIM Tahun 2016

No	Uraian	Jumlah	individu	Jumlah	Rombongan (okupansi 2,5 orang)	Jumlah
1.	Kedatangan	1.826.009	26,95%	492.167	18,75%	136.951
2.	Keberangkatan	1.847.543	20,90%	386.107	16,60	122.689
	Jumlah	3.673.552		878.274		259.640

Sumber : Hasil Analisis

Tabel diatas menunjukkan bahwa penggunaan mobil pribadi oleh penumpang BIM adalah sebesar 1.137.914 penumpang atau 31% dari total Penumpang Angkutan Udara. Besarnya penggunaan mobil pribadi akan menjadi linear terhadap emisi CO₂ yang dikeluarkan. Jumlah Emisi CO₂ mobil pribadi dapat dilihat pada paragraf berikut.

3.2.2 Emisi CO₂ Yang Dikeluarkan

Perhitungan CO₂ yang dikeluarkan oleh emisi gas buang transportasi dipengaruhi oleh seberapa besar konsumsi bahan bakar yang digunakan. Kemudian konsumsi bahan bakar juga dipengaruhi oleh seberapa jauh jarak yang ditempuh oleh penumpang angkutan bandara. Untuk itu dalam perhitungan emisi CO₂ mobil pribadi, terlebih dahulu mengetahui jarak perjalanan Penumpang Angkutan Udara dan kebutuhan konsumsi bahan bakar. jarak perjalanan dan kebutuhan konsumsi Bahan Bakar ke BIM dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4 Asal/Tujuan Perjalanan dan Jarak Perjalanan

No	Asal/Tujuan Perjalanan	Jarak	Liter
1	Agam	99	9,9
2	Bukittinggi	76	7,6
3	Dharmasraya	239	23,9
4	Mentawai	23	2,3
5	Padang	23	2,3

6	Padang Panjang	57	5,7
7	Pariaman/Kab. Pd. Pariaman	41	4,1
8	Pasaman	153	15,3
9	Pasaman Barat	161	16,1
10	Payakumbuh /50 Kota	109	10,9
11	Pesisir Selatan	100	10
12	Sawahlunto	119	11,9
13	Sijunjung	150	15
14	Solok	87	8,7
15	Tanah Datar	87	8,7
	Jumlah		

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Selanjutnya perhitungan emisi CO₂, faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi yang dikeluarkan oleh Pertamina (2006) yakni 2,6 kg CO₂/liter dengan menggunakan bensin. Sebelum melakukan perhitungan emisi CO₂ terlebih dahulu menentukan jumlah mobil pribadi yang terdistribusi ke masing-masing Kabupaten/Kota. Berdasarkan hasil analisis, distribusi perjalanan mobil pribadi dari/ke BIM dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5 Distribusi Penggunaan Mobil Pribadi

No	Asal/Tujuan Perjalanan	Jumlah	%	Distribusi Mobil Pribadi
1	Agam	7	0,70	7.950
2	Bukittinggi	133	13,27	151.041
3	Dharmasraya	12	1,20	13.628
4	Mentawai	11	1,10	12.492
5	Padang	485	48,40	550.787
6	Padang Panjang	35	3,49	39.747
7	Pariaman/Kab. Pd. Pariaman	78	7,78	88.580
8	Pasaman	19	1,90	21.577
9	Pasaman Barat	6	0,60	6.814
10	Payakumbuh /50 Kota	75	7,49	85.173
11	Pesisir Selatan	26	2,59	29.527
12	Sawahlunto	11	1,10	12.492
13	Sijunjung	5	0,50	5.678
14	Solok	80	7,98	90.851
15	Tanah Datar	19	1,90	21.577
No	Jumlah	1002	100	137.914

Sumber : Hasil Analisa

Tabel diatas menunjukkan bahwa Padang dan Bukittinggi memiliki bangkitan dan tarikan yang palig tinggi, dimana jumlah kendaraan dari/ke bandara adalah sebesar 550.787 dan 151.041. Bersarnya jumlah kendaraan pribadi dari/ke Padang dan Bukittinggi berbanding linear terhadap emisi yang dikeluarkan. Untuk mengetahui jumlah emisi CO₂ Penumpang Angkutan Udara yang menggunakan mobil pribadi dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 6 Jumlah Emisi CO₂ Mobil Pribadi Penumpang Angkutan Udara

No	Asal/Tujuan Perjalanan	Distribusi Mobil Pribadi	Liter	Emisi CO ₂ (Kg)
1	Agam	7.950	9,9	204.633
2	Bukittinggi	151.041	7,6	2.984.570
3	Dharmasraya	13.628	23,9	846.844
4	Mentawai	12.492	2,3	74.702
5	Padang	550.787	2,3	3.293.706
6	Padang Panjang	39.747	5,7	589.051
7	Pariaman/Kab. Pd. Pariaman	88.580	4,1	944.263
8	Pasaman	21.577	15,3	858.333
9	Pasaman Barat	6.814	16,1	285.234
10	Payakumbuh /50 Kota	85.173	10,9	2.413.803
11	Pesisir Selatan	29.527	10	767.702
12	Sawahlunto	12.492	11,9	386.502
13	Sijunjung	5.678	15	221.442
14	Solok	90.851	8,7	2.055.050
15	Tanah Datar	21.577	8,7	488.072
	Jumlah	137.914		16.413.907
				16.413 ton CO _{2e}

Sumber : Hasil Analisi

Tabel 6 diatas menunjukan bahwa jumlah emisi CO₂ yang dikeluarkan mobil pribadi dari/ke bandara adalah sebesar 16.413.907 kg atau 16.413 ton CO_{2e}. Jumlah emisi CO₂ terbesar berasal dari/ke Kota Padang dengan jumlah emisi CO₂ 3.293.706 kg, kemudian disusul oleh Kota Bukittinggi, Payakumbuh/50 Kota dan Solok. Dilihat tabel tersebut penyumbang emisi CO₂ umumnya penumpang yang berasal dari daerah kota. Hal ini menggambarkan bahwa tingkat kesejahteraan kota lebih tinggi dari daerah kabupaten sehingga berdampak pada tingginya kepemilikan kendaraan dan perilaku dalam penggunaan moda

Untuk mengurangi emisi CO₂ yang berdampak terhadap pencemaran kualitas udara maka pemerintah perlu mengembangkan transportasi yang sustainable atau yang berkelanjutan. Diantara Angkutan Umum yang dikembangkan adalah Angkutan Pemandu Moda yang melayani dari/ke Bandara. Pengembangan

Angkutan Pemadu harus memberhatikan *behaviour* serta *willingnes* (kemauan) penumpang angkutan udara. Hal ini penting agar penumpang angkutan udara yang selama ini menggunakan mobil pribadi dapat beralih ke Angkutan Pemadu Moda yang *sustainable*.

3.3 Dampak Pengembangan Angkutan Pemadu terhadap Penurunan Emisi CO₂

Salah satu hasil riset momon, etc (2013), Pengembangan Model Sistem Integrasi Angkutan Pemadu Moda BIM, merekomendasi 4 (empat) koridor trayek Angkutan Pemadu dalam mendukung konektifitas Bandara Internasional Minangkabau. Diantara 4 (empat) koridor trayek tersebut terdapat 1 (satu) trayek eksisting yang telah dimodifikasi jenis moda dan pelayanannya . Adapun 4 (empat) koridor trayek tesebut adalah sebagai berikut :

1. Bandara Internasional Minangkabau – Padang
2. Bandara Internasional Minangkabau – Bukittinggi – Payakumbuh
3. Bandara Internasional Minangkabau – Pariaman
4. Bandara Internasional Minangkabau - Solok

Jenis moda dan pelayanan Angkutan Pemadu Moda merupakan jenis pelayanan yang diinginkan oleh penumpang angkutan Udara. Untuk melihat *willingnes* pengguna kendaraan pribadi, peneliti sebelumnya menggunakan survei stated preference dengan menawarkan moda virtual. Spesifikasi moda virtual yang ditawarkan adalah Angkutan Pemadu *Super Executif, AC, 27 sheet, Reclening Sheet*, memiliki bagasi, asuransi, jadwal teratur. Moda *virtual* yang ditawarkan adalah untuk mengetahui seberapa besar pengguna kendaraan pribadi beralih ke Angkutan Pemadu. Tentu tidak semua pengguna kendaraan beralih ke Angkutan Pemadu, berdasarkan hasil survei *stated prefrence*, persentase *captive user* pengguna mobil pribadi adalah sebesar 61%, sehingga probabilitas mobil pribadi beralih ke Angkutan Pemadu Moda adalah sebesar 39%. Persentase ini tidak hanya memperlihatkan magnitud dari *demand* terhadap Angkutan Pemadu Moda, tapi juga sebagai indikasi awal bahwa persentase kendaraan pribadi di jalan raya dapat dikurangi dengan peralihan pengguna kendaraan pribadi ke Angkutan Pemadu Moda. Disamping itu, jumlah perjalanan pun dapat dikurangi sehingga dapat mengurangi konsumsi BBM dan emisi CO₂

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat diketahui jumlah mobil pribadi yang berlalih ke Angkutan Pemadu Moda. Pengguna mobil pribadi yang beralih ke Angkutan Pemadu Moda dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7 *Captive dan Choice User* Mobil Pribadi

No	Koridor	Jumlah	<i>Captive</i> (59%)	<i>Choice User</i> (39%)
1	BIM – Padang	592.806	349.756	231.194

2	BIM - Bukittinggi – Payakumbuh	327.065	192.968	127.555
3	BIM – Pariaman	95.394	56.282	37.204
4	BIM – Solok	122.649	72.363	47.833
	Jumlah	1.137.914	671.369	443.786

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 7 diatas menunjukkan bahwa probabilitas kendaraan pribadi beralih ke Angkutan Pemadu Moda adalah sebesar 443.786 kendaraan. Dengan dilakukan Pengembangan dan Perbaikan jenis pelayanan Angkutan Pemadu Moda maka potensi demand Angkutan Pemadu Moda adalah sebagai berikut :

Tabel 8 *Modeshare* Mobil Pribadi ke Angkutan Pribadi

No	Koridor	Probilitas Pemilihan Moda	<i>Mode share</i> ke Pemadu Moda
1	BIM – Padang	85	196.515
2	BIM - Bukittinggi – Payakumbuh	91	116.075
3	BIM – Pariaman	81	30.135
4	BIM – Solok	81	38.745
	Jumlah		381.470

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 8 diatas menunjukkan bahwa Mobil pribadi yang beralih ke Angkutan Pemadu Moda adalah sebesar 381.470 kendaraan pribadi, sehingga ketika Angkutan Pemadu Moda beroperasi maka emisi CO₂ dapat berkurang. Besaran pengurangan emisi CO₂ akibat dari pengoperasi Angkutan Pemadu dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 9 Pengurangan Emisi

No	Koridor	Liter	<i>Mode share</i> ke Pemadu Moda	Emisi CO ₂ (Kg)
1	BIM – Padang	2,3	196.515	1.175160
2	BIM - Bukittinggi – Payakumbuh	7,6	116.075	2.293642
3	BIM – Pariaman	4,1	30.135	321.240
4	BIM – Solok	8,7	38.745	876.412
	Jumlah		381.470	4.666.454
				4.666 Ton CO ₂ e

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 9 diatas menunjukkan bahwa terjadi penurunan emisi CO₂ sebesar 4.666.454 kg atau 4666 ton CO₂ *equivalent*. Koridor Angkutan Pemadu Moda yang paling banyak menyumbang pengurangan emisi adalah koridor BIM - Bukittinggi – Payakumbuh dengan penurunan emisi sebesar 2.293642 kg atau 2.293 4666 ton

CO₂ *equivalent*. Dari aspek lingkungan koridor 2 sangat baik untuk dikembangkan sehingga perlu segera untuk mengimplementasikannya.

Secara keseluruhan dampak pengoperasian Angkutan Pemadu dapat menurunkan emisi sebesar 28,42% dari total emisi yang disumbangkan mobil pribadi yang melakukan perjalanan dari/ke Bandara.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada sub bab sebelumnya maka simpulan dari Karya Tulis ini adalah Angkutan Pemadu Moda mempunyai peran penting dalam menurunkan emisi CO₂. Untuk itu dalam pengembangan atau pengoperasian Angkutan Moda perlu memperhatikan *behaviour* atau *willingnes* pengguna moda. Dengan melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas maka pengguna mobil pribadi mau beralih ke Angkutan Pemadu Moda. Pengembangan Angkutan Pemadu Moda bukan hanya berdampak terhadap penurunan emisi CO₂ namun juga berdampak terhadap penghematan biaya perjalanan. Untuk itu perlu percepatan implementasi pengoperasian Angkutan Pemadu Moda oleh Pemerintah Provinsi dengan melakukan advokasi dan sosialisasi kepada perusahaan swasta yang bergerak dibidang angkutan sehingga menarik minat pengusaha untuk berinvestasi dalam pengembangan Angkutan Pemadu Moda. Untuk mempertahankan keberlanjutan pengoperasian maka perlu menjaga standar pelayanan terkait standar teknis kendaraan, emisi gas buang yang lebih ketat, penggunaan *air conditioner* (AC), standar Operasional, rute jam operasi dan umur kendaraan dan standar lain yang mendukung kualitas pelayanan

5. DAFTAR PUSTAKA

- , 2003, Keputusan Menteri Perhubungan nomor KM.35 tahun 2003 tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang di Jalan dengan Kendaraan Umum, Jakarta
- Badan Pusat Statistik, 2013, Data Statistik, Jakarta
- Center for Sustainable Development. 1997. Definition and Vision of Sustainable Transportation. Toronto, Canada
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2014, Pedoman Perencanaan Mobilitas Perkotaan di Indonesia, Jakarta
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2013, Petunjuk Teknis Pemantauan, Evaluasi dan Pelaporan Pelaksanaan RAD-GRK, Jakarta
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2009, Climate Change Sectoral Roadmap (2010), Jakarta
- Momon, Gusri Y, F. Miro, Yudi Indra Sani, 2013, Pengembangan Model Sistem Integrasi Angkutan Pemadu Moda, Bappeda Provinsi Sumatera Barat, Padang

- Ofyar Z. Tamin, 2007, Menuju Terciptanya Sistem Transportasi Berkelanjutan Di Kota-Kota Besar Di Indonesia, Jurnal Transportasi, Penerbit Universitas Katolik Parahyangan, 7 (2) : 87 – 104
- Ofyar Tamin, 2008, Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi : Teori, Contoh Soal dan Aplikasi, Penerbit ITB, Bandung
- Pearmin, D. and Kroes, E., 1990, Stated Preference Techniques, A Guide To Practice, Steer Davis & Gleave Ltd., Richmond

ANALISIS RISIKO BENCANA TANAH LONGSOR SEBAGAI DASAR DALAM MITIGASI BENCANA DI DESA SELOPAMIORO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA, INDONESIA

Sri Aminatun¹ dan Yunalia Muntafi²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang km.14,5 Yogyakarta 55584, Indonesia, email: sri.aminatun@uii.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang km.14,5 Yogyakarta 55584, Indonesia, email: yunalia@uii.ac.id

ABSTRACT

Selopamioro Village, Bantul, Special Region of Yogyakarta is one of the villages that are vulnerable to landslides because it is located in the ridge morphology to the hills in the eastern region of Bantul Regency. The typical of slopes that generally consist of tuffs of thin to moderate weathering thickness and have relatively low density (relatively loose) produce cracks that are sufficiently dense, making it easy to muddy if there is a triggering factor, rain or vibration from the earth. The risk assessment of landslide in Selopamioro village is very important to do as a basis for disaster mitigation. This study aims to identify the number of houses in the landslide threat zone, calculate the risk value and determine the disaster mitigation program in each of these risk zones. This study uses descriptive method with qualitative approach combined with quantitative method. Research begins by investigating the number of homes in each zoning, then performing weighting, calculating risk and presenting it to the map. Primary and secondary data sources are obtained through interviews and documentation. The study results show that 1) the number of houses in high risk zones is 336 houses and in the medium one is 183 houses, Selopamioro villages have high threat, medium to high vulnerability, and medium capacity, meaning medium to high risk; 3) the recommended mitigation form for high risk zones is relocation, while for medium risk zone is the construction of retaining wall, drainage channel and tree planting.

Keywords : *landslide, disaster mitigation, risk analysis, landslide risk zonation*

ABSTRAK

Desa Selopamioro, Bantul, DI. Yogyakarta merupakan salah satu desa yang rawan longsor karena terletak di morfologi punggung ke perbukitan di wilayah timur Kabupaten Bantul. Tipikal lereng yang umumnya terdiri dari tufs dengan ketebalan pelapukan tipis hingga sedang dan memiliki kerapatan relatif rendah (relatif gembur) menghasilkan retakan yang cukup padat, sehingga mudah terjadi longsor jika ada faktor pemicu, baik itu hujan atau getaran dari bumi. Kajian risiko bencana tanah longsor di desa tersebut sangat penting untuk dilakukan sebagai dasar dalam mitigasi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jumlah rumah penduduk yang berada di zona ancaman longsor, menghitung nilai risikonya dan menentukan program mitigasi bencana yang harus dilakukan pada masing-masing zona risiko tersebut. Metode yang

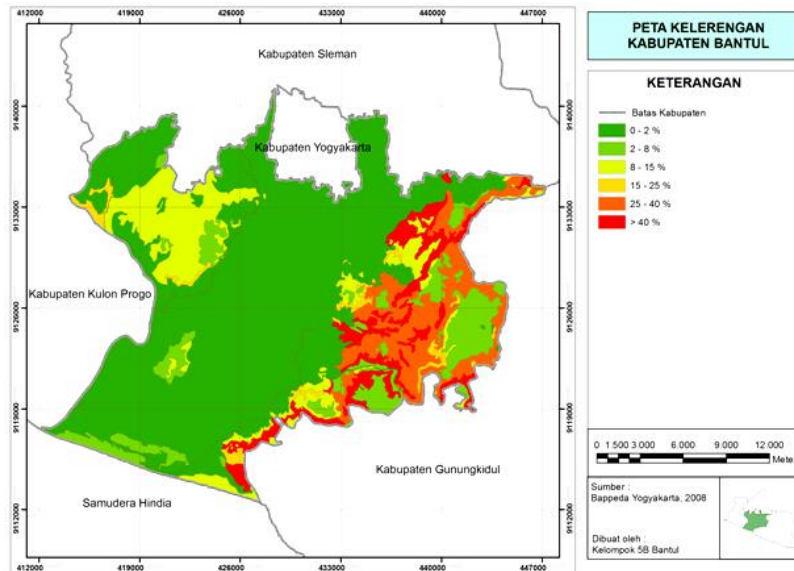
digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang dikombinasikan dengan metode kuantitatif. Penelitian diawali dengan melakukan investigasi jumlah rumah di masing-masing zonasi, kemudian melakukan pembobotan, perhitungan risiko dan menyajikannya ke dalam peta. Sumber data yang digunakan adalah sumber data primer dan sekunder melalui wawancara dan dokumentasi. Hasil studi menunjukkan bahwa 1) jumlah rumah di zona berisiko tinggi adalah 336 rumah dan di zona risiko sedang adalah 183 rumah, 2) desa Selopamioro memiliki ancaman yang tinggi, kerentanan sedang hingga tinggi, dan kapasitas menengah, yang berarti memiliki risiko sedang hingga tinggi, 3) bentuk mitigasi yang direkomendasikan untuk zona risiko tinggi adalah relokasi, sedangkan untuk zona risiko sedang adalah pembangunan dinding penahan tanah, saluran drainasi dan penanaman pohon.

Kata Kunci : tanah longsor, mitigasi bencana, analisis risiko, peta risiko tanah longsor

1. PENDAHULUAN

Bencana longsor diakibatkan proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan bergeraknya masa tanah dan atau batuan ke tempat/daerah yang lebih rendah. Bergeraknya masa tanah dapat dipicu dari curah hujan, jenis tanah dan gempa bumi. Titik-titik rawan longsor di Kabupaten Bantul cukup banyak, salah satunya karena Kabupaten Bantul terletak pada apitan bukit. Di sebelah timur adalah bukit patahan batur agung yang memiliki potensi untuk terjadi longsor sedangkan di sebelah barat juga terdapat bukit dengan ketinggian 100-200 meter *dpl* yang juga rawan terjadi longsor.

Kawasan-kawasan yang rawan longsor terdapat pada sebagian Kecamatan Piyungan, Pleret, Imogiri, Pundong, Sedayu, dan sebagian kecil Kecamatan Pajangan. Sebagian kawasan yang berada di kecamatan-kecamatan tersebut masuk kedalam kawasan rawan longsor dikarenakan di kecamatan tersebut terdapat bukit-bukit yang cukup berpotensi terjadi longsor. Desa Selopamioro Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul merupakan salah satu desa di Kabupaten Bantul di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang merupakan daerah rawan terhadap tanah longsor. Peta tingkat kelerengan yang ada di Kabupaten Bantul secara lebih detail disajikan dalam peta pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Tingkat Kelerengan Kabupaten Bantul (BPBD Bantul, 2011)

Berdasarkan kondisi kelerengan Kabupaten Bantul, terdapat sejumlah 16 desa dari 75 desa yang ada di Kabupaten Bantul berada di daerah rawan longsor. Berdasarkan penelitian terdahulu dan atas dasar pengamatan lapangan, secara garis besar stratigrafi daerah Pegunungan Selatan dapat dinyatakan dalam dua macam urutan, yang pertama adalah stratigrafi bagian barat, yang pada dasarnya bersumber kepada hasil penelitian Bothe (1929), sedangkan urutan stratigrafi pada bagian timur yaitu bagian yang terletak di sebelah selatan dan tenggara depresi (graben) Wonogiri-Baturetno. Urutan stratigrafi mulai dari tua ke muda adalah: formasi Kebo-Butak, formasi Semilir, formasi Nglanggran, formasi Sambipitu, formasi Oya, formasi Wonosari, dan formasi Kepek.

Berdasarkan data tersebut, dalam rangka pengurangan risiko bencana tanah longsor yang ada di kabupaten Bantul, maka diperlukan kajian analisis risiko bencana tanah longsor sesuai dengan Undang Undang Penanggulangan Bencana No.24 tahun 2007 dan *United Nation-International Strategi for Disaster Reduction* (UN-ISDR), 2007 dalam rangka mengimple-mentasikan Kerangka Kerja Sendai untuk Pengurangan Risiko Bencana (2015-2030).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui jumlah rumah (Kepala Keluarga) yang berada di masing-masing zona risiko bencana (merah, kuning, hijau) dan mengetahui nilai masing-masing parameter sebagai penentu nilai risiko bencana tanah longsor di desa Selopamioro Kecamatan Imogiri. Kemudian menentukan program mitigasi bencana yang harus dilakukan pada masing-masing zona risiko tersebut.

2. KAJIAN TERDAHULU

Dalam pelaksanaan kajian analisis risiko bencana dengan melakukan pemetaan risiko bencana belum ada standarisasi yang baku dalam penyusunan peta risiko

bencananya sehingga setiap lembaga atau institusi memiliki metode yang berbeda. Begitu pula dengan pengkajian analisis risiko bencana longsor yang dilakukan pada Desa Selo Pamioro.

Kajian pemetaan risiko bencana longsor pada penelitian ini memiliki kriteria dan parameter tertentu yang mungkin tidak jauh berbeda dengan lembaga-lembaga dan institusi-institusi lain tetapi tetap memiliki prinsip parameter kajian peta dasar yang sama. Beberapa penelitian yang telah dilakukan dan dijadikan referensi pada penelitian ini antara lain sebagai berikut ini.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Hasan, F., Magister Pengelolaan Bencana Alam, Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta tahun 2008 dengan judul Evaluasi Risiko Runtuhan Batuan Di Sebagian Dusun Gunung Kelir Kecamatan Girimulyo Kabupaten Kulonprogo.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Haryanto, D., Magister Pengelolaan Bencana Alam, Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
3. Tahun 2009 dengan judul Kajian Risiko Tanah Longsor Di Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Badan Perencana Daerah (BAPEDA) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2008 dengan judul Metode Pemetaan Risiko Bencana Prov. Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil penelitian adalah peta risiko bencana prov. DIY secara global.
5. Penelitian oleh Pusat Studi Bencana UPN Veteran Yogyakarta dengan topik Pemetaan Risiko Bencana, Yogyakarta tahun 2009.

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut masih dalam bentuk global, sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih detail terkait kajian risiko bencana, untuk mengetahui jumlah rumah yang berada di masing-masing zona risiko, khususnya bencana tanah longsor.

3. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang dikombinasikan dengan metode kuantitatif. Penelitian diawali dengan melakukan investigasi jumlah rumah di masing-masing zonasi, kemudian melakukan pembobotan, perhitungan risiko dan menyajikannya ke dalam peta.

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan tahap-tahap berikut ini.

- a. Observasi dengan cara melakukan pengamatan langsung dan melakukan pengukuran.
- b. Wawancara dan FGD (*Focus Group Discussion*) dengan cara berdialog *face to face* atau diskusi kelompok terarah dengan para *key informan* yang

terdiri dari warga setempat, tokoh masyarakat, tokoh perempuan dan pemuda, aparat terkait di tingkat desa, kecamatan dan kabupaten.

c. Dokumentasi dengan cara mengumpulkan data sekunder berupa dokumen-dokumen yang diperlukan sebagai bahan kajian, termasuk dokumen kajian yang telah disusun sebelumnya.

d. Melakukan *assessment* atau kajian secara langsung di daerah kajian dengan mengisi *form* yang telah dipersiapkan dengan parameter-parameter yang telah ditentukan.

3.2 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara sebagai berikut ini.

- 1) Menginventarisasi dan mengklasifikasi data yang telah diperoleh berdasarkan masing-masing parameter.
- 2) Data yang telah diinventrisasi dan diklasifikasi berdasarkan masing-masing parameter tersebut selanjutnya ditentukan tingkat dan besarnya indikator yang didapat.
- 3) Tingkat dan besarnya indikator yang telah dikelompokkan kemudian ditabelkan.
- 4) Dari masing-masing titik lokasi yang telah ditabelkan kemudian ditentukan tingkat kerawanan masing-masing titik lokasi.
- 5) Dari tingkat kerawanan yang ditentukan kemudian dianalisis berupa analisis ancaman, *vulnerability*/ kerentanan dan kapasitas masyarakat.
- 6) Dari analisis tingkat kerawanan tersebut kemudian dianalisis tingkat risiko kerawanan bencana longsor dari posisi titik yang telah dikaji.
- 7) Dari analisis ancaman dan risiko yang telah didapatkan kemudian dilakukan proses pemetaan berdasarkan analisis tersebut yang didukung oleh peta geologi, peta kemiringan lereng, peta curah hujan dan peta tata guna lahan.
- 8) Dengan proses pemetaan yang dilakukan dengan beberapa peta dukungan kemudian peta-peta tersebut di *overlay* dengan menggunakan data *spatial geotaphical information system* dengan program *arcgis*.
- 9) Peta yang akan dihasilkan akan menunjukkan risiko bencana tanah longsor.

3.3 Analisis Risiko Bencana

Kajian risiko bencana longsor didasarkan pada tiga parameter sesuai formula yang disepakati dalam Hyogo Framework for Action (HFA) sebagai berikut:

$$R = \frac{H}{C} \times V \quad (1)$$

dengan:

R = *Risk* (Risiko)

H = *Hazard* (Ancaman)

$C = Capacity$ (Kapasitas)

$V = Vulnerability$ (Kerentanan)

Dalam pelaksanaan kajian analisis risiko bencana longsor ini tidak hanya berdasarkan pertimbangan ilmiah semata tetapi juga mempertimbangan pola partisipatif yang melibatkan masyarakat sebagai subjek sekaligus objek kajian serta pemangku kepentingan di tingkat Desa dan Kabupaten. Hal ini dimaksudkan bahwa dalam melakukan kajian risiko bencana tidak hanya bersifat parsial tetapi juga dilakukan secara holistik sebagai bentuk pembelajaran bersama.

3.3.1 Parameter Ancaman (*Hazard*)

Pembobotan parameter ancaman yang dilakukan berdasarkan Perka No.2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembobotan Parameter Ancaman Tanah Longsor

No.	Parameter	Bobot	Skor Maks	Skor Min
1	Kelas Tekstur Tanah	1	3	1
2	Ketebalan solum Tanah	1	3	1
3	Tingkat Pelapukan Batuan	1	3	1
4	Kemiringan Lereng	5	15	5
5	Jenis Morfologi	3	9	3
6	Sejarah longsor	1	3	1
7	Kerapatan <i>Vegetative</i>	1	3	1
8	Penggunaan Lahan	1	3	1
9	Data curah hujan	1	3	1
Total		15	45	15

Penilaian dari pembobotan parameter pengaruh tanah longsor dilakukan dengan *Weighted Method* yaitu dengan memperhitungkan jumlah nilai maksimal pembobotan dikurangi dengan jumlah nilai minimal pembobotan. Hasil pengurangan ini dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan yang dalam hal ini kita membaginya menjadi 3 kelas kemudian akan dihasilkan interval skor kriteria bahaya sebagai berikut:

$$Interval = \frac{Skor Max - Skor Min}{3}$$

$$Interval = \frac{45 - 15}{3} = 10$$

Berdasarkan hasil skor tersebut, dapat dibuat interval zona ancaman seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Interval Pembobotan Ancaman

Inteval Skor	Kriteria	Kelas (Zona)
15 -24	Rendah	Hijau
25 – 34	Sedang	Kuning
35 – 45	Tinggi	Merah

3.3.2 Parameter Kerentanan

Aspek kerentanan dinilai berdasarkan beberapa unsur yang berpengaruh terhadap risiko yang akan terjadi. Pembobotan parameter kerentanan dilakukan berdasarkan Perka No.2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana yang secara detail disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pembobotan Parameter Kerentanan Tanah Longsor

No.	Unsur Yang Dinilai	Bobot	Nilai Maksimal	Nilai Minimal
1.	Jumlah Kepala Keluarga dalam satu rumah	1	3	1
2.	Jumlah anggota keluarga dalam satu rumah	1	3	1
3.	Status kepemilikan rumah	1	2	1
4.	Status kepemilikan lahan	1	2	1
5.	Luas lahan	1	3	1
6.	Jenis bangunan	3	9	3
7.	Penggunaan lahan lainnya	1	3	1
Total		9	25	9

Dengan menggunakan *Weighted Method* didapat interval skor kriteria risiko, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Interval} = \frac{\text{Skor Max} - \text{Skor Min}}{3}$$

$$\text{Interval} = \frac{25 - 9}{3} = 5,33\infty 5$$

Hasil interval pembobotan kerentanan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Interval Pembobotan Kerentanan

Inteval Skor	Kriteria	Kelas (Zona)
9 – 14	Rendah	Hijau
15 – 19	Sedang	Kuning
20 -21	Tinggi	Merah

3.3.3 Parameter Kapasitas

Pembobotan parameter kapasitas yang dilakukan berdasarkan Perka No.2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pembobotan Parameter Kapasitas Tanah Longsor

No	Unsur Yang Dinilai	Bobot	Nilai Maksimal	Nilai Minimal
1.	Jumlah Rumah Sakit, Puskesmas, Polindes	1	3	1
2.	Jumlah Sekolah	1	3	1
3.	Jumlah Tenaga Medis	1	3	1
4.	Kelembagaan PRB	1	3	1
5.	Marka/tanda Jalur Evakuasi	1	3	1
6.	Sistem Peringatan Dini	1	3	1
Total		6	18	6

Dengan menggunakan *Weighted Method* didapat interval skor kriteria risiko, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Interval} = \frac{\text{Skor Max} - \text{Skor Min}}{3}$$

$$\text{Interval} = \frac{18 - 6}{3} = 4$$

Hasil interval pembobotan kapasitas disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Interval Pembobotan Kapasitas

Inteval Skor	Kriteria	Kelas (Zona)
6 – 10	Rendah	Merah
11- 14	Sedang	Kuning
15 – 18	Tinggi	Hijau

3.3.4 Pembobotan Risiko Bencana

Pembobotan parameter risiko bencana yang dilakukan berdasarkan Perka No.2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pembobotan Risiko Bencana Tanah Longsor

No	Unsur Yang Dinilai	Nilai Maks	Nilai Min	Persentase/ faktor Pengali	Nilai Maks Akhir	Nilai Min Akhir
1.	Ancaman/ <i>Hazard</i>	45	15	0.5	22.5	7.5
2.	Kerentanan/ <i>Vulnerabilty</i>	25	9	0.3	7.5	2.7
3.	Kapasitas/ <i>Capacity</i>	15	6	0.2	3.6	1.2
Jumlah		88	30	6	33.6	11.4

Dengan menggunakan *Weighted Method* didapat interval skor kriteria risiko, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Interval} = \frac{\text{Skor Max} - \text{Skor Min}}{3}$$

$$\text{Interval} = \frac{33,6 - 11,4}{3} = 7,4$$

Dengan menggunakan *Weighted Method* didapat interval skor kriteria risiko pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Interval Pembobotan Risiko Bencana

Inteval Skor	Kriteria	Kelas (Zona)
26.3 – 33.6	Tinggi	Merah
18.9 – 26.2	Sedang	Kuning
11.4 – 18.8	Rendah	Hijau

3.4 Pemetaan Risiko Bencana

Dalam penyusunan pemetaan risiko bencana tanah longsor ini menggunakan 3 kelas skoring dan metode pembobotan untuk masing-masing parameter risiko bencana. *Software* yang digunakan pada pemetaan risiko bencana adalah *ArcGis*, Versi 9.3. *Software* ini digunakan untuk menghitung persentase kemiringan lereng, dan menghitung dan mengevaluasi unit, klas atau tipe mana dari setiap individu peta yang penting (berpengaruh) terhadap kejadian gerakan tanah.

Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No.1452/K/10/MEM/ 2000 tentang Pedoman Teknis Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah, pemetaan zona kerentanan tanah dapat dilakukan dengan pemetaan langsung, pemetaan tidak langsung dan metoda gabungan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembobotan Ancaman (*Hazard*)

Setelah melakukan pengharkatan dari masing-masing indikator dan parameter-parameter, masing-masing parameter diberi pembobotan berdasarkan besarnya pengaruh parameter tersebut terhadap ancaman bencana longsor yang terjadi. Hasil penilaian parameter ancaman kerawanan tanah longsor tersebut disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Penilaian Parameter Ancaman Kerawanan Longsor

No.	Parameter	Bobot	Skor	Jumlah
1	Kelas Tekstur Tanah	1	3	3
2	Ketebalan solum Tanah	1	2	2
3	Tingkat Pelapukan Batuan	1	3	3
4	Kemiringan Lereng	5	3	15
5	Jenis Morfologi	3	3	9
6	Sejarah longsor	1	2	2
7	Kerapatan Vegetasi	1	3	3

8	Penggunaan Lahan	1	3	3
9	Data curah hujan	1	2	2
Total				42

Berdasarkan hasil penilaian terhadap parameter ancaman bencana tanah longsor, diperoleh sebesar 42. Hal ini berarti bahwa Desa Selopamioro mempunyai kriteria ancaman yang tinggi sehingga termasuk dalam zona merah.

4.2 Pembobotan Kerentanan (*Vulnerability*)

Kerentanan adalah kondisi atau karakteristik biologis, ekonomi, sosial, budaya, politik, budaya, dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu yang mengurangi masyarakat untuk mencegah, meredam, mencapai kesiapan dan menanggapi dampak bahaya tertentu. Komponen kerentanan yang digunakan dalam metode ini meliputi komponen fisik, demografi, ekonomi dan lingkungan. Pembobotan-pembobotan tersebut ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Pembobotan Parameter Kerentanan Tanah Longsor

No.	Unsur Yang Dinilai	Bobot	Skor	Jumlah
1.	Jumlah Kepala Keluarga dalam satu rumah	1	2	2
2.	Jumlah anggota keluarga dalam satu rumah	1	3	3
3.	Status kepemilikan rumah	1	2	2
4.	Status kepemilikan lahan	1	2	2
5.	Luas lahan	1	1	2
6.	Jenis bangunan	3	2	6
7.	Penggunaan lahan lainnya	1	3	3
Total				20

Dari jumlah skor yang dihitung didapat nilai kerentanan sebesar 20 sehingga termasuk dalam zona merah, yaitu kriteria kerentanan tinggi Kapasitas (*Capacity*)

4.3 Pembobotan Kapasitas (*Capacity*)

Kapasitas/kemampuan adalah sumber daya, cara dan kekuatan yang dimiliki oleh masyarakat yang memungkinkan masyarakat untuk mempertahankan dan mempersiapkan diri, mencegah, menganggulangi, meredam serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana. Kapasitas masyarakat dapat berupa komponen fisik dan non fisik (sosial). Komponen fisik dan non fisik (sosial) tersebut diukur berdasarkan wilayah desa karena data spasial administrasi yang terkecil adalah desa. Pembobotan-pembobotan tersebut terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Penilaian Parameter Kapasitas Kerawanan Longsor

No	Unsur Yang Dinilai	Bobot	Skor	Jumlah
1.	Jumlah Rumah Sakit, Puskesmas, Polindes	1	2	2
2.	Jumlah Sekolah	1	3	3
3.	Jumlah Tenaga Medis	1	3	3
4.	Kelembagaan PRB	1	2	2
5.	Marka/tanda Jalur Evakuasi	1	2	2
6.	Sistem Peringatan Dini	1	3	3
Total				15

Dari jumlah skor yang dihitung didapat bahwa nilai kapasitas untuk desa Selopamioro adalah 15 sehingga Desa Selopamioro mempunyai kriteria kapasitas yang sedang dengan zona daerah kuning.

4.4 Hasil Analisis Risiko Bencana Tanah Longsor

Analisis risiko bencana tanah longsor merupakan gabungan dari 3 komponen utama yaitu ancaman (H), Kerentanan (V) dan kapasitas (C). Masing-masing total bobot dari ancaman, kerentanan dan kapasitas untuk risiko ini akan memiliki nilai yang berbeda. Dari Pembobotan nilai maksimal dan minimal dari masing masing ancaman, kerentanan dan kapasitas dijumlahkan kemudian diambil persentase dari masing-masing pembobotan tersebut terhadap jumlah total pembobotan. Dari persentase yang didapat kemudian dikalikan dengan masing-masing nilai maksimal dan minimal kriteria yang ditentukan. Hasil penilaian risiko bencana tanah longsor disajikan Pada Tabel 12.

Tabel 12. Penilaian Risiko Bencana Tanah Longsor

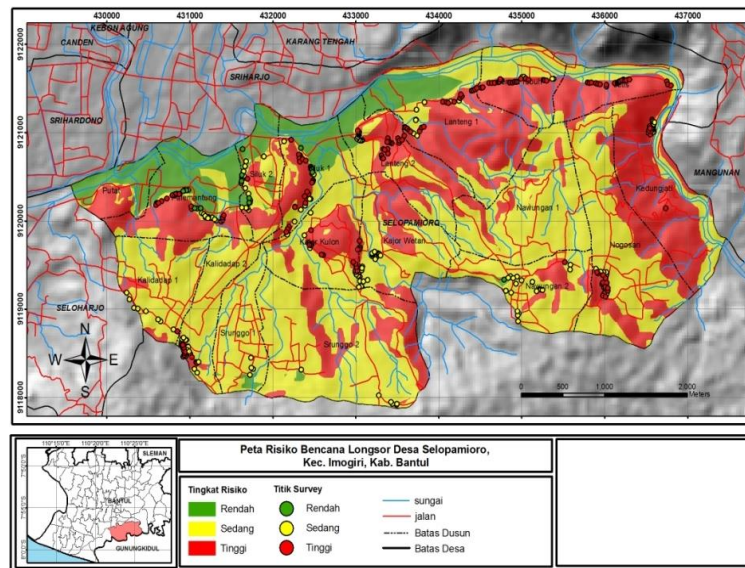
No	Nama Dusun	Data Jumlah Rumah (KK)											
		Zona Ancaman			Zona Kerentanan			Zona Kapasitas			Zona Risiko		
		Merah	Kuning	Hijau	Merah	Kuning	Hijau	Merah	Kuning	Hijau	Merah	Kuning	Hijau
1	Lanteng 2	32	0	0	1	3	0	0	1	2	17	15	0
2	Kajor wetan	35	0	0	0	7	0	0	0	3	26	9	0
3	Kajor Kulon	16	0	0	26	5	0	0	30	0	15	1	0
4	Lanteng 1	23	7	0	24	23	2	0	14	13	11	19	0
5	Lemah Rubuh	32	0	0	21	19	0	0	12	15	32	0	0
6	Jetis	56	0	0	1	2	0	0	1	2	58	0	0
7	Nogosari	15	19	0	0	7	0	0	2	5	14	24	0

8	Nawungan 2	10	26	0	16	5	0	0	16	5	4	32	0
9	Nawungan 1	14	9	0	14	13	0	0	14	33	9	14	0
10	Kali Dadap 1	11	3	0	0	7	0	0	0	5	34	3	0
11	Kali Dadap 2	36	3	0	6	5	0	0	16	5	11	5	0
12	Srunggo 1	10	0	0	14	13	0	0	4	11	1	9	0
13	Srunggo 2	12	0	0	11	9	0	0	15	12	4	8	0
14	Pelemantun	23	28	0	0	7	0	0	3	7	16	35	0
15	Siluk 1	59	2	0	5	5	0	0	7	20	52	9	0
16	Siluk 2	32	0	0	11	4	0	0	1	2	32	0	0
Total		416	97	0	150	134	2	0	136	140	336	183	0

4.5 Hasil Pemetaan Zona Risiko Bencana Tanah Longsor

Hasil pemetaan berdasarkan zona risiko bencana tanah longsor di desa Selopamioro, Imogiri, Bantul disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, sebagian besar wilayah di desa Selopamioro memiliki tingkat risiko bencana tanah longsor sedang hingga tinggi (zona kuning hingga merah).



Gambar 2. Peta Risiko Bencana Longsor Desa Selopamioro, Imogiri, Bantul

4.6 Rekomendasi Program Mitigasi Bencana

Berdasarkan hasil kajian risiko bencana tanah longsor di desa Selopamioro Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul, maka diperlukan program mitigasi dalam

rangka pengurangan risiko terkait bencana tanah longsor di wilayah tersebut. Program mitigasi yang direkomendasikan didasarkan pada hasil tingkatan zona risiko longsor di daerah tersebut yang berada di zona risiko sedang hingga tinggi. Berdasarkan masing-masing tingkatan risiko bencana, program mitigasi yang direkomendasikan adalah sebagai berikut:

1. Risiko tinggi

Pada wilayah berisiko tinggi, pengurangan risiko bencana berupa relokasi, yaitu memindah masyarakat dari wilayah berisiko tinggi ke tempat yang aman.

Adapun bangunan infrastruktur yang ada di lokasi relokasi tersebut adalah:

1) Rumah

Bangunan tersebut menggunakan konsep bangunan tahan gempa.

2) Jalan Evakuasi

Yang minimal memiliki 2 jalur sehingga kendaraan roda empat dapat berjalan berpapasan dengan baik.

3) Saluran drainasi di wilayah permukiman sehingga tidak ada genangan air yang mengganggu aktivitas masyarakat.

4) Tempat ibadah, agar memudahkan masyarakat melakukan ibadah di tempat pemukiman yang baru.

5) Pelatihan dan simulasi terkait bencana yang ada di wilayah setempat.

2. Risiko sedang

Pada wilayah berisiko sedang dibangun infrastruktur, yang antara lain:

1) Dinding penahan tanah

2) Saluran drainasi

3) Jalan Evakuasi

4) Penanaman pohon

5) Pelatihan dan simulasi

6) Pembentukan kelembagaan / FPRB

7) Pengkodean wilayah

8) Pemasangan Peringatan Dini

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Jumlah rumah yang berada di zona risiko merah adalah 119 rumah (KK), sedangkan zona risiko kuning sebanyak 136 rumah (KK).

2. Desa Selopamioro mempunyai nilai ancaman yang sedang hingga tinggi, kerentanan sedang hingga tinggi, dan kapasitas rendah hingga sedang, sehingga nilai risikonya adalah sedang hingga tinggi.

3. Untuk mengurangi nilai risiko diperlukan peningkatan kapasitas untuk mitigasi bencananya dalam bentuk fisik/ infrastruktur dan non-fisik sebagai berikut:

- a. Untuk wilayah yang berisiko tinggi direkomendasikan untuk relokasi ke tempat yang aman. Pembangunan rumah untuk relokasi dengan menggunakan konsep bangunan tahan gempa.
- b. Untuk wilayah yang berisiko sedang direkomendasikan adanya pembangunan dinding penahan tanah, saluran drainasi dan penanaman pohon.

6. REFERENSI

- BAPPEDA DIY. 2008, Metode Pemetaan Risiko Bencana Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bantul, 2011, Peta Tingkat Kelerengan Kabupaten Bantul, BPBD Bantul, Yogyakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), 2015, Kerangka Kerja Sendai untuk Pengurangan Risiko Bencana (2015-2030).
- BNPB, 2008, Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Republik Indonesia, No.4 tahun 2008 tentang Pedoman Rencana Penanggulangan Bencana.
- BNPB, 2012, Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Republik Indonesia, No.2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.
- Haryanto, D. 2009, Kajian Risiko Tanah Longsor Di Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah, Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hasan, F. 2008, Evaluasi Risiko Runtuhan Batuan Di Sebagian Dusun Gunung Kelir Kecamatan Girimulyo Kabupaten Kulonprogo, Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah No.21 tahun 2008, tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.
- Pusat Studi Bencana UPN Veteran Yogyakarta. 2009, Pemetaan Risiko Bencana.
- Undang-Undang Republik Indonesia No.24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- *United Nation-International Strategi for Disaster Reduction (UN-ISDR)*, 2007, Panduan untuk Mengimplementasikan Kerangka Kerja Sendai.

REFLEKSI KRITIS ATAS 'KETANGGUHAN MASYARAKAT' AKIBAT RELOKASI PASCA BENCANA: STUDI KASUS MENTAWAI, INDONESIA

Irina Rafliana¹, Ahmad Arif²

¹Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, *International Center for Interdisciplinary and Advanced Research (ICIAR)*, Jl. H. Juanda No. 18, Bogor. Email: irina_rafliana@hotmail.com

²Harian Kompas, Jl. Palmerah No. 22-28 Jakarta Email: arifkompas@gmail.com

ABSTRACT

The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SFDRR) had established one of its priorities towards 'Preparedness to Build Back Better'. This paper is aimed at contributing the framework on the urge for paradigm changes in policies and implementation of rebuilding livelihoods post disaster, of which includes aspects of planned and self-relocation. Practices on self-relocation and forced relocations are both observable in Mentawai islands, West Sumatera Province in Indonesia, particularly after the 2007 earthquake and 2010 tsunami. Furthermore, community relocations are taking place in Mentawai, responding to the scientifically claimed future threat of tsunamis. The community relocation in Mentawai had showed that there are actually some differences with the rehabilitation and reconstructions processes compared to Aceh after the 2004 tsunami, which tends to go back to the same affected areas. The relocation moving away from hazard areas in Mentawai can be found in two ways, the top-down approach initiated by the government, that triggered new problems, be it political or economic conflicts. On the other hand, self-relocation by communities seems to bare minimum conflict and issues. The comparison of these two cases can be an important lesson on towards understanding the concept of 'resilience' which are campaigned by various stakeholders in the interests of reducing disaster risks.

Keywords : forced relocation, planned/self-relocation, community resilience, disaster risk reduction, tsunami, Mentawai

ABSTRAK

Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SFDRR) menetapkan salah satu prioritasnya pada 'Kesiapsiagaan untuk Membangun Kembali Lebih Baik' (Preparedness to Build Back Better). Makalah ini dimaksudkan untuk memberikan gagasan bahwa Prioritas ke-4 dari SFDRR ini perlu mendorong perubahan paradigma dalam kebijakan dan implementasi pembangunan kembali kawasan pasca bencana, dimana salah satu aspeknya adalah relokasi terencana dan mandiri. Praktik relokasi mandiri maupun relokasi terpaksa bisa dilihat di Kepulauan Mentawai, Provinsi Sumatera Barat, khususnya setelah bencana gempa tahun 2007 dan tsunami tahun 2010. Selain itu, di Mentawai juga terjadi upaya relokasi masyarakat terkait ancaman gempa dari Mentawai Megathrust di masa datang. Upaya relokasi masyarakat Mentawai menjauh dari

pantai ini menunjukkan adanya pendekatan yang berbeda dengan pembangunan kembali Aceh setelah tsunami 2004 yang cenderung tetap menempati tapak bencana. Relokasi di Mentawai dilakukan dengan dua pendekatan berbeda, yaitu; pertama bersifat top down dari pemerintah atau kerap disebut dengan relokasi paksa, dan kedua relokasi karena kemauan warga sendiri. Relokasi top down yang diinisiasi pemerintah ternyata memunculkan banyak persoalan baru, baik konflik politik maupun ekonomi. Di sisi lain, relokasi mandiri yang dilakukan masyarakat terlihat lebih minim masalah. Perbandingan kedua kasus ini bisa menjadi pelajaran tentang konsep "ketangguhan masyarakat" yang tengah dikampanyekan oleh berbagai pihak untuk kepentingan pengurangan risiko bencana.

Kata Kunci : relokasi paksa, relokasi terencana, ketangguhan masyarakat, pengurangan risiko bencana, tsunami, Mentawai

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara yang berulang kali mengalami bencana alam, Indonesia telah berpengalaman memindahkan penduduknya dari zona bencana. Namun demikian, proses relokasi masyarakat dengan alasan menghindarkan dari risiko bencana berikutnya kerap memicu masalah baru.

Misalnya, dalam kasus korban bencana letusan Gunung Sinabung, Sumatera Utara, proses relokasi yang terlambat hingga bertahun-tahun harus berhadapan dengan penolakan masyarakat, bahkan memicu terjadinya konflik lahan. Satu orang warga tewas dan 19 orang terluka dalam demonstrasi warga menolak relokasi korban letusan Gunung Sinabung bentrokan dengan aparat keamanan (*Kompas*, 31 Juli 2016). Penolakan warga korban bencana maupun warga sekitar rencana lokasi yang baru, telah berulang kali terjadi. Hal ini kerap berujung pada konflik horisontal. Apalagi, dalam banyak kasus, relokasi yang dilakukan hanya memindahkan penduduknya, namun tidak diikuti dengan pembangun infrastruktur dan daya dukung sosial ekonomi.

Studi Teddy Boen dan Rohit Jigyasu (2000) terhadap korban tsunami tahun 1992 dari Pulau Babi, Nusa Tenggara Timur menyimpulkan, model relokasi Pulau Babi telah menghancurkan jalinan sosial masyarakat. Hal ini karena relokasi yang dilakukan hanya sekadar memindahkan orang dan keluarga ke lokasi baru. Selain itu, relokasi yang dilakukan juga mememiskinkan sebagian besar korban tsunami ini karena masyarakat yang semula bertani dan nelayan dijauhkan dari sumber penghasilan. Pantauan lapangan 25 tahun setelah bencana itu, sebagian korban tsunami kembali membangun rumah di Pulau Babi. Data pada Agustus 2017, total 50 rumah telah dibangun kembali di Pulau Babi. Rumah ini biasa dipakai untuk menunggu ladang dan ternak kambing (*Kompas*, 26 Agustus 2017).

Kembalinya korban bencana ke tapak bencana di Indonesia merupakan fenomena yang berulang terjadi. Sebaliknya, pengosongan daerah-daerah yang pernah terdampak bencana secara permanen cenderung gagal. Sebagai contoh, seusai letusan dahsyat Gunung Galunggung pada 5 April 1982, pemerintah

mentransmigrasikan warga di lereng gunung itu, tetapi kebanyakan warga kemudian memilih kembali dan menempati bekas kampung mereka (*Kompas*, 18 Febuari 2012). Fenomena yang sama juga terjadi setelah beberapa kali letusan Merapi. Setelah letusan Merapi tahun 1961, pemerintah menetapkan Dukuh Gimbal di Desa Kaliurang, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang, sebagai daerah terlarang untuk dihuni. Sejumlah 228 keluarga dipindahkan ke Way Jepara, Lampung Tengah, pada 1962. Namun, kehidupan di daerah transmigran tak lebih baik. Warga kesulitan beradaptasi dengan lingkungan baru. Hanya dalam tiga minggu, 29 orang asal Dusun Gimbal meninggal karena malaria. Padahal, letusan Merapi tahun 1961 menewaskan tiga warga. Akhirnya, sebagian besar korban yang direlokasi kembali ke Merapi (Masri Singarimbun, 1980).

Kegagalan sejumlah relokasi korban bencana di Indonesia ini terutama disebabkan proses yang dilakukan cenderung memisahkan antara risiko bencana alam dengan aspek ekonomi politik. Karena alasan ini pula, program rehabilitasi dan rekonstruksi korban tsunami di Aceh tahun 2004 menghindari proses relokasi. Padahal, setelah tsunami, masyarakat yang selamat cenderung ingin tinggal di daerah yang lebih aman, jauh dari pantai (McCaughey et.al, 2017).

Terlepas dari relatif cepatnya proses rekonstruksi dan rehabilitasi Aceh, saat ini banyak kritik karena masyarakat yang kembali ke kawasan terdampak tsunami 2004 kembali dihadapkan pada risiko bencana tsunami di masa mendatang. Setelah tsunami Aceh 2004 dan tsunami Sendai 2011, paradigma rekonstruksi dan rehabilitasi telah berubah. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction* (SFDRR) telah menetapkan salah satu prioritasnya pada 'Kesiapsiagaan untuk Membangun Kembali Lebih Baik' (*Preparedness to Build Back Better*). Prioritas ke-4 dari SFDRR ini mendorong perubahan paradigma dalam pembangunan kembali kawasan terdampak bencana agar menjauh dari zona bahaya (Maly, 2017). Di bawah kerangka SFDRR, praktik pengurangan risiko bencana didorong untuk lebih jauh memanfaatkan pengalaman bencana di masa lampau untuk dapat membangun kesiapsiagaan hingga respons, relokasi dan rehabilitasi pasca bencana yang lebih baik. Pembangunan kembali daerah terdampak perlu direncanakan bahkan jauh sebelum bencana terjadi (UNISDR, 2015). Relokasi tidak lagi membangun di lokasi yang sama, tetapi menjauh dari zona bahaya Relokasi seharusnya dilakukan di wilayah yang relatif lebih aman dari bencana. Lebih lanjut lagi, diskursus serta konvensi mengenai relokasi bahkan dilakukan di tingkat masyarakat sebelum terjadi bencana sehingga memungkinkan perencanaan lebih baik. Namun demikian, seperti diuraikan sebelumnya, relokasi masyarakat dari zona bahaya bencana tidaklah mudah.

Konvensi yang bergulir dalam *Global Forum for Science and Technology for Disaster Risk Resilience* di Tokyo, Jepang bulan November 2017 secara konsisten menggaungkan perubahan paradigma dari sekedar perspektif pengurangan risiko bencana, menuju ke ketangguhan masyarakat yang bersifat lebih universal. Beberapa definisi ketangguhan (*resilience*) dibangun oleh berbagai pihak, baik oleh

negara, dalam hal ini BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana), ilmuwan, maupun lembaga dan konsorsia melalui proses konvensi global seperti UNISDR (*United Nations International Strategy for Disaster Reduction*). Melalui Peraturan Kepala Badan Penanggulangan Bencana (Perka BNPB 01/2012) misalnya, konsep ketangguhan dikonstruksikan sebagai berikut:

"...masyarakat yang mampu mengantisipasi dan meminimalisir kekuatan yang merusak, melalui adaptasi. Mereka juga mampu mengelola dan menjaga struktur dan fungsi dasar tertentu ketika terjadi bencana. Dan jika terkena dampak bencana, mereka akan dengan cepat bisa membangun kehidupannya menjadi normal kembali atau paling tidak dapat dengan cepat memulihkan diri secara mandiri."

Ilmuwan Norris, dkk (2007) menggunakan metafora fisika dalam mendefinisikan ketangguhan masyarakat (*community resilience*). Dia mengumpamakan kemampuan masyarakat sebagai suatu material fisik untuk kembali ke titik ekuilibrium awal setelah mengalami perubahan atau perpindahan. Konsep ketangguhan yang dibangun dari perspektif ilmu pasti ini mengilustrasikan benda yang melengkung pada saat mengalami tekanan atau dibengkokkan, dan tidak 'patah' saat mengalami tekanan 'abnormal'.

Dalam makalah ini, kami ingin memaparkan dua kasus relokasi yang berbeda di dua dusun di Kabupaten Kepulauan Mentawai. Dua kasus ini memberikan pembelajaran bagaimana relokasi dilakukan dengan pemenuhan prasyarat partisipatif, maupun relokasi yang diatur secara *top-down* yang justru mencerabut masyarakat dari kemampuannya untuk bangkit kembali secara mandiri sebagaimana dibayangkan oleh negara maupun konvensi global.

2. METODOLOGI

Makalah ini menggunakan dua contoh kasus, yaitu masyarakat yang berada di Dusun Sabeugunung, Desa Betumonga, Kecamatan. Pagai Utara di pulau Pagai Utara yang pernah terdampak tsunami tahun 2010. Mereka kemudian direlokasi paksa oleh pemerintah ke wilayah lain yang jauh dari pantai. Sedangkan kasus lainnya adalah relokasi mandiri yang dilakukan masyarakat Dusun Saibi Muara, Desa Saibi Samukop, Kecamatan Siberut Barat di pulau Siberut, karena khawatir dengan ancaman tsunami di masa mendatang.

Data-data dalam tulisan ini diperoleh dari catatan lapangan dan wawancara kepada masyarakat di dua wilayah studi dari tahun 2014-2017. Penulis juga menggunakan kajian literatur dan analisis media lokal, yaitu *Puailiggoubat* dan media nasional, yaitu harian *Kompas*. Untuk memahami relasi masyarakat Mentawai dengan tanah dan lahannya, kami juga melakukan kajian historis yang relevan dan diperlukan dalam pengembangan analisis.

3. KONTEKS PENELITIAN: DUSUN SABEUGUNGGUNG DAN DUSUN MUARA SIBERUT

3.1 Relokasi Mandiri dan Terencana VS Relokasi Paksa

Bagi masyarakat tradisional Mentawai, perpindahan kampung merupakan hal yang telah lama dilakukan. Berdasarkan kepercayaan setempat, masyarakat Mentawai awalnya bermukim di Pulau Siberut. Sebagian kemudian berpindah ke Sipora, Pagai Utara dan Pagai Selatan (*Persoon* 2003, *Tulius*, 2012, *Darmanto dan Setyowati*, 2012). Perpindahan penduduk ini biasanya dilakukan mengikuti jalur sungai hingga ke wilayah hulu untuk mencari tempat yang cocok untuk bermukim. Mata pencaharian mereka saat itu terutama berburu dan berladang. Jadi, secara tradisional, masyarakat Mentawai cenderung tinggal jauh dari pantai.

Mereka hanya sesekali ke tepi pantai dan ke laut untuk ritual mencari ikan, penyu, kerang-kerangan ataupun siput laut, sebagai bagian dari ritual kepercayaan di masa lampau. Selain itu, mereka juga turun ke pesisir untuk mencari kayu-kayu bakau di sebagai kayu api. Pola hidup ini membuat orang Mentawai tidak memiliki tradisi bahari yang kuat sekalipun mereka tinggal di kepulauan yang dikelilingi lautan. Masyarakat Mentawai hanya membangun sampan-sampan kecil sebagai transportasi dalam mendistribusikan komoditi pertanian atau hasil berburu melalui sungai dan hanya sesekali ke pantai.

Namun demikian, pola hidup dan bermukim masyarakat Mentawai yang cenderung jauh dari pesisir ini telah berubah sejak beberapa puluh tahun terakhir. Masyarakat yang awalnya bermukim di hulu dan hidup berladang serta berburu, kemudian bermigrasi ke daerah-daerah hilir sungai dan pesisir pantai untuk mencari penghidupan yang lebih baik seiring dengan pembangunan di kawasan pesisir, terutama di era Orde Baru.

Sejarah Dusun Saibi Muara di Siberut menunjukkan, migrasi dari hulu Sungai Sirisurak ke Saibi saat ini yang berada di pesisir pantai terjadi setelah kejadian gempa besar tahun 1935. Sebagaimana disampaikan oleh salah seorang tetua atau *teteu* di desa ini¹, gempa besar waktu itu sangat besar sehingga menyebabkan tebing-tebing sungai longsor dan menimbulkan banjir. Sampan-sampan yang berada di sungai terbalik. Gempa tersebut mengakibatkan air sungai mengeruh dan orang-orang tidak bisa berjalan. Hingga saat terjadinya gempa waktu itu, masyarakat masih bermukim di bantaran sungai atau dekat dengan sungai dan belum bermukim di tepi laut. Itulah sebabnya, masyarakat di Mentawai tidak memiliki pengalaman dan rekaman tentang tsunami di masa lalu. Bahkan, mereka tidak mengetahui bahwa gempa besar pada tahun 1935 itu diikuti dengan terjadinya tsunami. Berdasarkan *folklor* masyarakat Mentawai, kejadian gempa bumi tidak melulu disusul oleh terjadinya bencana. Jika gempa itu terjadi pada pagi atau siang, justru akan mendatangkan berkah berupa banyaknya hasil tanaman dan buah-buahan (Rafliana, 2015).

Relokasi karena bencana merupakan pola perpindahan penduduk yang termasuk kontemporer di Mentawai, terutama karena pengetahuan tentang tsunami yang menghancurkan bukan menjadi bagian dari keseharian masyarakatnya (Rafliana, 2015), yang diduga karena masyarakat asli Mentawai lebih banyak bermukim di pedalaman pulau. Meskipun demikian, proses-proses perpindahan melalui relokasi ada ragam macam di Mentawai.

Relokasi terencana dan mandiri oleh warga mulai dilakukan oleh masyarakat secara bertahap, di berbagai wilayah di Mentawai. Di dusun Malakoppa Kecamatan Pagai Selatan misalnya, warga sudah berpindah ke dataran lebih tinggi setelah gempa 2007 Pemerintah Kabupaten Kepulauan Mentawai menawarkan insentif sejumlah Rp. 15 juta untuk warga yang bersedia pindah ke dataran lebih tinggi. Hal ini berhasil menggerakkan warga masyarakat. Pada kejadian tsunami 2010, banyak warga Malakopa yang pindah selamat, termasuk aset ekonomi dan rumah di bukit di ketinggian 40 mdpl. Masih ada sejumlah 118 kepala keluarga dusun Malakopa yang menolak pindah, dan mengalami dampak sangat merugikan atas bencana tsunami tersebut, namun tidak ada korban jiwa. (Yulianto, et. al 2011).

Relokasi mandiri lainnya dilakukan oleh warga dusun Saibi Muara ke bukit yang rata-rata sudah berada dalam ketinggian di atas 30mdpl. Proses relokasi ini dimulai tidak lama setelah peristiwa tsunami Mentawai 2010. Dalam kasus Saibi, masyarakat tidak mendapatkan insentif apapun dari pemerintah, dan proses relokasi sepenuhnya merupakan partisipasi masyarakat.

Berbeda dengan masyarakat di Saibi Muara dan Malakoppa, warga Dusun Sabeugunggung tidak melaporkan adanya insentif serupa dari pemerintah untuk pindah. Setelah gempa tahun 2007, sempat ada inisiatif warga untuk pindah atas saran Camat Pagai Utara saat itu. Leisa Saogok, guru sekolah saat itu memutuskan untuk memindahkan kampung atau setidaknya membangun pondok sementara di tempat yang lebih tinggi. Karena tidak mendapatkan respon, inisiatif tersebut gagal. Ketika kemudian terjadi tsunami pada 2010, dusun yang berada di tepi pantai ini hancur. Nyaris tidak ada peluang menyelamatkan diri karena dusun ini dikurung oleh laut di tepi baratnya, lalu oleh muara dan aliran sungai di dari utara hingga selatan. Sabeugunggung menjadi dusun dengan korban jiwa tertinggi akibat tsunami 2010, dengan jumlah 124 jiwa (Yulianto, et. al. 2011).

Setelah tsunami tahun 2010, warga yang selamat direlokasi ke hunian-hunian sementara yang telah disiapkan oleh pemerintah, yaitu di kawasan Kilometer 4, di Pagai Utara, yang jauh dari pantai. Dari Kilometer 4 di kawasan wilayah Taikako, warga korban pindah lagi ke hunian sementara di Kilometer 10. Pada tahun 2013 warga direlokasi lagi ke rumah permanen di Kilometer 14. Dusun yang baru ini lebih jauh lagi ke bukit. Seluruh proses relokasi ini diputuskan oleh pemerintah (benar tanpa partisipasi kan?).dengan konsultasi minimum atau bahkan tidak sama sekali, sebagaimana yang dituturkan oleh warga terdampak.²

3.2 Rekaman Kejadian Gempa dan Tsunami di Kepulauan Mentawai

Kabupaten Kepulauan Mentawai adalah salah satu kabupaten di Indonesia yang memiliki indeks risiko bencana tinggi, terutama untuk jenis ancaman gempa bumi dan tsunami (Dokumen Risiko Bencana Indonesia, BNPB, 2016). Dalam 10 tahun terakhir setidaknya Mentawai telah mengalami gempa besar serta tsunami yang menghancurkan pemukiman serta penghidupan masyarakat. Misalnya, gempa Bengkulu 12 September 2007 yang berdampak terhadap masyarakat di Pulau Pagai Utara dan Pagai Selatan, Kepulauan Mentawai. Pada 25 Oktober 2010 juga terjadi gempa dan tsunami yang menimbulkan lebih dari 500 korban jiwa di Kepulauan Mentawai. Selain itu, gempa yang terjadi di sekitar Padang pada tanggal 30 September 2009 juga menimbulkan kerusakan di beberapa pemukiman di Pulau Sipora maupun di Pulau Pagai Utara dan Pagai Selatan, dan mampu memicu kepanikan warga untuk mengungsi ke bukit. Rangkaian peristiwa tersebut bukan hanya meninggalkan dampak trauma bagi masyarakat yang selamat dari ancaman gempa dan tsunami. Lebih jauh dari itu, masyarakat menghadapi perubahan kehidupan dan penghidupannya karena permukiman mereka kemudian dipindahkan.

Di antara tiga kejadian ini, gempa pada 2010 merupakan yang berdampak paling parah. Gempa pada malam hari pukul 21.42 WIB tanggal 25 Oktober 2010 itu sebenarnya tidak dirasakan terlalu kuat oleh masyarakat, tetapi mengayun lemah. Oleh karena itu, warga Sabeugunggung tidak menduga bahwa gempa tersebut akan berakibat fatal. Informasi yang diterima masyarakat Mentawai dalam beberapa tahun terakhir pada umumnya adalah gempa kuat dengan air laut surutlah yang akan menimbulkan tsunami hingga 12 meter (Kerpen, et.al, 2011). Pesan pendidikan siaga tsunami ini dibawa oleh pelaku-pelaku pendidikan kebencanaan baik dari pemerintah maupun LSM secara tidak langsung.

Sayangnya, dampingan teknis tidak diberikan kepada dusun ini, baik oleh pemerintah maupun oleh lembaga non pemerintah. Hanya dalam suatu kesempatan, seorang guru sekolah yang saat ini menjadi Kepala Dusun, mendapatkan wejangan dari Camat Pagai Utara saat itu untuk memindahkan pemukiman ke arah bukit. Sang guru sempat membangun pondok bersama 3 kepala keluarga warga dusun, namun karena inisiatif ini dibangun oleh kelompok kecil saja, mereka kembali menempati rumah di tepi pantai³. Kejadian tsunami 2010 menjadi pengalaman langsung yang sangat berpengaruh dalam perubahan hidup seluruh masyarakat di dusun Sabeugunggung saat ini. Dapat diduga pula bahwa tingginya korban jiwa di Sabeugunggung ini adalah bagian dari dampak absen atau minimnya intervensi kesiapsiagaan baik berupa informasi, pelatihan maupun perencanaan evakuasi, yang didapat di dusun-dusun lain di Pagai Utara. Meskipun demikian, struktur geografis dan dusun ini juga lebih tidak menguntungkan dengan posisi dusun yang 'dikurung' oleh muara sungai dan berhadapan langsung dengan laut tanpa vegetasi yang menghalangi, dipagari oleh

rawa yang menyulitkan penyelamatan diri, tanpa bukit yang berjarak dekat dan tanpa listrik dalam kejadian di malam hari tersebut.

4. PEMBAHASAN

4.1 Relokasi Terpaksa di Dusun Sabeugunggung, Pagai Utara

Dalam kasus Sabeugunggung, situasi kehidupan sosial masyarakat sudah diwarnai konflik sejak awal terbentuknya dusun ini. Konflik dipicu perebutan lahan dan pengakuan hak tanah adat terus berkembang sejalan dengan kehadiran misi agama dan kolonialisasi. Resolusi konflik menurut adat sebenarnya dapat diselesaikan melalui musyawarah dalam struktur sosial Mentawai yang egaliter, namun dominasi kepentingan dan kekuasaan dari aktor-aktor eksternal memberikan gagasan baru bagi masyarakat di Pagai termasuk di Sabeugunggung, yang mengikis nilai-nilai egalitarian dalam adat keluarga Mentawai. Kemunculan suku-suku dominan atas wilayah tenurial mencerminkan relasi yang lebih *modern*, terbagi dalam kelas dan berbasis ekonomi, yang semakin berkembang dengan inervensi pembangunan setelah tahun 1945, dan masuknya perusahaan kayu tahun 1970an (Tulius, 2012). Pagai sangat berbeda dengan Siberut, dimana bahkan hingga kini masih dapat ditemukan masyarakat Siberut yang masing memegang teguh arat Sabulungan di tengah praktik keseharian yang modern, akibat penolakan warga yang lebih keras sewaktu menghadapi intervensi agama modern. Masuknya penguasaan negara sejak atau pasca kemerdekaan Republik Indonesia membawa gagasan modernitas mendorong perubahan lain yang mau tidak mau harus diadaptasi oleh masyarakat Pagai termasuk Sabeugunggung. Bangunan rumah dan pemukiman semakin banyak menggunakan semen konkrit ketimbang rumah-rumah kayu tradisional. Konflik antar suku meruncing sejak tahun 1970-an terkait dengan kehadiran perusahaan kayu di Pagai Utara.

Sabeugunggung menjadi salah satu dusun dengan aktivitas ekonominya cukup bergantung pada penghasilan melaut. Sebelum tsunami 2010, mata pencaharian masyarakat di Sabeugunggung berasal dari daratan dan laut. Ladang-ladang ditanami kelapa, cengkeh dan coklat. Sebagian berdagang kelontong dan beberapa bekerja sebagai aparat desa maupun guru sekolah. Hasil melaut cukup melimpah, diantaranya udang dan lobster serta ikan. Warga Sabeugunggung memiliki penyelam-penyelam tangguh di malam hari untuk menangkap lobster. Ketika pendatang dari dusun lain tiba dengan alat kompresor, pedapatan di sektor kelautan melalui penangkapan lobster semakin meningkat. Namun para pendatang ini menghadapi penentangan dari masyarakat setempat, hingga dilakukan pembakaran alat kompresor akibat perbedaan hasil tangkapan yang tidak merata tersebut. Salah satu guru sekolah dasar di Sabeugunggung saat itu berperan pula menjadi penampung produk-produk laut hasil tangkapan masyarakat untuk kemudian didistribusikan ke Sikakap. Desa ini tidak memiliki pasar untuk mendorong aktivitas produksi dan perekonomian. Situasi ekonomi

menyulitkan bergulirnya kerja-kerja wiraswasta. Masyarakat tidak memilih spesialisasi kerja dan kerap tidak fokus pada satu atau dua komoditas bertani atau berladang misalnya. Jika padi panen, maka ladang coklat ditinggalkan, dan seterusnya⁴.

Pada tahun 2001, dusun ini belum memiliki sekolah dasar. Hingga kemudian seorang lulusan Sekolah Tinggi Teologia di Jakarta menjalankan inisiatif dari Yayasan Setia untuk membangun sekolah di dusun atau desa yang belum memiliki sekolah. Warga Malakoppa ini memilih Sabeugunggung sebagai dusun tempat ia membangun sekolah dasar, karena prihatin atas upaya anak-anak sekolah untuk berjalan kaki dalam jarak cukup jauh dari dusunnya untuk bersekolah ke dusun di Betumonga. Seringkali anak usia 9 tahun masih duduk di kelas 1 SD karena diperlukan fisik kuat untuk berjalan kaki dan menjalankan aktivitas sekolah, lalu pulang lagi. Seringkali harus berhujan-hujan atau berlumpur dengan genangan air setinggi lutut dalam perjalanan menuju dan pulang dari sekolah. Pada tahun 2004, dusun ini kemudian memiliki satu sekolah swasta Setia, namun karena dana dan swadaya yang cukup lemah, akhirnya sekolah ini terpaksa berafiliasi dengan sekolah negeri di desa Betumonga.

Tsunami 2010 di Sabeugunggung kemudian menghancurkan seluruh sistem mata pencaharian penduduk Sabeugunggung sejalan dengan luluh lantaknya seluruh fasilitas dusun dan tingginya korban jiwa. Sabeugunggung menjadi dusun dengan jumlah korban jiwa tertinggi, yaitu 124 orang (Yulianto, et. al. 2011). Masyarakat Sabeugunggung yang selamat kemudian direlokasi ke hunian sementara sebelum kemudian ke hunian tetap. Relokasi ini membuat mereka semakin berjarak dengan sistem produksi dan pencaharian awal.

Ketika program relokasi diterapkan pemerintah terhadap masyarakat di Pagai Utara maupun Pagai Selatan pasca tsunami 2010, pertimbangan-pertimbangan kesejarahan, mata pencaharian dan konflik tanah adat yang telah laten sebelumnya, cenderung tidak diabaikan. Selain itu, pendekatan pragmatis pemerintah hanya didasarkan untuk memindahkan masyarakat ke tempat yang 'aman' di wilayah-wilayah perbukitan. Masalahnya, hal itu telah menjauhkan mereka dari sumber-sumber air dan ladang pertanian.

Bisa dikatakan, pertimbangan-pertimbangan tersebut sarat dengan marginalisasi dan pengabaian atas proses-proses sosial yang diperlukan warga masyarakat Mentawai, misalnya pengabaian terhadap ketergantungan masyarakat terhadap sistem air sungai. Secara spesifik masyarakat dicerabut dari sistem sosial awal mereka dengan alasan kepentingan 'pengurangan risiko bencana.'

Alieniasi ini terlihat dari kondisi hunian masyarakat saat ini di Dusun Sabeugunggung Baru, yang berjarak sekitar 8 kilometer dari pemukiman semula. Tidak ada sungai yang merupakan urat nadi masyarakat Mentawai di area dusun baru ini. Sebagian besar warga akhirnya sepenuhnya bergantung pada air hujan,

baik untuk air mandi, minum, maupun mencuci. Selebihnya air didapat dari sungai-sungai yang berjarak cukup jauh dari pemukiman baru tersebut.

Ketika penelitian ini dilakukan sekitar empat tahun setelah kejadian tsunami 2010, masyarakat masih menghadapi masalah besar berupa tiadanya sumber air. Terkadang aktivitas mencuci pakaian dan alat makan terpaksa dilakukan di genangan air yang dibuat seadanya. Bisa disimpulkan, pembangunan hunian baru korban tsunami ini telah menceraabut sistem sosial masyarakat dusun Sabeugunggung. Warga dusun memang terhindar jauh dari ancaman langsung tsunami, namun kerentanan sosial dan ekonomi warga justru nampak semakin meningkat, meskipun belum ada kajian khusus terkait hal ini.

Persoalan ini terjadi karena pemulihan korban bencana hanya didekati dengan penyediaan hunian, namun tidak diiringi dengan pemulihan ekonomi yang juga menjadi salah satu kebutuhan subsisten masyarakat terdampak. Dalam program pemerintah daerah melalui Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Kepulauan Mentawai, pemulihan ekonomi ditetapkan agar dimulai setelah urusan hunian tetap selesai⁵. Pada kenyataannya, hunian tetap masih banyak yang belum selesai bahkan 5 tahun setelah tsunami terjadi. Bahkan, persoalan kejelasan status tenurial lahan relokasi juga belum tuntas.

Kasus relokasi ini juga menunjukkan bahwa upaya pengurangan risiko bencana tidak terlepas dari penguasaan negara atas keputusan-keputusan warganya. Keputusan untuk menjauhkan dari risiko tsunami yang dimaknai sebagai upaya untuk membuat "masyarakat tangguh bencana" yang didasari oleh Perka BNPB No. 01/2012. Kriteria-kriteria tangguh yang ditetapkan oleh pemerintah sendiri, menjadi mirip dengan strategi penguasaan yang dipraktikkan oleh kolonial Belanda, dengan tujuan-tujuan untuk 'memperbaiki kualitas hidup'. Dominasi atas masyarakat Mentawai di Pagai Utara terus direproduksi dengan berbagai tujuan penguasaan, salah satunya atas nama pengurangan risiko bencana.

Namun demikian, konsep ketangguhan yang didesain secara *top down* oleh pemerintah ini mendapat penolakan warga. Masyarakat terdampak tsunami di Pagai Utara dan Pagai Selatan kemudian membangun gerakan bersama melalui 'Kelompok 10' yang diketuai oleh Kepala Dusun Sabeugunggung. Mereka meminta kejelasan atas problem tenurial di dalam kawasan hutan negara dan lambatnya rehabilitasi rekonstruksi. Dengan konsep ketangguhan yang dengan konsep yang dipaksakan pemerintah, warga melakukan pengumpulan sumber daya mereka sendiri, termasuk mendanai perjalanan, menggalang pertemuan, berkomunikasi dan mengatasi ketidakpastian untuk dapat mendorong keberpihakan bagi mereka baik di tingkat kabupaten, provinsi maupun nasional yang berlangsung bertahun-tahun setelah tsunami Mentawai 2010. Dalam hal ini, masyarakat tidak dimungkinkan untuk 'kembali ke dalam kondisi 'normal' karena kondisi yang mendekati 'normal' masyarakat adalah setidaknya kembali menempati lahan yang menjadi hak milik mereka di dusun Sabeugunggung lama, bebas dari konflik kepemilikan lahan dan tetap memiliki akses terhadap sumberdaya laut.

Negara memiliki andil dalam meningkatkan maupun menegasikan kapasitas masyarakatnya saat proses-proses penguasaan atas nama pembangunan dilakukan, dengan menetapkan secara sepihak wilayah-wilayah kawasan hutan adat yang telah di klaim negara, yang melalui proses yang rumit dibebaskan menjadi lahan hunian tetap bagi dusun Sabeugunggung. Namun, pada akhirnya negara dan masyarakat pun tidak mampu memenuhi kriteria 'kehidupan normal' tersebut.

4.2 Relokasi Mandiri di Dusun Saibi Muara, Siberut Tengah

Pulau Siberut terletak hampir 200 km ke utara dari Dusun Sabeugunggung. Sejauh ini belum ditemukan adanya penduduk usia lanjut yang masih hidup yang mengalami langsung tsunami besar yang merusak di masa lalu. Namun, saat ini masyarakat di kawasan ini mengalami rasa takut karena wacana risiko tsunami yang ditanamkan pihak luar. Masyarakat Dusun Saibi di Siberut Tengah kemudian mulai melakukan relokasi mandiri dengan menggunakan pendanaan sendiri dan iuran kolektif yang digalang keluarga. Sebagian warga mulai melakukan relokasi mendekati lahan-lahan ladangnya atau tetap menempati rumah di pantai tapi membangun hunian sederhana di bukit yang diisi dengan sejumlah logistik untuk bertahan jika terjadi bencana.

Intervensi pihak luar dengan jelas membentuk persepsi risiko masyarakat Saibi. Proses-proses modernisasi semakin diterima sebagai bagian dari dinamika sosial, sejalan dengan semakin meningkatnya akses terhadap infrastruktur informasi dan komunikasi, seperti televisi dan telepon genggam. Sejak tahun 1990-an ilmuwan cukup sering berinteraksi dengan masyarakat, sebagai konsekuensi pemasangan alat pemantau gempa yaitu GPS (*Global Positioning System*). Sejak tsunami Aceh 2004, masyarakat semakin banyak mendapat paparan tentang risiko yang diperkenalkan oleh pihak luar, baik LSM, ilmuwan, maupun media. Sebagai bagian dari terpenggalnya literasi kebencanaan, masyarakat kerap mengatakan, 'bukan tsunami yang kami takuti, melainkan waspada yang membuat takut'. Inilah yang menjadi alasan mereka untuk pindah.

Disampaikan oleh Gerta Sarubei, salah satu warga Saibi yang pindah ke bukit, alasan memindahkan rumahnya menjauh dari pantai dan mendekat ladang adalah karena takut dengan gempa. Sebelum tahun 2012 dia tinggal sekitar 100 m dari garis pantai. Namun dia kemudian memutuskan untuk mulai bertahap pindah. Kepindahan ini dilakukan atas biaya sendiri. Gerta memerlukan waktu sekitar satu tahun untuk membangun rumahnya di bukit. Kepindahan ini tidak dilandasi pengetahuan jarak ideal atau aman dari garis pantai maupun elevasi dari muka air laut. Pertimbangannya lebih pada mendekati ladang dan kebun cengkeh miliknya keluarganya. Hingga saat ini, rasa takut itu masih menghantui Gerta.

Di Saibi, warga sudah biasa mengatakan 'bukan tsunami yang ditakuti, tapi waspada yang membuat takut'. Rasa takut ini muncul dari isu tsunami Siberut maupun berbagai intervensi baik melalui media maupun informasi dari ilmuwan

mengenai potensi gempa dan tsunami di masa datang. Ini juga adalah salah satu perubahan sosial yang besar bagi masyarakat Mentawai, dimana sebelumnya menganggap gempa tidak menakutkan, atau malah membawa berkah seperti bertumbuhnya jamur dan panen buah-buahan.

Proses dialog sesama warga berkembang di dusun Saibi, terutama dalam membahas kepindahan warga ke bukit. Hal ini juga berlaku bagi keluarga Julita Salakkau dan Badai, nama alias dari Nawaitu Kadri. Suami istri ini membangun rumah dengan pertimbangan keselamatan anak-anak dan keluarganya. Rumah mereka sebelumnya berada sangat dekat dengan garis pantai, namun sering terkena pasang laut sehingga menggenangi rumahnya. Rumah Julita dan Badai kini kerap ditempati masyarakat yang mengungsi jika terasa gempa cukup kuat. Keluarga ini telah menabung cukup lama bersama dua keluarga kandungnya untuk membuat rumah di bukit ini. Tidak kurang Rp. 30.000.000 dikeluarkan untuk membiayai pembangunan rumah yang berada sekitar 30 meter di atas permukaan laut.

Warga mulai mengikuti kepindahan ke bukit ini. Rumah-rumah atau pondok dibangun dekat dengan ladang. Piring, gelas, kompor disiapkan pula. Selain itu sinyal telepon seluler juga dianggap lebih baik ketimbang di tepi pantai.

5. KESIMPULAN

Studi di Kabupaten Kepulauan Mentawai menunjukkan, adanya relokasi mandiri terencana dan relokasi paksa, yang keduanya memberikan dampak berbeda terhadap ketangguhan masyarakat. Peran pemerintah tidak terlepas dari prosesnya, dan hal ini dapat dilihat bagaimana insentif yang diberikan pada Dusun Malakopa di Pagai Selatan sebagai satu contoh keberhasilan. Relokasi mandiri sepenuhnya oleh masyarakat tetap dapat terjadi, namun prasyarat perspesi risiko menjadi hal yang utama. Rasa takut akan potensi tsunami di masa datang mampu menggerakkan warga Saibi Muara untuk melakukan relokasi mandiri, tanpa intervensi dan insentif pemerintah.

Sedangkan Dusun Sabeugunggung memberikan pembelajaran yang pahit dan sangat berharga mengenai bagaimana masyarakat bukan hanya menjadi korban dari tsunami, tapi juga korban kebijakan yang abai terhadap proses-proses dialog partisipatif dalam pemindahan yang dipaksakan ke hunian baru. Sekalipun masyarakat dusun ini kini jauh dari risiko tsunami, di sisi lain, mereka juga semakin jauh dari sumber penghidupan, dan mengalami konflik menerus akibat konflik tenurial yang belum mendapatkan resolusinya. Kondisi ini jelas bertentangan dengan prinsip ketangguhan serta gagasan kesiapsiagaan untuk membangun kembali dengan lebih baik (*Preparedness for Build Back Better*) yang digaungkan UNISDR dalam *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*.

Belajar dari Mentawai, relokasi korban bencana seharusnya tidak hanya didasarkan pada kajian risiko dari bencana alam, namun juga memperhitungkan aspek ekonomi politik di tiap komunitas termasuk kesejarahan

tenurial. Untuk memastikan bahwa relokasi pascabencana yang dilakukan sudah sejalan dengan kepentingan ekonomi politik komunitas, diperlukan pendekatan yang partisipatif dengan melibatkan masyarakat terdampak, masyarakat berisiko, maupun masyarakat di sekitar lokasi baru.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bankoff, G (2001): *Rendering the World Unsafe: 'Vulnerability' as Western Discourse*, *Disasters*, 2001, 25 (1): 19-35
- ----- (2004): *In the Eye of Storm: The Social Construction of the Force of Nature and the Climate and Seismic Construction of God in the Philippines*, *Journal of South East Asian Studies*, Vol.35, No. 1 (Feb 2004), pp. 91-111
- Beck U (2006): *Living in a World Risk Society: A Hobhouse Memorial Public Lecture Given on Wednesday 15 February 2006 at the London School of Economics*, *Economy and Society* Vol. 35 No. 3 August 2006: 329-345
- ----- (2009): *World At Risk*, Polity Cambridge UK
- Borrero JC, Weiss R, Okal EA, Hidayat R, Suranto, Arcas D, Titov VV (2009): *The Tsunami of 2007 September 12, Bengkulu Province, Sumatra Indonesia: Post-Tsunami Field Survey and Numerical Modelling*, *Geophys. J. Int.* 189, 180-194, DOI: 10.1111/j.1365-246X.2008.04058.X
- Brown J, Griffin J, *Build Back Better* (2014): *Where Knowledge Is Not Enough, in Understanding Risk: The Evolution of Disaster Risk Assessment*, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, The World Bank
- Cardona OD (2003): *The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management*, in Bankoff G, Frerks G, Hilhorst D (ed): *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, Chapter 3, Earthscan Publishers London
- Darmanto, AB Setyowati (2012): *Berebut Hutan Siberut, Orang Mentawai, Kekuasaan dan Politik Ekologi*, Kepustakaan Populer Gramedia
- Frans H. Norris (2007): *Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness*, *American Journal on Psychology* 41: 127-150
- Hammons CS (2010): *Sakaliou: Reciprocity, Mimesis, and Cultural Economy of Tradition in Siberut, Mentawai Islands, Indonesia (Dissertation)* – University of South California
- *Harian Kompas*, 29 Oktober 2019
- Latour, Bruno (1993): *We Have Never Been Modern*, Harvard University Press Cambridge, Massachusetts
- Maly E (In Press): *Building Back Better with People Centered Housing Recovery*, *International Journal of Disaster Risk Reduction*

- Oda, Katsuya (2013): Information Technology for Advancement of Evacuation, National Institute for Land and Infrastructure Management.
- Persoon GA (2003): Conflict Over Trees and Waves on Siberut Island, *Geogr. Ann.*, 85 B (4): 253-264
- Puailiggoubat No. 171 Tahun VII, 1-14 Juli 2009
- Puailiggoubat No. 174 Tahun VII, 15-31 Agustus 2009
- Rafliana I, Yulianto E, Susilawati N, Natalia W, Yulianto D, Febriawati L, Setyaka V (2013): Kehendak Menyelamatkan Jiwa dan Mengurangi Risiko Bencana: Studi Kasus Dampingan Teknis di Kabupaten Kepulauan Mentawai untuk Kajian Risiko dan Pengarusutamaan Pengurangan Risiko Bencana dalam Perencanaan Pembangunan, Research Report: LIPI-AIFDR
- Rafliana I (2015): Social Construction of Knowledge to Reduce Tsunami Risk in Saibi Village, Mentawai Islands, University of Indonesia (Masters Thesis)
- Spina B (1981): Mitos dan Legenda Suku Mentawai, Balai Pustaka
- Tierney KJ. (1994): Sociology's Unique Contributions to the Study of Risk, Paper Presented at 13th World Congress of Sociology, Bielefeld, Germany, July 18-23, 1994, Preliminary Paper #204, University of Delaware Disaster Research Center
- ----- (2007): From the Margins to the Mainstream? Disaster Research at the Crossroads, *Annual Review on Sociology*, 33, 503-525
- Tilly C (2010): Another View of Conventions, *The American Sociologist*, Vol. 41, No. 4, Remembering Charles Tilly pp 390-399, Springer
- Tulus J (2012): Family Stories: Oral Traditions, Memory of the Past, and Contemporary Conflicts Over Lands in Mentawai – Indonesia, Dissertation, Leiden University
- Yulianto E, Rafliana I, Aditya V, Febriawati L (2011): Efektivitas Intervensi Pra-Bencana Terhadap Pengurangan Risiko Bencana Tsunami Mentawai 25 Oktober 2010, LIPI-AIFDR
- Yulianto E, Rafliana I, Aditya V, Febriawati L (2011): Impact of Pre-Disaster Public Awareness Activities on Public Readiness: A Case Study on Mentawai 25 October 2010 Tsunami, DOI:10.5194/nhess-11-1-2011 (In Press)
- Yulianto E, Rafliana I (ed) (2012): Laporan Kaji Cepat Bersama: Evaluasi Sistem Peringatan Dini Pada Kejadian Gempabumi dan Tsunami Aceh 11 April 2012, LIPI
- UNISDR, Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, (2015) (Accessed 31 March 2018), http://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf.

PEMAHAMAN TENTANG MANAJEMEN BENCANA PADA SISWA SDN SEMPUR KALER KOTA BOGOR SEBAGAI SEKOLAH AMAN DARI BENCANA

Radhiya Bustan

Fakultas Psikologi dan Pendidikan, Universitas Al-Azhar Indonesia, Jl.Sisingamangaraja,
Jakarta Selatan 12110, Indonesia, email: radhiya_bustan@uai.ac.id

ABSTRACT

Bogor City is one of the cities in West Java Indonesia which is included in the high category of disaster risk. One of the schools in the city of Bogor which is located in flood-prone areas is SDN Sempur Kaler because it is adjacent to Ciliwung river access. Therefore, the end of 2016 is the implementation of disaster management and education on Disaster Risk Reduction in collaboration with BPBD Kota Bogor and National Disaster Management Agency (Badan Nasional Penanggulangan Bencana). This study aims to see how students' understanding of disaster management after the activities of the School Safe Disaster. Based on the results of questionnaires given to 22 students of class 5B deepened by interviews and triangulation of data, the results obtained that the training has been given BNPB in 2016 is said to be effective, as evidenced by the students SDN Sempur Kaler Bogor have good knowledge and understanding of mitigation and disaster management. The type of disaster most well understood by students is the flood, supported by the application of disaster materials to the subjects. Students have positive perceptions and attach importance to the existence of their school as a Safe Disaster School so they understand the steps to be taken when disaster strikes. The existence of SDN Sempur Kaler as a Safe Disaster School needs to get support from all parties. Methods in the training are expected to be more varied so that students are excited about the new atmosphere and it is expected that the training can be done routinely so that it can involve all the citizens of the school and the wider community. Students who are actively involved are expected to transmit their knowledge to other friends. The involvement of the BNPB team as a mentor and instructor in the training is also very much needed until the school has human resources who can continue the activities independently.

Keywords : management, disaster, risk, safe.

ABSTRAK

Kota Bogor adalah salah satu kota di wilayah Jawa Barat Indonesia yang termasuk ke dalam kategori tinggi risiko bencana. Salah satu sekolah di kota Bogor yang berada pada daerah rawan bencana banjir adalah SDN Sempur Kaler karena bersebelahan dengan akses sungai Ciliwung. Untuk itu akhir 2016 dilakukan implementasi manajemen bencana dan pendidikan Pengurangan Risiko Bencana bekerjasama dengan BPBD Kota Bogor dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Penelitian ini bertujuan melihat bagaimana pemahaman siswa tentang manajemen bencana pasca kegiatan Sekolah Aman

Bencana. Berdasarkan hasil kuesioner yang diberikan kepada 22 orang siswa kelas 5B yang diperdalam dengan wawancara dan triangulasi data, diperoleh hasil bahwa pelatihan-pelatihan yang sudah diberikan BNPB pada tahun 2016 dikatakan efektif, terbukti dari siswa SDN Sempur Kaler Bogor mempunyai pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang mitigasi dan manajemen bencana. Jenis bencana yang paling dipahami dengan baik oleh siswa adalah banjir, didukung oleh penerapan materi kebencanaan pada mata pelajaran. Siswa mempunyai persepsi positif dan menganggap penting keberadaan sekolah mereka sebagai Sekolah Aman Bencana sehingga mereka memahami langkah-langkah yang harus dilakukan ketika bencana datang. Keberadaan SDN Sempur Kaler sebagai Sekolah Aman Bencana perlu mendapatkan dukungan semua pihak. Metode dalam pelatihan diharapkan lebih bervariasi agar siswa bersemangat dengan suasana baru dan diharapkan pelatihan dapat terlaksana secara rutin sehingga dapat melibatkan semua warga sekolah dan masyarakat sekitar yang lebih luas. Siswa yang terlibat aktif diharapkan mampu menularkan ilmunya kepada teman yang lainnya. Keterlibatan tim BNPB sebagai pendamping dan instruktur dalam pelatihan juga sangat dibutuhkan sampai sekolah mempunyai sdm yang dapat melanjutkan kegiatan secara mandiri.

Katakunci : manajemen, bencana, risiko, aman.

1. PENDAHULUAN

Menurut Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) - Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) bahwa bencana akibat hidrometeorologi di Indonesia meningkat setiap tahunnya. Kejadian bencana hidrometeorologi berupa kejadian bencana banjir, gelombang ekstim, kebakaran lahan dan hutan, kekeringan, dan cuaca esktrim. Banjir menempati urutan pertama diikuti puting beliung, dan tanah longsor. Bencana tahun 2016 menyebabkan lebih dari 3 juta jiwa mengungsi, dan merenggut 521 jiwa serta merusak lebih dari 48 ribu unit bangunan. Tingginya risiko bencana ini memerlukan strategi yang melibatkan berbagai pihak dan dilakukan secara massif pada semua level pemerintahan dan masyarakat. Undang-undang No. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana yang disahkan pada tanggal 26 April 2007 merupakan perangkat hukum pertama yang mengubah paradigma penanggulangan bencana dari perspektif responsif ke preventif (pengelolaan risiko bencana). Risiko Bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (UU No.24 Tahun 2007). Sebagai gambaran bahwa Indonesia memiliki daerah rawan bencana yang tersebar luas terlihat pada Gambar 1.1 di bawah ini:



Gambar 1. Potensi Risiko Bencana di Indonesia

Sumber: www.bnpb.go.id/home/potensi, Maret 2018

Dari gambar di atas terlihat bahwa sebagian besar kabupaten/kota di Indonesia mengalami potensi risiko tinggi bencana.

Kota Bogor adalah salah satu kota di wilayah Jawa Barat Indonesia yang termasuk ke dalam kategori tinggi risiko bencana, seperti banjir, gempa bumi, tanah longsor, kekeringan, ancaman gunung meletus, dan cuaca ekstrem (BNPB, 2013). Hal ini disebabkan karena kondisi geografisnya yang mayoritas perbukitan dan kontur tanah yang labil. Selain itu, kepadatan penduduk juga menjadikan sumber kerentanan bencana bagi kota Bogor (BPBD Kota Bogor, 2015).

Berbagai bencana yang terjadi di Kota Bogor tersebut menimbulkan kerusakan pada berbagai fasilitas dan infrastruktur sekolah. Salah satunya terjadi di SDN Sempur Kaler yang pada tahun 2015 mengalami kebakaran. Selain itu, dilihat dari lokasi sekolah ini juga berada pada daerah rawan bencana banjir, karena bersebelahan dengan akses sungai Ciliwung, sekitar 8 KM dari pintu air Katulampa.

Berdasarkan kondisi tersebut, pada akhir tahun 2016, Ibu Noorma Miryani Syamsiah, SKM, M. Si memfasilitasi untuk implementasi manajemen bencana dan pendidikan Pengurangan Risiko Bencana (PRB) bekerjasama dengan BPBD Kota Bogor dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) untuk mewujudkan SDN Sempur Kaler menjadi Sekolah Aman dari Bencana yang dilanjutkan dengan penelitian yang bertema Sekolah Aman dari Bencana. Kegiatan dilakukan sekitar 10 kali pertemuan pada bulan Oktober - Desember 2016. Sekolah Aman adalah sekolah yang menerapkan standar sarana dan prasarana serta budaya yang mampu melindungi warga sekolah dan lingkungan di sekitarnya dari bahaya bencana (Perka BNPB No.4 Tahun 2012)

Adapun kegiatan yang dilakukan mengacu kepada 3 pilar kerangka kerja sekolah aman yang komprehensif, yaitu:

Pilar 1: Fasilitas Sekolah Aman

Hal-hal yang perlu diperhatikan oleh sekolah adalah:

- a. Memilih lokasi sekolah yang aman, menggunakan desain dan konstruksi yang tangguh terhadap bencana untuk memastikan agar setiap sekolah baru adalah sekolah yang aman.
- b. Menyusun skema prioritas untuk perbaikan (*retrofit*) dan relokasi sekolah-sekolah yang tidak aman.
- c. Menggunakan desain, tata ruang dan peralatan yang aman untuk keselamatan bersama. Mempertimbangkan akses bagi penyandang kebutuhan khusus.
- d. Jika sekolah direncanakan sebagai tempat pengungsian sementara, maka sekolah harus dirancang sesuai kebutuhan ini.
- e. Merancang akses anak ke sekolah yang aman dari risiko fisik (ada jalur pejalan kaki, penyeberangan jalan dan sungai).
- f. Fasilitas air dan sanitasi diadaptasi untuk menghadapi risiko potensial kloset tadah air hujan dan kloset berderet (*rain-fed and lined latrines*).
- g. Melaksanakan kegiatan dan upaya cerdas-iklim seperti kolam panen air hujan, panel solar, energi yang terbarukan, kebun sekolah.
- h. Rencana pembiayaan dan pengawasan bagi pemeliharaan fasilitas.

Pilar 2: Manajemen Bencana di Sekolah

Beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh Sekolah adalah:

- a. Membuat kebijakan baik di tingkat dinas pendidikan maupun tingkat sekolah, untuk pengkajian, pengurangan risiko, dan persiapan tanggap darurat di sekolah.
- b. Memberdayakan Tim Siaga Bencana Sekolah, melibatkan guru, siswa, orangtua dan komite sekolah.
- c. Mengadaptasi prosedur standar evakuasi sesuai kebutuhan, untuk ancaman yang datang dengan maupun tanpa peringatan, termasuk: rebah berlingkungan, evakuasi bangunan, evakuasi ke tempat aman, berlingkungan di tempat (*shelter-in-place and lockdown*), dan reunifikasi keluarga yang aman.
- d. Mengadakan simulasi penanggulangan bencana minimal satu kali dalam satu tahun dan melaksanakan evaluasi.
- e. Menyusun rencana kontijensi tingkat kota dan sekolah untuk mendukung keberlangsungan pendidikan termasuk rencana dan kriteria penggunaan sekolah sebagai tempat pengungsian sementara.
- f. Menyusun list kebutuhan anak-anak usia pra-sekolah, anak, dan remaja serta menyiapkan Tas Siaga.

Pilar 3: Pendidikan Pencegahan dan Pengurangan Risiko Bencana.

Hal-hal yang perlu diperhatikan sekolah meliputi:

- a. Mengurangi kerentanan sekolah dan lingkungan di sekitar sekolah serta mensosialisasikan tindakan pencegahan dan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana.
- b. Mengembangkan tahapan kegiatan untuk pengajaran tentang bahaya, bencana dan pemecahan masalah untuk pengurangan risiko.
- c. Mengintegrasikan Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana ke mata pelajaran tertentu, seperti Ilmu Pengetahuan Sosial, Ilmu Pengetahuan Alam, Pendidikan Lingkungan Hidup dan sebagainya.
- d. Menyediakan pelatihan mengajar bagi para guru dan calon guru tentang materi kurikulum Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana.
- e. Mengembangkan strategi dan kreativitas untuk meningkatkan keterlibatan para guru dalam mencapai integrasi yang efektif kurikulum formal dan non-formal serta pendekatan ekstrakurikuler (pramuka, dokter kecil, Palang Merah Remaja dan sebagainya).

Untuk mewujudkan SD Sempur Kaler sebagai Sekolah Aman dari bencana, kemudian dijadwalkan 10 (sepuluh) tahapan kegiatan, yaitu: (1) *workshop* persiapan kegiatan sekolah aman, (2) penilaian awal mandiri, (3) pelatihan bagi tenaga pendidik, tenaga kependidikan, orangtua dan warga sekolah, (4) pelatihan bagi siswa, (5) *workshop* penilaian risiko bencana partisipatif, (6) *workshop* rencana aksi dan pembentukan tim reaksi cepat tingkat sekolah, (7) *workshop* prosedur tetap tanggap darurat, (8) simulasi, (9) penilaian akhir mandiri, dan (10) *workshop* evaluasi implementasi dan rencana tindak lanjut.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diperoleh hasil bahwa implementasi sekolah aman dari bencana di SDN Sempur Kaler, Kota Bogor termasuk ke dalam kategori baik, terutama dari faktor kebijakan sekolah dan mobilisasi sumber daya.

Setelah kegiatan berjalan lebih dari satu tahun, maka perlu kiranya dilakukan kembali evaluasi keberlanjutan hasil yang diperoleh agar nilai-nilai dasar yang terdapat dalam pelaksanaan Sekolah Aman dari Bencana dapat terinternalisasi. Adapun nilai-nilai dasar tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perubahan paradigma dan budaya:
Penerapan Sekolah Aman dari bencana ditujukan untuk menciptakan paradigma baru dan budaya yang membiasakan PRB ke dalam kehidupan sehari-hari dalam upaya mewujudkan masyarakat Indonesia yang tangguh bencana.
2. Berorientasi pemberdayaan:
Meningkatkan kapasitas sekolah dan warga sekolah/madrasah termasuk anak untuk menerapkan Sekolah Aman dari bencana dalam pengembangan kurikulum, sarana prasarana, pendidik dan tenaga kependidikan, pengelolaan dan pembiayaan di sekolah.

3. Kemandirian:
Mengoptimalkan pendayagunaan sumberdaya yang dimiliki sekolah.
4. Pendekatan berbasis hak:
Hak-hak asasi manusia termasuk hak-hak anak dalam mendapatkan perlindungan sebagai pertimbangan utama dalam upaya penerapan Sekolah Aman dari bencana.
5. Keberlanjutan:
Mengutamakan terbentuknya lembaga aktivitas warga sekolah/madrasah termasuk anak dalam upaya penerapan sekolah aman dari bencana (Tim Siaga Bencana Sekolah) dengan mengaktifkan lembaga yang sudah ada seperti TP UKS, Komite Sekolah, OSIS, Ekstrakurikuler, dsb.
6. Kearifan lokal:
Memberdayakan kearifan lokal yang mendukung upaya penerapan sekolah aman dari bencana.
7. Kemitraan:
Berupaya melibatkan pemangku kepentingan dan dunia usaha (*private sector*) untuk bekerjasama dalam mencapai tujuan berdasarkan prinsip-prinsip Sekolah Aman dari bencana.
8. Inklusivitas: memperhatikan kepentingan warga sekolah terutama hak anak berkebutuhan khusus.

Merujuk pada hal tersebut, maka peneliti merasa penting untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait evaluasi dan keberlanjutan kegiatan implementasi Sekolah Aman khususnya terkait dengan sejauh mana pemahaman siswa SDN Sempur Kaler Kota Bogor tentang manajemen bencana, karena manajemen bencana adalah suatu rangkaian kegiatan yang menyeluruh, terpadu dan berkelanjutan yang merupakan siklus kegiatan.

Bencana Alam

Bencana merupakan kejadian yang tidak biasa, sulit direspon dan dampaknya bisa dirasakan oleh beberapa generasi. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Definisi tersebut menyebutkan bahwa bencana disebabkan oleh faktor alam, non alam, dan manusia.

Dilihat dari sifatnya, bencana dapat dikategorikan menjadi dua yaitu: bencana alam dan bencana akibat teknologi. Bencana dapat disebabkan oleh faktor alam (*natural disaster*) atau oleh perbuatan manusia (*man-made disaster*). Faktor-faktor yang menyebabkan bencana antara lain: bahaya alam dan bahaya karena perbuatan manusia, kerentanan (*vulnerability*) masyarakat, dan kapasitas yang rendah dari komponen masyarakat.

Manajemen Bencana

Manajemen bencana merupakan seluruh kegiatan yang meliputi aspek perencanaan dan penanggulangan bencana, pada sebelum, saat dan sesudah terjadi bencana yang dikenal sebagai siklus manajemen bencana. Tujuan manajemen bencana antara lain: (1) mencegah kehilangan jiwa; (2) mengurangi penderitaan manusia; (3) memberi informasi masyarakat dan pihak berwenang mengenai risiko, serta (4) mengurangi kerusakan infrastruktur utama, harta benda dan kehilangan sumber ekonomis (Agus Rahmat, 2015)

Penanganan bencana pada dasarnya di tujukan sebagai upaya untuk meredam dampaknya dan memperkecil korban jiwa, kerusakan dan kerugian yang diakibatkan oleh bencana. Jadi penanganan bencana bukan mencegah untuk terjadinya melainkan mencegah dampak atau akibat yang ditimbulkan oleh bencana dan memperkecil korban jiwa, kerugian secara ekonomis dan kerusakannya. Sudah sejak lama masyarakat tradisional bisa mengantisipasi terjadinya bencana karena mereka mampu melakukan prediksi, previsi dan preservasi secara langsung.

Manajemen bencana meliputi tahap-tahap sebagai berikut:

1. Sebelum bencana terjadi, meliputi langkah-langkah pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan dan kewaspadaan.
2. Pada waktu bencana sedang atau masih terjadi, meliputi langkah-langkah peringatan dini, penyelamatan, pengungsian dan pencarian korban.
3. Sesudah terjadinya bencana, meliputi langkah penyaluran dan pelayanan, konsolidasi, rehabilitasi, pelayanan lanjut, penyembuhan, rekonstruksi dan pemukiman kembali penduduk

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan metode kualitatif, karena peneliti ingin mendapat gambaran menyeluruh mengenai pemahaman siswa SDN Sempur Kaler tentang Manajemen Bencana pasca kegiatan implementasi Sekolah Aman Bencana yang dilakukan sekitar setahun yang lalu. Menurut Creswell dalam Santoso & Royanto (2009), penelitian kualitatif merupakan suatu proses memperoleh pemahaman tentang masalah sosial atau manusia, yang diselenggarakan dalam setting penelitian yang alamiah, berdasarkan gambaran yang dibangun secara kompleks dan menyeluruh dari pandangan-pandangan yang dikemukakan secara rinci oleh partisipan.

Adapun subyek dalam penelitian ini adalah 22 orang siswa kelas 5B SDN Sempur Kaler Kota Bogor. Pemilihan subyek disesuaikan dengan usia perkembangan kognitif sehingga dianggap mampu memahami isi kuesioner yang diberikan. Pengisian kuesioner tidak dilakukan secara tertulis, tetapi secara lisan dengan cara kuesioner dibacakan oleh peneliti dan subyek memberikan respon verbal terhadap pertanyaan tersebut. Adapun daftar pertanyaan terkait pemahaman

bencana, sekolah aman dari bencana, fasilitas sekolah aman bencana, dan efektivitas pelatihan-pelatihan kebencanaan yang diberikan.

Selain menggunakan kuesioner, peneliti juga melakukan metode wawancara, observasi, dan dokumentasi untuk memperkuat hasil pengumpulan data yang diperoleh. Terakhir melakukan triangulasi data dengan menggabungkan berbagai sumber informasi dan metode agar dapat melengkapi data dan sebagai sarana untuk verifikasi hasil yang diperoleh. Sumber triangulasi data antara lain adalah kepala sekolah, guru kelas 5 yang juga merangkap sebagai koordinator kurikulum dan seni, dan Ibu Noorma sebagai fasilitator kegiatan pelaksanaan sekolah aman bencana dari BNPB pada tahun 2016.

Kegiatan penelitian ini dilakukan 4 kali pertemuan yang dimulai dengan survey tempat penelitian dan mengurus perizinan di akhir Desember 2017. Kemudian pada hari Sabtu, tanggal 3 Maret 2018 peneliti memberikan kuesioner yang diikuti dengan wawancara untuk memperdalam hasil kepada 22 orang siswa kelas 5B dengan wali Kelas Ibu Euis Yulianti. Pada hari tersebut siswa mengikuti pelajaran pramuka, Pendidikan Lingkungan Hidup (PLH), dan Seni Budaya dan Keterampilan (SBK). Dilanjutkan pertemuan berikutnya pada Jum'at tanggal 23 Maret 2018 untuk melengkapi hasil triangulasi data melalui wawancara dengan Kepala Sekolah dan Guru.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

SDN Sempur Kaler berlokasi di Jalan Sempur Kaler No. 86 Kelurahan Sempur, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor. Lokasi SD berdekatan dengan akses sungai Ciliwung sehingga rawan dengan bencana banjir. Selain itu, pada bulan Juni tahun 2015 lalu, SDN Sempur Kaler juga mengalami kebakaran pada ruang kepala sekolah, ruang guru, ruang tata usaha, dan perpustakaan. Saat ini ruangan tersebut sudah direnovasi dan difungsikan seperti semula.

Sebagai sekolah Aman dari Bencana, SDN Sempur Kaler sudah mempunyai beberapa peralatan dan perlengkapan terkait manajemen mitigasi bencana, yaitu kentongan sebagai penanda adanya bencana, APAR (Alat Pemadam Api Ringan), Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul, serta beberapa modul kebencanaan. Namun masih terdapat beberapa peralatan dan perlengkapan lainnya yang masih belum tersedia, seperti tas siaga dan beberapa modul kebencanaan lainnya.

Selain itu, SDN Sempur Kaler juga sudah memasukkan materi kebencanaan pada semua mata pelajaran, seperti PLH (Pendidikan Lingkungan Hidup) pada kelas 5 Bab 4 tentang "Bencana Alam". Pada Bab ini siswa akan diberikan materi terkait pengenalan bencana alam, menunjukkan sikap empati pada korban bencana, dan melakukan simulasi menghadapi bencana.

Adapun pelatihan-pelatihan terkait kebencanaan baru hanya dilakukan oleh BPBD bekerjasama dengan BNPB Kota Bogor pada Oktober – Desember 2016 lalu. Pelatihan ini belum dilakukan secara berkala.

3.2 Pemahaman Siswa tentang Manajemen Bencana

Berbagai kegiatan yang sudah dilakukan untuk menciptakan Sekolah Aman dari Bencana dengan mengaplikasikan manajemen bencana yang melibatkan berbagai pihak memberikan pemahaman yang baik bagi siswa SDN Sempur Kaler.

Adapun hasil dari jawaban kuesioner yang diperdalam dengan wawancara dan observasi adalah sebagai berikut:

3.2.1 Pemahaman Bencana

Sebagian besar siswa mempunyai pemahaman yang baik tentang manajemen bencana. Terbukti dari antusiasme siswa menunjuk tangan ketika merespon pertanyaan dari kuesioner yang diberikan. Siswa mampu mengidentifikasi jenis-jenis bencana apa saja yang rawan terjadi di lingkungan sekolah mereka, yaitu banjir, kebakaran, dan longsor. Pemahaman manajemen bencana yang paling dikuasai siswa terutama untuk bencana banjir, karena selaras dengan kegiatan BNPB kota Bogor pada tahun 2016 yang lebih fokus pada simulasi penanggulangan bencana banjir. Kegiatan tersebut melibatkan siswa secara langsung dan warga sekolah lainnya, serta warga sekitar sekolah (pedagang kaki lima, pemilik warung), aparat pemerintah desa dan tokoh masyarakat.

Kegiatan simulasi bisa dikatakan efektif untuk siswa Sekolah Dasar usia 7-11 tahun karena sesuai dengan tahap perkembangan kognitif menurut Piaget (dalam Santrock, 2012), bahwa mereka membutuhkan aktivitas mental yang fokus pada objek-objek atau aktivitas nyata dan konkrit yang disebut dengan tahap Operasional konkrit. Dimana pada tahap ini anak tidak lagi hanya mengandalkan informasi yang bersumber dari panca indera, mereka mulai mampu membedakan informasi yang tampak oleh mata dengan kenyataan yang sesungguhnya. Simulasi membuat anak mampu mengalami secara langsung, mereka sudah mampu memahami sebab- akibat suatu keadaan. Melalui kegiatan simulasi, memungkinkan anak mampu berfikir untuk melakukan suatu tindakan apabila bencana datang. Pada tahap ini rasa ingin tahu anak juga sangat tinggi, sehingga sangat mudah untuk melibatkan anak dalam kegiatan-kegiatan baru.

3.2.2 Keberadaan SDN Sempur Kaler sebagai Sekolah Aman Bencana

Berdasarkan respon kuesioner terkait keberadaan sekolah mereka menjadi Sekolah Aman Bencana, terlihat bahwa siswa memperlihatkan respon positif dan memahami fungsinya. Siswa mengetahui bahwa sekolah mereka memiliki berbagai fasilitas yang menunjang seperti: petunjuk evakuasi (berbentuk denah jalur evakuasi dan tanda panah menuju titik kumpul yang dipasang di lingkungan sekolah), alat peringatan dini (berupa kentongan), APAR (Alat Pemadam Api

Ringan), ruangan perawatan korban (ruang UKS), dan panduan kebencanaan (modul kebencanaan).

3.2.3 Evaluasi terhadap Pelatihan Kebencanaan

Pada bulan Oktober – Desember 2016 lalu, BPBD Kota Bogor dengan fasilitator Ibu Noorma Miryani Syamsiah, SKM, M. Si bekerjasama dengan BNPB sudah melakukan berbagai pelatihan terkait kebencanaan di SDN Sempur Kaler yang saat itu akan dijadikan sebagai Sekolah Aman Bencana. Adapun pelatihan-pelatihan yang dilakukan antara lain:

1. Pelatihan Persiapan Kegiatan Sekolah Aman. Pelatihan ini mengundang pimpinan daerah, DPRD, *stakeholders* terkait dunia pendidikan, penanggulangan bencana, aparat wilayah setempat dan tokoh masyarakat, yang bertujuan untuk memberikan pengetahuan tentang kerangka kerja sekolah aman bencana dan informasi mengenai penerapan sekolah aman bencana di Kota Bogor dengan harapan kegiatan ini mendapat dukungan dari pimpinan daerah.

Sejak pelatihan pada akhir tahun 2016 lalu, belum ada lagi kegiatan terkait kebencanaan di SDN Sempur Kaler yang melibatkan pemerintah daerah. Hal ini perlu menjadi perhatian lebih lanjut agar kegiatan-kegiatan yang dilakukan dapat terus direncanakan secara berkala dengan dukungan pemerintah daerah, sehingga SDN Sempur Kaler dapat menjalankan fungsinya secara maksimal sebagai Sekolah Aman Bencana yang juga mampu menularkan pengalaman dan pengetahuan mereka terkait kebencanaan kepada sekolah lainnya.

2. Pelatihan bagi Tenaga Pendidik, tenaga kependidikan, orangtua dan warga sekolah. Pelatihan ini bertujuan agar peserta mengetahui kerangka sekolah aman bencana dan memahami pentingnya keberadaan sekolah tersebut agar seluruh peserta yang hadir mendukung dan terlibat aktif dalam pelaksanaan Sekolah Aman dari bencana.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada guru-guru, terlihat bahwa guru-guru mampu memahami pentingnya mitigasi dan manajemen kebencanaan diterapkan di sekolah, mengingat SDN Sempur Kaler berada pada daerah rawan bencana. Guru-guru juga sudah mampu menerapkan pengetahuan kebencanaan pada masing-masing mata pelajaran yang mereka ampu.

Kendala yang dihadapi saat ini adalah terkait dukungan orangtua yang masih minim.

3. Pelatihan bagi siswa, bertujuan agar siswa memperoleh pengetahuan tentang konsep sekolah aman bencana kepada siswa. Metode yang digunakan fasilitator adalah pemutaran film tentang Sekolah Aman dari bencana, permainan peran, permainan ular tangga dan lomba menggambar dengan tema Pengurangan Risiko Bencana, permainan tebak video, dan

mendongeng bagaimana memberikan dukungan pada anak-anak korban bencana. Di awal kegiatan siswa masih belum memahami terkait kebencanaan, terlihat dari respon sebagian siswa yang masih bingung, namun setelah mereka mengikuti rangkaian kegiatan tersebut, siswa mulai memahami berbagai materi terkait kebencanaan dan diminta untuk menggali insight dari masing-masing kegiatan. Siswa juga diberikan keterampilan tentang Pertolongan Pertama (PP).

Penggunaan metode yang beragam menstimulasi rasa ingin tahu siswa dan bersemangat untuk terlibat aktif pada setiap kegiatan. Metode ini bisa dikatakan efektif bagi siswa Sekolah Dasar usia 7-11 tahun karena sesuai dengan perkembangan mereka yang menikmati kegiatan bermain bersama teman sebaya dan rasa ingin tahu yang tinggi. Hal ini terbukti dari antusiasme siswa dalam menjelaskan pertanyaan-pertanyaan peneliti ketika mereview kembali pemahaman siswa terkait materi-materi kebencanaan.

4. Pelatihan Penilaian Risiko Bencana Partisipatif.

Melibatkan seluruh warga sekolah untuk berdiskusi bersama menganalisis ancaman bencana, kerentanan dan kapasitas yang dimiliki SDN Sempur Kaler.

Kegiatan pelatihan ini memberikan dampak positif pada warga sekolah, terbukti dengan kemampuan siswa menjelaskan kondisi sekolah mereka yang rentan terhadap ancaman bencana, baik secara fisik maupun lokasi. Selain itu, siswa dan guru terlihat mampu memberdayakan kapasitas yang mereka punya terutama dari segi pengetahuan untuk dapat berbagi dengan sesama warga sekolah dan masyarakat. Kerjasama dengan BPBD merupakan perlu yang juga perlu dinerdayakan oleh sekolah agar pelaksanaan fungsi sekolah aman dari bencana dapat berjalan dengan baik sesuai tujuan.

5. Pelatihan Rencana Aksi dan Pembentukan Tim Reaksi Cepat tingkat Sekolah. Selain menyusun rencana aksi, pelatihan ini juga membentuk tim Siaga Bencana Sekolah yang terdiri dari kepala sekolah, tenaga pendidik, tenaga kependidikan, dan pegawai sekolah lain (satpam, pengelola kantin sekolah), siswa, dan perwakilan komite sekolah.

Struktur Pengurus Komite Siaga Bencana Sekolah (KSBS) sampai saat ini masih sesuai dengan yang dibentuk pada Tahun 2016. Pelaksanaan tugasnya bergabung dengan program dokter kecil. KSBS membagikan pengetahuan kebencanaan melalui gambar, seperti menggambar kantor BPBD, hasil karya siswa kemudian dipajang di dinding sekolah agar anak merasa bangga dan *figure* BNPB menjadi tertanam bagi mereka agar tidak panik apabila ada bencana. Hal lain yang dipelajari adalah bagaimana membantu teman-teman yang luka ringan. Pengetahuan ini efektif karena sebagian besar sudah dimasukkan ke dalam materi mata pelajaran. Beberapa orang siswa juga pernah dilibatkan untuk mengikuti berbagai perlombaan terkait kebencanaan. 10 orang siswa kelas 4 dan 5 juga pernah dikirim untuk

mengikuti drama musical kebencanaan yang diadakan oleh BNPB. Namun, tidak semua siswa berkesempatan terlibat dalam berbagai kegiatan tersebut, siswa yang mendapat pengetahuan langsung dari BNPD tahun 2016 saat ini mereka sudah kelas 6 yang tentunya sebentar lagi akan tamat dan perlu kaderisasi. Untuk itu, keberlanjutan program BNPB ini perlu diperhatikan agar fungsi SDN Sempur Kaler sebagai Sekolah Aman Bencana dapat terealisasi dengan baik. SDN Sempur Kaler dapat melanjutkan program secara mandiri tentunya dengan dukungan berbagai pihak.

6. Pelatihan Prosedur Tetap Tanggap Darurat. Pada pelatihan ini seluruh warga sekolah bersama-sama menyusun prosedur tetap tanggap darurat bencana sekolah. Kemudian membuat dan memasang Peta Jalur Evakuasi, Rambu Evakuasi, dan Titik Kumpul.

Hasil dari pelatihan ini masih terlihat di sekolah, baik berupa peta jalur evakuasi, rambu evakuasi, alat peringatan dini berupa kentongan, dan tanda panah yang menunjukkan jalur evakuasi dan titik kumpul sementara.

Secara keseluruhan, berbagai pelatihan yang sudah dilakukan BNPB pada tahun 2016 lalu dianggap penting oleh siswa karena sangat membantu mereka dalam menghadapi bencana yang bisa datang sewaktu-waktu. Hal ini tergambarkan dari suasana lingkungan sekolah yang sudah mencerminkan sekolah aman bencana dengan berbagai fasilitas, peralatan dan perlengkapan, serta denah jalur evakuasi yang jelas. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa pengetahuan dan pemahaman warga sekolah tergolong baik terkait dengan mitigasi dan manajemen bencana. Namun untuk siswa, memang belum secara keseluruhan memahaminya, karena ketika kegiatan tersebut belum melibatkan semua siswa di SDN Sempur Kaler, kecuali pada kegiatan Simulasi saja yang memang melibatkan semua siswa.

3.2.4 Sikap Menghadapi Bencana

Sebagian besar siswa sudah memahami manajemen bencana dengan baik. Ketika terjadi bencana, mereka sudah tahu langkah-langkah apa yang akan mereka lakukan. Walaupun masih terdapat sebagian kecil siswa yang masih belum memahami sikap yang tepat dalam menghadapi bencana, seperti masih menjawab merasa takut dan berlari ketika bencana datang. Setelah dikonfirmasi kepada guru kelasnya, anak-anak tersebut memang tidak mengikuti kegiatan dari BNPB, sehingga mereka belum memahami secara mendalam terkait sikap dalam menghadapi bencana.

3.3 Evaluasi dan Rencana Tindaklanjut Kegiatan Implementasi Sekolah Aman Bencana di SDN Sempur Kaler Kota Bogor

Kegiatan implementasi Sekolah Aman yang sudah dilakukan pada akhir tahun 2016 lalu oleh Ibu Noorma Miryani Syamsiah, SKM, M. Si bekerjasama dengan BPBD Kota Bogor dan BNPB dapat dikatakan efektif karena berdasarkan hasil

wawancara dengan siswa kelas 5 yang sebagian besar mengikuti rangkaian kegiatan tersebut merasa lebih siaga terhadap bahaya bencana dan mampu memahami siklus tindakan yang harus dilakukan :

1. Sebelum bencana terjadi yang meliputi langkah-langkah pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, dan kewaspadaan. Adapun tindakan yang sudah dilakukan siswa pada fase ini adalah melakukan pengecekan terhadap ketinggian air, karena lokasi sekolah mereka berdekatan dengan sungai Ciliwung. Kemudian apabila kondisi air sudah mulai tinggi, siswa memberikan informasi melalui berbagai media, seperti telepon, media sosial whatsapp kepada teman-temannya agar siaga.
2. Pada waktu bencana sedang atau masih terjadi, meliputi langkah-langkah peringatan dini, penyelamatan, pengungsian dan pencarian korban. Sekolah sudah mempunyai jalur evakuasi dengan denah pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Peta Jalur Evakuasi

Berdasarkan wawancara dengan siswa diperoleh data bahwa siswa memahami fungsi jalur evakuasi sebagai jalur yang harus ditempuh ketika bencana datang. Peringatan awal adalah dengan membunyikan kentongan sehingga semua siswa akan dipandu untuk melewati jalur evakuasi dan berkumpul pada titik kumpul sebelum dipindahkan ke tempat evakuasi sementara. Siswa terlihat sudah sangat familiar dan paham terhadap tahap-tahap yang harus dilakukan apabila terjadi bencana. Hal ini terlihat dengan antusiasme siswa menjelaskan pertanyaan peneliti terkait proses evakuasi apabila terjadi bencana, siswa bersemangat menjelaskan bersama dan menunjukkan lokasi dan tanda-tanda yang mereka maksudkan. Namun masih ada beberapa siswa yang terlihat belum begitu memahaminya, karena mereka sebelumnya hanya terlibat dalam kegiatan simulasi bencana saja, tapi belum pernah terlibat pelatihan terkait kebencanaan. Untuk itu, diperlukan pelatihan yang dilakukan secara rutin dan terencana terkait

kebencanaan sehingga semua siswa dapat terlibat dan mampu memahami lebih dalam terkait mitigasi dan manajemen bencana.

3. Sesudah terjadinya bencana, meliputi langkah penyantunan dan pelayanan, konsolidasi, rehabilitasi, pelayanan lanjut, penyembuhan, rekonstruksi dan pemukiman kembali penduduk. Terkait tahap ini, memang siswa masih kurang memahami karena tahap ini lebih banyak pada fungsi pemerintah dan masyarakat. Namun demikian, siswa tetap mampu memberikan respon bahwa pasca bencana perlu adanya proses pembangunan ulang bangunan dan membantu korban-korban yang terkena bencana. Saat ini kegiatan Komite Siaga Bencana Sekolah (KSBS) bergabung dengan dokter kecil yang memberdayakan ruang UKS sebagai tempat latihan bagi siswa dalam memberikan pertolongan pertama pada korban bencana.

4. KESIMPULAN

Pemahaman bencana adalah hal yang sangat penting bagi siswa, karena pengetahuan dan pemahaman yang memadai mengenai bencana akan memberikan referensi yang benar dalam bersikap dan bertindak ketika bencana datang sewaktu-waktu.

Siswa SDN Sempur Kaler Bogor mempunyai pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang mitigasi dan manajemen bencana. Jenis bencana yang paling dipahami dengan baik oleh siswa adalah banjir, karena sekolah mereka berada pada daerah rawan banjir dan pada tahun 2016 BNPB juga memberikan simulasi siaga banjir di sekolah mereka. Pemahaman yang baik juga didukung oleh penerapan materi kebencanaan pada mata pelajaran, sehingga mudah diinternalisasi oleh siswa.

Siswa mempunyai persepsi positif dan menganggap penting keberadaan sekolah mereka sebagai Sekolah Aman Bencana sehingga mereka memahami langkah-langkah yang harus dilakukan ketika bencana datang dan dapat mengurangi risiko bencana. Pelatihan-pelatihan yang sudah diberikan BNPB pada tahun 2016 juga bisa dikatakan efektif karena memberikan pemahaman yang baik bagi warga sekolah dan masyarakat sekitar terkait kebencanaan, sehingga mereka mampu menunjukkan sikap yang tepat dalam menghadapi bencana.

Keberadaan SDN Sempur Kaler sebagai Sekolah Aman Bencana perlu mendapatkan dukungan semua pihak, tidak hanya dari warga sekolah, namun juga dari orangtua siswa, masyarakat sekitar dan pemerintah daerah agar 3 pilar kerangka kerja Sekolah Aman dapat terealisasi, yaitu terkait fasilitas yang memadai, manajemen bencana, dan pendidikan pengurangan risiko kebencanaan. Saat ini fasilitas masih dirasa kurang karena ketidakseimbangan jumlah peralatan dan perlengkapan dengan jumlah siswa, sekolah juga belum mempunyai tas siaga dan peralatan lainnya yang mendukung. Yang sudah dimiliki saat ini baru petunjuk evakuasi, alat peringatan dini (berupa kentongan), APAR, ruangan perawatan korban (ruang UKS), dan beberapa modul kebencanaan. Pelatihan kebencanaan yang dilakukan sudah tergolong efektif untuk meningkatkan pengetahuan dan

pemahaman siswa terkait mitigasi dan manajemen bencana, karena melalui hasil kuesioner, wawancara dan observasi terlihat perbedaan pemahaman kebencanaan pada anak-anak yang terlibat aktif dengan yang tidak terlibat dalam kegiatan pelatihan. Hal ini juga didukung dari pemberian metode pelatihan disesuaikan dengan tahap perkembangan kognitif anak. Metode dalam pelatihan diharapkan lebih bervariasi agar siswa bersemangat dengan suasana baru yang mengasah rasa ingin tahu mereka. Namun pelatihan kebencanaan yang dilakukan diharapkan dapat dilaksanakan secara rutin sehingga dapat melibatkan semua warga sekolah dan masyarakat sekitar yang lebih luas. Siswa yang terlibat aktif diharapkan mampu menularkan ilmunya kepada teman yang lainnya, karena pada usia tersebut anak sangat dekat dengan teman sebayanya sehingga akan lebih mudah untuk transfer pengetahuan. Keterlibatan tim BNPB sebagai pendamping dan instruktur dalam pelatihan juga sangat dibutuhkan sampai sekolah mempunyai sdm yang dapat melanjutkan kegiatan secara mandiri nantinya.

Berbagai kegiatan terkait kebencanaan ini perlu terus dilanjutkan oleh pihak sekolah agar fungsi sebagai Sekolah Aman Bencana mencapai tujuan yang diharapkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agus Rahmat, 2015. Menejemen Bencana. Tersedia dalam <http://web.iaincirebon.ac.id/ebook/moon/SocialWelfare/Disaster/Manajemen%20dan%20mitigasi.pdf>.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2016, Juknis Implementasi SMAB.
- Santoso, Guritnaningsih A, & Royato, Lucia R.M. 2009. Teknik Penulisan Laporan Penelitian Kualitatif. Jakarta: LPSP3 UI.
- Santrock, John W. 2012. Life-Span Development, Perkembangan Masa Hidup. Jakarta: Erlangga.
- Syamsiah, Noorma, M. 2017, Sekolah Aman dari Bencana, Bunga Rampai Riset Kebencanaan UI: Kontribusi Pemangku Kepentingan untuk Penurunan Tingkat Risiko Bencana, UI-Press. 107-122.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Al Azhar Indonesia atas bantuan dana dari Grant Seminar Domestik 2017-2018 sehingga makalah ini dapat dipresentasikan pada Seminar Nasional "Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke-5 Riset Kebencanaan Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia Tahun 2018".

IDENTIFIKASI PENYEBAB BENCANA GENANGAN BANJIR LOKAL PADA SEKOLAH – SEKOLAH DI DAERAH GUNUNG PANGILUN, KOTA PADANG

Benny Hidayat¹, M. Shubhi Nurul H.², dan Riska Ratna Meilia³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manih, Padang , Indonesia, email;
dagodang@gmail.com

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manih, Padang , Indonesia, email;

³Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang email:
rieskaratnameilia@gmail.com

ABSTRACT

One of Areas that often occur floods in Indonesia is in the city of padang west sumatera. One of areas often flooded is in the Gunung Pangilun, padang city. Some cases of flooding in padang city not only occur in residential areas but also occur in the school environment. This is considered to have a great impact on student activities at school. Floods occur almost every heavy rain. For this reason, it is necessary to identify the causes of the flood disaster in these schools in order to determine effective mitigation measures. To achieve these objectives, first determined the location of research and schools that will be the object of research that is as many as 3 schools namely MIN 3 padang, MTSN 6 padang, MAN 2 padang. Methods of data collection are observation and direct interviews with communities around schools, teachers and students. The result of the research is processed using qualitative analysis method shown in percentage form. From these percentages, the causes of the flooding in the school area as the object of the research, as well as the impact and mitigation efforts that have been done by the school so far. There are several things that cause the flood, such as high rainfall and long intensity, low land area, garbage, and poor drainage system. Flood water level at the study sites varied, but on average more than 20 cm. depending on the rain intensity and the duration of the rain. This flood disaster has a big impact for the general public as well as the residents of the school. This is because the teaching and learning activities of students are disrupted, either because the water that can enter the classroom so that the process of teaching and learning activities become ineffective or because the access road is difficult to be taken when the flood so as to force students to not be able to attend teaching and learning activities. The school has tried several times to complete the problem even though the results have not been as significant as those with holding mutual cooperation, raising the floor elevation of the room, and improving the drainage. Related to the drainage improvement that is not maximal due to the funding of each school is limited so that it is still waiting for more attention from local and central government.

Keywords : Flood, School, Cause, Impact, Mitigation

ABSTRAK

Daerah yang sering terjadi banjir di Indonesia salah satunya di Kota Padang Sumatera Barat. Daerah yang sering dilanda banjir salah satunya adalah di daerah Gunung Pangilun Kota Padang. Beberapa kasus terjadinya banjir di Kota Padang tidak hanya terjadi di perumahan penduduk namun juga terjadi di lingkungan sekolah. Hal ini dinilai memberikan dampak yang besar bagi kegiatan siswa di sekolah. Banjir terjadi hampir setiap hujan lebat. Untuk itulah diperlukan identifikasi penyebab bencana banjir pada sekolah-sekolah tersebut agar bisa ditentukan upaya penanggulangannya yang efektif. Untuk mencapai tujuan tersebut, terlebih dahulu ditentukan lokasi penelitian dan sekolah yang akan dijadikan objek penelitian yaitu sebanyak 3 sekolah yakni MIN 3 Padang, MTSN 6 Padang, MAN 2 Padang. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah observasi dan wawancara langsung dengan masyarakat sekitar sekolah, guru dan siswa. Hasil penelitian diolah menggunakan metode analisa kualitatif ditampilkan dalam bentuk persentase. Dari persentase tersebut diperoleh penyebab-penyebab banjir pada kawasan sekolah yang dijadikan objek penelitian tersebut, serta dampak dan upaya mitigasi yang telah dilakukan pihak sekolah sejauh ini. Terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab terjadinya banjir tersebut, diantaranya adalah curah hujan tinggi dan intensitas lama, daerah tanah yang rendah, sampah, dan sistem drainase yang buruk. Ketinggian muka air banjir pada lokasi penelitian bervariasi, namun rata-rata lebih dari 20 cm. tergantung intensitas hujan dan durasi hujan yang terjadi. Bencana banjir ini memberikan dampak yang cukup besar bagi masyarakat umum juga warga sekolah tersebut. Hal ini dikarenakan kegiatan belajar mengajar siswa terganggu, baik karena air yang bisa masuk sampai ruang kelas siswa sehingga proses kegiatan belajar mengajar menjadi tidak efektif ataupun karena akses jalan yang sulit ditempuh ketika banjir sehingga memaksa siswa untuk tidak bisa menghadiri kegiatan belajar mengajar tersebut. Pihak sekolah sudah beberapa kali mencoba menanggulangi masalah tersebut meskipun hasilnya belum signifikan seperti diantaranya dengan mengadakan gotong royong, menaikkan elevasi lantai ruangan, dan perbaikan drainase. Terkait perbaikan drainase yang tidak maksimal dikarenakan dana masing-masing sekolah terbatas sehingga masih menunggu perhatian lebih dari pemerintah daerah maupun pusat.

Kata kunci : Banjir, Sekolah, Penyebab, Dampak, Mitigasi

1. PENDAHULUAN

Daerah yang sering terjadi banjir di Indonesia salah satunya di Kota Padang Sumatera Barat. Dari beberapa artikel yang telah diteliti sebelumnya, Kota Padang memiliki puluhan catatan kejadian banjir yang dihimpun dari tahun 2010 sampai dengan 2013. (Hidayat, 2014). Beberapa kasus terjadinya banjir di Kota Padang tidak hanya terjadi di perumahan penduduk namun juga terjadi di lingkungan sekolah.

Di Padang, banjir terjadi karena sistem drainase buruk. Di Padang, banjir terjadi di kawasan Lapai, Kecamatan Nanggalo dan Gunung Pangilun, Kecamatan Padang

Utara. Di Lapai, air setinggi 30 sentimeter menutup ruas jalan dan mengganggu akses lalu lintas. Di Gunung Pangilun, banjir setinggi 20-30 sentimeter menggenangi sejumlah rumah warga dan tiga sekolah. (*Kompas*, 2017).

Secara umum ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Faktor-faktor tersebut ada yang disebabkan faktor alam seperti, curah hujan, pengaruh fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase yang tidak memadai, dan pengaruh air pasang, serta factor kesalahan manusia diantaranya perubahan kondisi DAS, kawasan kumuh dan sampah, drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali air, perencanaan system banjir tidak tepat, dan rusaknya hutan atau hilangnya vegetasi alam. (*Ligal*, 2008)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab bencana banjir pada sekolah – sekolah di salah satu daerah yang sering dilanda banjir, yakni di Gunung Pangilun, Kota Padang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mencari landasan teori yang berkaitan dengan penanganan permasalahan untuk menentukan garis besarnya. Studi pustaka dilakukan dengan membaca buku – buku, jurnal, berita koran, serta bahan bacaan lain sebagai referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam topik tugas akhir.

2. Survei lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum kondisi wilayah studi. Survey dilakukan dengan mendokumentasikan kondisi terkini dari daerah tinjauan.

3. Wawancara Masyarakat

Wawancara dilakukan untuk mengetahui pendapat dan pandangan masyarakat terkait penyebab banjir yang terjadi di sekolah tersebut.

4. Wawancara Guru dan Siswa

Wawancara dilakukan untuk mengetahui pendapat dan pandangan guru serta siswa terkait penyebab banjir yang terjadi di sekolah tersebut.

5. Identifikasi Penyebab Banjir Sesuai Kondisi Lapangan

Identifikasi ini digunakan sebagai penguat argumentasi masyarakat serta siswa dan guru tersebut terkait penyebab banjir pada sekolah yang dijadikan objek penelitian tersebut.

6. Pengolahan Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis isi (content analysis). Analisis isi (content analysis) adalah penelitian yang bersifat pembahasan mendalam terhadap isi suatu informasi tertulis atau tercetak dalam media massa. Analisis ini biasanya digunakan pada penelitian kualitatif. Metode content analysis pada penelitian ini dilakukan

menggunakan software Nvivo. Nvivo adalah software komputer untuk pengolahan data kualitatif.

7. Kesimpulan dan Saran

Merupakan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran yang merujuk dari kesimpulan yang didapat.

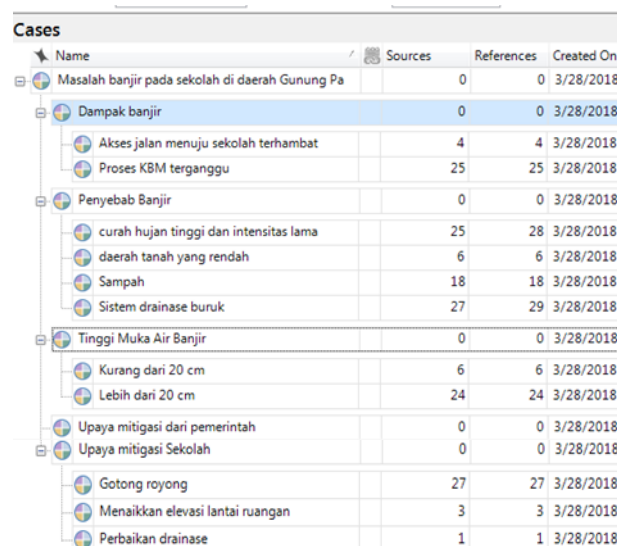
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

259.1 Umum

Pada penelitian ini, survey dilaksanakan di tiga sekolah, yakni MIN 3 Padang, MTSN 6 Padang, dan MAN 2 Padang. Survey dilakukan dalam bentuk wawancara semi terstruktur yaitu kepada masyarakat yang tinggal dan beraktifitas disekitar sekolah serta kepada guru dan siswa di sekolah tersebut. Narasumber berjumlah 34 orang dengan rincian, 12 orang terdiri dari masyarakat di sekitar sekolah yang berprofesi sebagai pedagang, 4 orang guru, dan 18 orang siswa. Selanjutnya dilakukan pengamatan dan pengukuran pada kondisi drainase pada sekolah – sekolah tersebut agar diperoleh data sebagai upaya evaluasi terhadap sistem drainase sekolah – sekolah tersebut.

3.1 Penyebab Terjadinya Banjir Pada Sekolah-Sekolah di Daerah Gunung Pangilun Kota Padang

Berdasarkan hasil wawancara dengan responden serta melakukan pengolahan data menggunakan *software* Nvivo11, maka peneliti mendapatkan beberapa permasalahan terkait penyebab bencana seperti yang terlihat pada gambar.



Name	Sources	References	Created On
Masalah banjir pada sekolah di daerah Gunung Pa	0	0	3/28/2018
Dampak banjir	0	0	3/28/2018
Akses jalan menuju sekolah terhambat	4	4	3/28/2018
Proses KBM terganggu	25	25	3/28/2018
Penyebab Banjir	0	0	3/28/2018
curah hujan tinggi dan intensitas lama	25	28	3/28/2018
daerah tanah yang rendah	6	6	3/28/2018
Sampah	18	18	3/28/2018
Sistem drainase buruk	27	29	3/28/2018
Tinggi Muka Air Banjir	0	0	3/28/2018
Kurang dari 20 cm	6	6	3/28/2018
Lebih dari 20 cm	24	24	3/28/2018
Upaya mitigasi dari pemerintah	0	0	3/28/2018
Upaya mitigasi Sekolah	0	0	3/28/2018
Gotong royong	27	27	3/28/2018
Menaikkan elevasi lantai ruangan	3	3	3/28/2018
Perbaikan drainase	1	1	3/28/2018

Gambar 1 Hasil Pengolahan Data Nvivo

3.1.1 Curah Hujan Tinggi dan Intensitas Lama

Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat sekitar serta warga sekolah, curah hujan yang tinggi dengan durasi yang lama merupakan salah satu penyebab banjir pada daerah tersebut. Seperti yang dijelaskan oleh narasumber 12 :

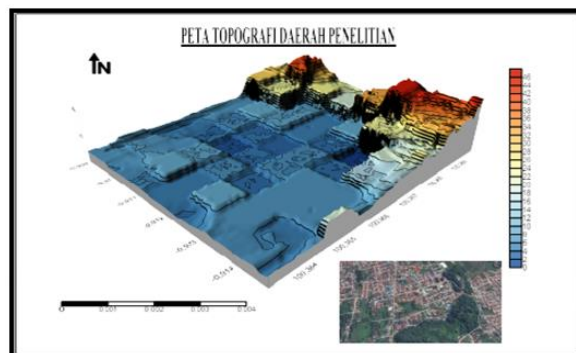
"Kalau dibilang sering sebenarnya tidak setiap hujan nak, tapi kalau hujannya lebat dan lama banjir."

3.1.2 Daerah Tanah yang Rendah

Kondisi daerah tanah yang rendah juga merupakan salah satu penyebab terjadinya banjir pada wilayah tersebut. Seperti yang dijelaskan oleh narasumber 32 :

"Karena sampah, dataran yang rendah dan selokannya yang pendek kak."

Untuk menguatkan pendapat di atas tersebut, maka peneliti mencoba membuat peta topografi pada wilayah tersebut dengan menggunakan Software Surfer. Sehingga diperoleh gambaran topografi pada wilayah tersebut seperti berikut :



Gambar 2 Peta Topografi Daerah Penelitian dengan Menggunakan Aplikasi Surfer

Dari peta topografi di atas, dapat dilihat bahwasanya kawasan penelitian merupakan salah satu daerah yang relatif datar. Hal ini merupakan salah satu hal yang menyebabkan kawasan tersebut mudah tergenang apabila terjadi hujan.

3.1.3 Sampah

Sampah merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi hampir setiap bencana banjir yang terjadi. Begitu pula pada penelitian kali ini. Beberapa narasumber menyebutkan bahwa sampah yang berada pada selokan merupakan salah satu penyebab terjadinya banjir tersebut. Seperti yang diungkapkan oleh narasumber 29 :

"Karena selokan yang dipenuhi sampah dan kecil, serta sampah lainnya yang di luar selokan."

Berikut ini merupakan foto – foto yang terkait dengan permasalahan sampah tersebut :



Gambar 3 Kondisi Drainase Sekolah MIN 3 Padang yang Terdapat Sampah



Gambar 4 Kondisi Salah Satu Drainase Bagian Dalam Sekolah MTSN 6 Padang yang Terdapat Sampah



Gambar 5 Kondisi Salah Satu Drainase Bagian Dalam Sekolah MAN 2 Padang yang Terdapat Sampa



Gambar 6 Kondisi Salah Satu Drainase Bagian Luar Sekolah MAN 2 Padang yang Terdapat Sampah

3.1.4 Sistem Drainase Yang Buruk

Sistem drainase pada sekolah – sekolah pada daerah penelitian dinilai kurang baik. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh beberapa narasumber yang telah diwawancarai. Seperti yang dijelaskan oleh narasumber 12 berikut ini:

“Kalau menurut ibu bukan hanya selokan kecil, tapi karna ada aturan orang buat jalan seperti kemiringan, resapannya juga ada dan daerah resapan tidak ada. Udah dibeton orang. Makanya air cuman bertumpu di selokan sehingga selokan itu meluap.”

Pada hasil pengamatan yang terlihat di lapangan, drainase pada sekolah-sekolah tersebut memiliki ukuran yang berbeda-beda bahkan ada yang terlihat terlalu kecil serta masih banyak bagian drainase yang tertutup sampah sehingga drainase kurang memadai untuk menampung dan mengalirkan air. Berikut beberapa foto drainase pada sekolah-sekolah tersebut :



Gambar 7 Drainase MIN 3 Padang Ukuran Lebar 32 cm dan Tinggi 7 cm



Gambar 8 Drainase MIN 3 Padang Ukuran Lebar 32 cm dan Tinggi 7 cm



Gambar 9 Drainase MTSN 6 Padang Ukuran Lebar 22 cm dan Tinggi 37 cm



Gambar 10 Drainase MTSN 6 Padang Ukuran Lebar 55 cm dan Tinggi 35 cm



Gambar 11 Drainase MAN 2 Padang Ukuran Lebar 25 cm dan Tinggi 40 cm

Dari beberapa foto tersebut, dapat terlihat bahwasanya drainase masing-masing sekolah memiliki ukuran yang berbeda-beda serta kurang ideal dalam menampung dan mengalirkan air hujan. Selain karena ada beberapa ukuran yang terlampau kecil, juga kondisinya yang masih sering tertutup sampah.

3.2 Tinggi Muka Air Banjir

Tinggi muka air banjir pada tiga sekolah tersebut bervariasi, tergantung seberapa lama dan seberapa tinggi intensitas hujannya. Dari data yang diperoleh, ada sekitar 28 narasumber yang mengatakan bahwa rata-rata banjir pada daerah sekolah tersebut adalah di atas 20 cm. Sehingga hal ini dinilai sangat mengganggu aktifitas bagi masyarakat sekitar maupun siswa dan guru pada sekolah tersebut.

3.3 Dampak Bencana Banjir Bagi Sekolah

Banjir yang terjadi pada wilayah sekolah tentu menimbulkan dampak yang cukup merugikan siswa. Hal ini sesuai dengan pendapat masyarakat, serta guru dan siswa dalam sesi wawancara yang telah dilakukan. Dampak yang dirasakan diantaranya adalah :

3.3.1 Proses Kegiatan Belajar Mengajar Terganggu

Banjir yang terjadi pada wilayah sekolah mengakibatkan siswa tidak dapat melaksanakan Kegiatan Belajar Mengajar dengan baik, hal ini dikarenakan air masuk ke dalam kantor majelis guru bahkan sampai ke ruang kelas. Sesuai dengan data pendapat wawancara, ada 25 dari 34 narasumber yang menjabarkan permasalahan tersebut.

3.3.2 Akses Jalan Menuju Sekolah Terhambat

Selain mengganggu siswa dalam mengikuti proses kegiatan Belajar Mengajar di Kelas, banjir pada daerah tersebut juga membuat akses jalan menuju kawasan sekolah tersebut terhambat. Karena air tidak hanya menggenang di dalam sekolah tetapi juga di jalan menuju sekolah. Ada beberapa pendapat narasumber yang menjabarkan bahwasanya ketika hujan lebat dan banjir, banyak siswa yang terpaksa harus absen karena tidak bisa melewati akses jalan menuju sekolahnya tersebut.

3.4 Perbaikan Infrastruktur Sekolah sebagai Upaya Mitigasi Bencana Banjir Pada Sekolah

Ada beberapa hal yang telah dilakukan sekolah sebagai salah satu upaya untuk mitigasi bencana banjir tersebut diantaranya :

3.4.1 Gotong Royong

Sekolah mencoba melakukan upaya penanggulangan banjir secara bertahap salah satunya dengan mengaktifkan kegiatan gotong royong pada masing-masing sekolah tersebut. Ada sekitar 27 narasumber yang mengatakan bahwa kegiatan ini dilakukan agar mengurangi sampah pada lingkungan sekolah terutama pada

drainase sekolah agar air dapat mengalir dengan lancar. Namun sepertinya hal ini belum mampu mengatasi banjir. Hal tersebut dibuktikan dengan seringnya banjir melanda kawasan tersebut sampai saat ini akibat drainase yang tersumbat sampah.

3.4.2 Menaikkan Elevasi Lantai Ruangan

Salah satu upaya yang dilakukan sekolah selain dari gotong royong adalah dengan menaikkan elevasi lantai ruangan. Hal ini dilakukan di MAN 2 Padang. Namun belum seluruh ruangan ditinggikan elevasinya. Sampai saat ini baru ruangan tata usaha, ruang computerserta ruang kepala madrasah. Hal ini menimbang ruangan terebut menyimpan banyak dokumen yang penting. Sementara untuk ruangan kelas belum dilaksanakan.

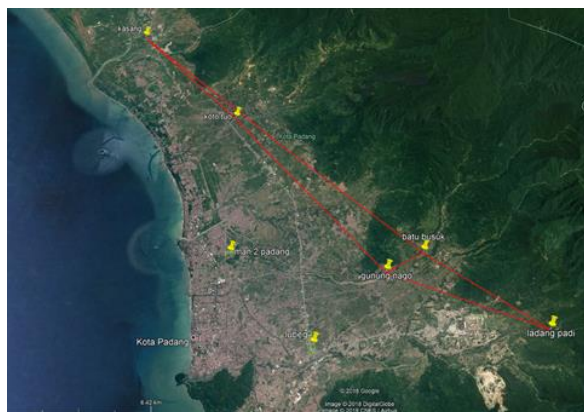
3.4.3 Perbaikan Drainase

Perbaikan drainase seharusnya menjadi hal yang perlu menjadi pertimbangan dalam upaya mitigasi ini, namun pada kenyataannya di lapangan justru hal ini yang belum dilakukan. Hal ini terjadi akibat terbatasnya dana dari masing-masing sekolah serta kurangnya perhatian dari pemerintah. Terbukti dari 34 narasumber yang ada, semuanya mengatakan bahwa belum ada penanganan secara khusus dan serius dari pemerintah.

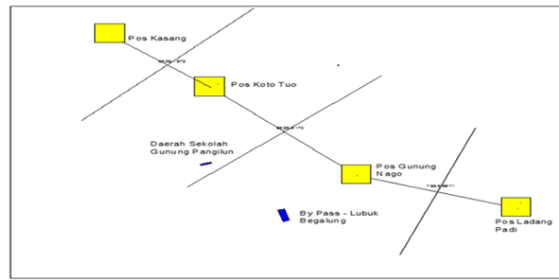
4.6 Analisa Hidrologi

4.6.1 Analisis Hujan Rata-Rata Kawasan

Sebelum Menganalisis hujan harian rata-rata pada kawasan sekolah-sekolah di Gunung Pangilun, Kota Padang terlebih dahulu ditentukan stasiun curah hujan yang terdapat pada daerah tersebut. Dengan menggunakan metode Poligon Thissen, maka diperoleh curah hujan yang digunakan adalah curah hujan Stasiun Hujan Koto Tuo.



Gambar 12 Penyebaran Stasiun Hujan di Sekitar Lokasi Penelitian



Gambar 13 Penentuan Stasiun Hujan Dengan Menggunakan Metode Thiessen

Untuk data terukurnya diambil curah hujan harian maksimum rata-rata tiap tahunnya. Data yang diperoleh adalah data curah hujan sepuluh tahun terakhir.

Tabel 1 Curah Hujan Harian Maksimum

Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata Koto Tuo			
No	Tahun	Bulan	Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata
1	2007	Des	325
2	2008	Sep	89
3	2009	Des	82
4	2010	Des	215
5	2011	Agus	155
6	2012	Feb	152
7	2013	Des	174
8	2014	Jan	153
9	2015	Agus	145
10	2016	Jun	218

Sumber : Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sumatera Barat.

4.6.2 Analisa Periode Ulang Curah Hujan

Untuk daerah pemukiman umumnya dipilih hujan rencana dengan periode ulang 5-15 tahun. Daerah pusat pemerintahan yang penting, daerah komersil, dan daerah padat dengan nilai ekonomi tinggi dengan periode ulang 10-50 tahun. Perencanaan gorong-gorong jalan raya dan lapangan terbang antara 3-15 tahun. Perencanaan pengendalian banjir pada sungai antara 25-50 tahun.

Tabel 2 Analisa Periode Ulang Curah Hujan

METODE GUMBEL						
No	Tahun	X_i	$(n+1)/m$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	X_i^2
1	2007	325	11.000	154.200	23.777.640	105.625.000
2	2016	218	5.500	47.200	2.227.840	47.524.000
3	2010	215	3.667	44.200	1.953.640	46.225.000
4	2013	174	2.750	3.200	10.240	30.276.000
5	2011	155	2.200	-15.800	249.640	24.025.000
6	2014	153	1.833	-17.800	316.840	23.409.000
7	2012	152	1.571	-18.800	353.440	23.104.000
8	2015	145	1.375	-25.800	665.640	21.025.000
9	2008	89	1.222	-81.800	6.691.240	7.921.000
10	2009	82	1.100	-88.800	7.885.440	6.724.000
Xtot		1.708.000			44.131.600	335.858.000
Xrata-rata		170.800				

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \frac{S}{s_n} \quad 1/a = \frac{S}{s_n} \quad b = X_{rat} - ((Y_n \cdot S)/S_n)$$

$$= 70 \quad 73.741654 \quad 134.2831328$$

4.6.3 Analisa Frekuensi

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Maksudnya adalah pada suatu periode ulang dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai dan dilampaui.

Tabel 3 Analisa Frekuensi dengan Distribusi Gumbel

Periode Ulang (T)	R	Yt	Yn	Sx	Curah Hujan Rencana (mm)
2	170.800	0.367	0.495	70.025	161.332
5	170.800	1.500	0.495	70.025	244.925
10	170.800	2.251	0.495	70.025	300.276

4.6.4 Analisa Intensitas dan Waktu Hujan

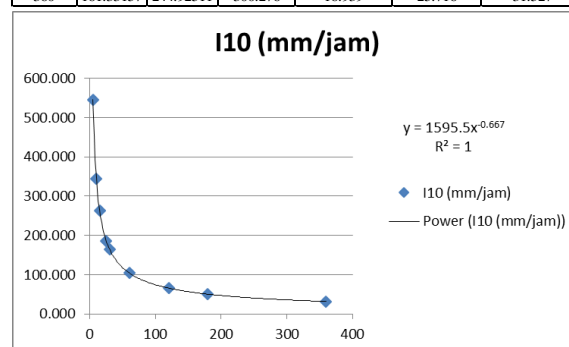
$$I = \frac{R24}{24} \cdot \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

dimana :

- I = intensitas hujan (mm/jam)
R24 = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
T = waktu hujan (jam)

Tabel 4 Analisa Intensitas dan Waktu Hujan

t (menit)	Pt 2 (mm)	Pt 5 (mm)	Pt 10 (mm)	I2 (mm/jam)	I5 (mm/jam)	I10 (mm/jam)
5	161.33157	244.92511	300.276	293.159	445.058	545.637
10	161.33157	244.92511	300.276	184.679	280.369	343.730
15	161.33157	244.92511	300.276	140.936	213.962	262.315
25	161.33157	244.92511	300.276	100.259	152.208	186.605
30	161.33157	244.92511	300.276	88.784	134.787	165.248
60	161.33157	244.92511	300.276	55.931	84.911	104.100
120	161.33157	244.92511	300.276	35.234	53.490	65.579
180	161.33157	244.92511	300.276	26.889	40.821	50.046
360	161.33157	244.92511	300.276	16.939	25.716	31.527



Gambar 14 Lengkung IDF

4.6.5 Analisa Debit Banjir Rencana

Menganalisis debit banjir rencana drainase perkotaan dengan waktu konsentrasi yang relatif pendek, digunakan rumus metode rasional :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

dimana :

- Q = Debit Rencana (m^3 /detik)
C = Koefisien pengaliran/limpasan

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, serta jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari. Besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5 Koefisien Pengaliran

Kondisi Daerah Pengaliran	Koefisien Pengaliran
Rerumputan :	
a. Tanah Pasir, datar 2%	0.05-0.10
b. Tanah Pasir, rata-rata 2% -7%	0.10-0.15
c. Tanah Pasir, curam 7%	0.15-0.20
d. Tanah Gemuk, datar 2%	0.13-0.17
e. Tanah Gemuk, rata-rata 2% -7%	0.18-0.22
f. Tanah Gemuk, curam 7%	0.25-0.35
Perkotaan :	
a. Pusat Kota	0.75-0.95
b. Daerah Pinggiran	0.50-0.70
Perumahan:	
a. Kepadatan 20 rumah/Ha	0.05-0.60
b. Kepadatan 20-60 rumah/Ha	0.60-0.80
c. Kepadatan 60-160 rumah/Ha	0.70-0.90
Industri :	
Industri Ringan	0.50-0.60
Industri Berat	0.60-0.90

Sumber : Drainase Perkotaan, S. Hindarko (1977)

4.6.6 Waktu Konsentrasi (T_c)

$$T_c = \left| \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right|^{0.385}$$

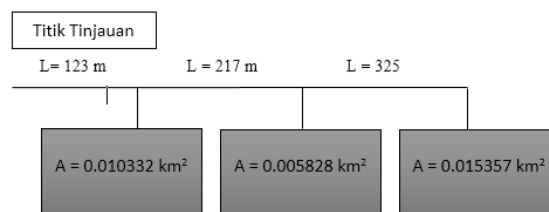
T_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km)

S = kemiringan rata-rata daerah lintasan air

4.7 Analisis Hidrolika

4.7.1 Skema Jaringan Saluran Drainase



4.7.2 Menghitung Debit Rencana Saluran Drainase

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

Keterangan :

S = Kemiringan tanah / dasar saluran

T1 = Elevasi di titik awal / bagian tinggi (m)

T2 = Elevasi di bagian akhir / bagian rendah (m)

L = Panjang Saluran dari titik awal ke akhir (m)

S₁ (MAN 2 PADANG) = 0.004228

S₂ (MTSN 6 PADANG) = 0.002664

S₃ (MIN 3 PADANG) = 0.001169

T_{C1} = 0.329 jam

T_{C1} = 0.426 jam

T_{C1} = 0.424 jam

I₁ = 218.503 mm/jam

I₂ = 183.818 mm/jam

I₃ = 184.549 mm/jam

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

$$Q_1 = 0.278 \times 0.95 \times 218.503 \times 0.010332$$

$$= 0.596 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_2 = 0.278 \times 0.95 \times 183.818 \times 0.005828$$

$$= 0.283 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_3 = 0.278 \times 0.95 \times 184.549 \times 0.015357$$

$$= 0.748 \text{ m}^3/\text{det}$$

4.7.3 Evaluasi Saluran Drainase

Tabel 6 Koefisien Pengaliran

Tabel Kekasaran Manning Untuk Saluran		
Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0.016-0.033
	Berkelok, landai dan berumput	0.023-0.040
	Tidak terawat dan kotor	0.050-0.140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0.035-0.045
Pasangan	Batu Kosong	0.023-0.035
	Pasangan Batu Belah	0.017-0.030
Beton	Halus, Sambungan baik dan rata	0.014-0.018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0.018-0.030

Dimensi saluran eksisting MAN 2 Padang

$$B = 0.23 \text{ m}$$

$$h = 0.25 \text{ m}$$

Dimensi Saluran seharusnya (Saluran ekonomis $B = 2h$)

$$Q = (1/n) \times (R)^{2/3} \times (S)^{1/2} \times 2h^2$$

$$0.596 = (1/0.018) \times (bh/b+2h)^{2/3} \times (0.004228)^{1/2} \times 2h^2$$

$$= (1/0.018) \times (1/2 h)^{2/3} \times (0.004228)^{1/2} \times 2h^2$$

$$h = 0.47 \text{ m}$$

$$B = 2h = 0.94 \text{ m}$$

Dimensi saluran eksisting MTSN 6 Padang

$$B = 0.32 \text{ m}$$

$$h = 0.37 \text{ m}$$

Dimensi Saluran seharusnya (Saluran ekonomis $B = 2h$)

$$Q = (1/n) \times (R)^{2/3} \times (S)^{1/2} \times 2h^2$$

$$0.283 = (1/0.018) \times (bh/b+2h)^{2/3} \times (0.002664)^{1/2} \times 2h^2$$

$$= (1/0.018) \times (1/2 h)^{2/3} \times (0.002664)^{1/2} \times 2h^2$$

$$h = 0.39 \text{ m}$$

$$B = 2h = 0.78 \text{ m}$$

Dimensi saluran eksisting MIN 3 Padang

$$B = 0.34 \text{ m}$$

$$h = 0.25 \text{ m}$$

Dimensi Saluran seharusnya (Saluran ekonomis $B = 2h$)

$$Q = (1/n) \times (R)^{2/3} \times (S)^{1/2} \times 2h^2$$

$$0.748 = (1/0.018) \times (bh/b+2h)^{2/3} \times (0.001169)^{1/2} \times 2h^2$$

$$= (1/0.018) \times (1/2 h)^{2/3} \times (0.001169)^{1/2} \times 2h^2$$

$$h = 0.65 \text{ m}$$

$$B = 2h = 1.3 \text{ m}$$

Setelah dilakukan evaluasi sistem drainase di masing-masing sekolah, yaitu dengan menghitung ulang debit air yang terdapat pada titik tersebut dan menghitung dimensi drainase seharusnya yang berkapasitas menampung debit air tersebut. Ternyata hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ukuran drainase rata-rata di lapangan lebih kecil daripada ukuran yang seharusnya. Oleh sebab itu kondisi drainase saat ini tidak dapat menampung air yang ada sehingga terjadi banjir.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada analisa dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa banjir masih melanda kawasan sekolah – sekolah pada Daerah Gunung Pangilun, Kota Padang. Terutama pada sekolah yang dijadikan objek penelitian, yakni MIN 3 Padang, MTSN 6 Padang, dan MAN 2 Padang. Terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab terjadinya banjir tersebut, diantaranya adalah curah hujan tinggi dan intensitas lama, daerah tanah yang rendah, sampah, dan system drainase yang buruk. Ketinggian muka air banjir pada lokasi penelitian bervariasi, namun rata-rata lebih dari 20 cm. tergantung intensitas hujan dan durasi hujan yang terjadi.

Bencana banjir ini memberikan dampak yang cukup besar bagi masyarakat umum juga warga sekolah tersebut. Hal ini dikarenakan kegiatan belajar mengajar siswa terganggu, baik karena air yang bisa masuk sampai ruang kelas siswa sehingga proses kegiatan belajar mengajar menjadi tidak efektif ataupun karena akses jalan yang sulit ditempuh ketika banjir sehingga memaksa siswa untuk tidak bisa menghadiri kegiatan belajar mengajar tersebut.

Meskipun begitu, pihak sekolah sudah beberapa kali mencoba menanggulangi masalah tersebut meskipun hasilnya belum signifikan seperti diantaranya mengadakan gotong royong, menaikkan elevasi lantai ruangan, dan perbaikan drainase. Terkait perbaikan drainase yang tidak maksimal dikarenakan dana masing-masing sekolah terbatas sehingga masih menunggu perhatian lebih dari pemerintah daerah maupun pusat.

Kondisi drainase di daerah sekolah yang menjadi objek penelitian saat ini tidak dapat menampung debit air yang ada, karena dimensi saluran eksistingnya lebih kecil daripada ukuran idealnya dimensi ideal yang sebaiknya digunakan adalah untuk masing – masing sekolah, MAN 2 Padang lebar 0,94 m dan tinggi 0,74 m,

MTSN 6 Padang lebar 0,78 m dan tinggi 0,39 m, serta MIN 3 Padang lebar 1,3 m dan tinggi 0,65 m.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hasmar, H., *Drainase Terapan*. Gunadarma, Yogyakarta, 2011.
2. Hermawan, *Laporan Perencanaan Drainase* Tesis Magister, Program Magister Wilayah dan Kota, Sekolah Arsitektur, Institut Teknologi Bandung, 2006.
3. Hidayat, B. *Memahami Bencana Banjir di Kota Padang dengan Content Analysys Artikel Berita*. in *Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia*. Padang.
4. Hindarko, *Pemukiman Bebas Bnjir – Tanpa Membanjiri Orang Lain di Sekitarnya*. Elsha, Jakarta 2005.
5. Hindarto, S., *Drainase Perkotaan*. Gunadarma, Yogyakarta 1997.
6. Indonesia, P., *Undang – Undang nomor 24 tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana*. 2007.
7. Kalsim and D. Kusnadi., *Teknik Drainase Bawah Permukaan*. Graha Ilmu, Yogyakarta 2010.
8. Sebastian, L., *Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan banjir*. Jurnal Konservasi tanah dan Air, 2008. **Vol. 4, Nomor 2**.
9. Tiurma, *Tinjauan Manajemen Sistem Drainase Kota Pematang Siantar* Tesis Magister, Program Magister Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara, 2007.
10. Zakaria, I., *Banjir Rendam Dua Daerah di Sumbar*. Kompas, 2017.

PENGARUH PERUBAHAN MUSIM TERHADAP PRODUKTIVITAS GARAM DI KECAMATAN PANGENAN KABUPATEN CIREBON TAHUN 2013 DAN 2014

Amrih Halil

Mahasiswa Magister Ilmu Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Beji, Pondok Cina, Kota Depok, Depok, 16424,
Indonesia
email: halilamrih01@gmail.com

ABSTRACT

Salt as a commodity will always be needed by human as well as human need for food. Climatic conditions, less favorable weather changes are a natural factor that inhibits salt production. This study was conducted to analyze changes in salt productivity and salt farmer income due to seasonal changes in Pangenan District, Cirebon Regency as the largest salt producer in West Java. The variables of the research are seasonal conditions, salt production, salt pond area, salt productivity, selling price and salt farmer income, in 2013 and 2014. Variable data obtained from Fisheries and Maritime Office of Cirebon Regency, and the results of direct interviews with salt farmers then seen relation through statistical calculations using the Pearson Product Moment Correlation method. The result of the calculation shows the correlation value between the change of season and the productivity of 0.368 as r_{hitung} , r_{tabel} of 0.320, and the significance of 0.023, and the value of income correlation with the number of dry months of 0.316 as r_{hitung} , r_{tabel} of 0.271 and significance of 0.027 with significant correlation at 0.05 or 5%. The results show that $r_{hitung} > r_{tabel}$ and significance $<$ significant correlation which shows the influence of seasonal changes seen from the number of dry months to productivity and income, where more and more dry months in one year, the greater productivity and income of salt farmers.

Keywords : Salt, Change of Season, Productivity of Salt Business, Pangenan Sub-district, Cirebon Regency

ABSTRAK

Garam sebagai komoditas akan selalu dibutuhkan manusia seperti halnya kebutuhan manusia akan makanan. Kondisi iklim, perubahan cuaca yang kurang bersahabat menjadi faktor alam yang menghambat proses produksi garam. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perubahan produktivitas garam dan pendapatan petani garam akibat perubahan musim di Kecamatan Pangenan Kabupaten Cirebon sebagai penghasil garam terbesar di Jawa Barat. Adapun hal-hal yang menjadi variabel penelitian adalah kondisi musim, produksi garam, luas lahan tambak garam, produktivitas garam, harga jual, dan pendapatan petani garam, pada tahun 2013 dan 2014. Data variabel yang diperoleh dari Dinas

Perikanan dan Kelautan Kabupaten Cirebon, dan hasil wawancara langsung dengan petani garam kemudian dilihat kaitannya melalui perhitungan statistik menggunakan metode Korelasi Pearson Product Moment. Hasil perhitungan menunjukkan nilai korelasi antara perubahan musim dengan produktivitas sebesar 0.368 sebagai rhitung, rtabel sebesar 0.320, dan signifikansi sebesar 0.023, dan nilai korelasi pendapatan dengan jumlah bulan kering sebesar 0.316 sebagai rhitung, rtabel sebesar 0.271 dan signifikansi sebesar 0.027 dengan korelasi signifikan pada 0.05 atau 5%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rhitung > rtabel dan signifikansi < korelasi signifikan yang menunjukkan adanya pengaruh perubahan musim yang dilihat dari banyaknya bulan kering terhadap produktivitas dan pendapatan, dimana semakin banyak bulan kering dalam satu tahun maka semakin besar produktivitas dan pendapatan petani garam.

Kata Kunci : Garam, Perubahan Musim, Produktivitas Usaha Garam, Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, dengan jumlah pulau sebanyak 13.466 pulau dan memiliki garis pantai 99.093 kilometer (Badan Informasi Geospasial). Indonesia yang memiliki predikat sebagai Negara dengan garis pantai terpanjang keempat di dunia (National Geographic, 2013), memiliki banyak sekali sumber daya laut, seperti ikan, udang, terumbu karang, mangrove dan garam. Semua sumber daya laut tersebut tentunya dapat dimanfaatkan sebagai modal pembangunan nasional untuk kesejahteraan manusia.

Bagi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai, pesisir pantai merupakan ladang mereka untuk mencari nafkah melalui sumber daya pertambakan baik tambak ikan, udang, maupun tambak garam. Dengan begitu panjangnya garis pantai di Indonesia, apabila sumber daya pertambakan itu dioptimalkan, maka akan dapat meningkatkan perekonomian suatu daerah. Contohnya, usaha garam yang besar guna memenuhi total kebutuhan garam di Indonesia. Garam merupakan salah satu kebutuhan manusia yang merupakan pelengkap dari kebutuhan pangan dan sumber elektrolit bagi tubuh manusia.

kondisi geografis Indonesia bukan hanya sebagai faktor keuntungan, tapi juga menjadi hambatan dan kendala. Penguapan yang tinggi di Indonesia mengakibatkan sering menurunnya jumlah produk garam akibat hujan. Perubahan cuaca di Indonesia yang sulit diprediksi, ditambah lagi, ketidakstabilan harga garam dan proses produksi yang masih bersifat tradisional.

Terdapat 9 daerah yang menjadi sentra-sentra garam yaitu Cirebon, Indramayu, Pati, Rembang, Gresik, Pulau Madura, NTB (Bima), NTT dan Sulawesi Selatan (Jeneponto). Salah satu lokasi usaha tambak garam di Indonesia berada pada Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon yang berada di pesisir Laut Utara Jawa. Berdasarkan Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Cirebon, luas area garam di Kabupaten Cirebon sekitar 2.944 hektar. Luas area garam terluas adalah di

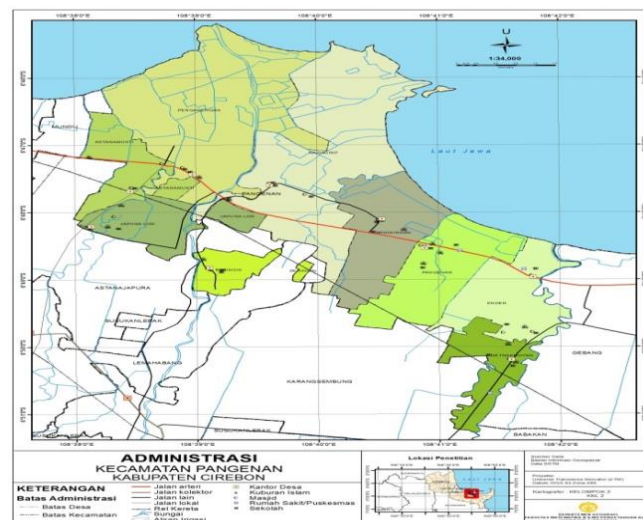
Kecamatan Pangenan, sebesar 1.558 hektar, dengan jumlah petani garam sebanyak 2.777 orang, dengan produksi pertahunnya kurang lebih 150.052 ton (Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Cirebon, 2013).

Dengan kondisi seperti ini, banyak permasalahan yang menyebabkan kemiskinan. Pada umumnya petani garam menggantungkan hidupnya pada sumber daya laut yang bergantung kepada musim. Kondisi iklim, perubahan cuaca yang kurang bersahabat menjadi faktor alam yang menghambat proses penggaraman. Maka akan diteliti "Pengaruh perubahan musim terhadap produktivitas garam di Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon tahun 2013 dan 2014"

2. METODOLOGI

2.1 Area Studi

Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon berada di daerah pesisir Laut Jawa. Berdasarkan letak geografisnya wilayah Kecamatan Pangenan berada pada posisi 6o45"05" - 6o50"45" Lintang Selatan dan 108o38'00" - 108o42'35" Bujur Timur. Kecamatan Pangenan dengan luas 21,02 km² berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah utara, Kecamatan Astanajapura di sebelah barat, Kecamatan Karangsembung di sebelah selatan, dan Kecamatan Gebang di sebelah timur. Terdapat 9 desa di Kecamatan Pangenan, yaitu Desa Astanamukti, Pangarengan, Japura Lor, Beringin, Rawaurip, Bendungan, Pangenan, Getrakmoyan, dan Ender.



Gambar 1. Peta Administrasi Kecamatan Pangenan

Kecamatan Pangenan merupakan penghasil garam terbesar di Kabupaten Cirebon. Pada tahun 2013 dan 2014 terjadi perbedaan usaha garam yang ditentukan berdasarkan banyaknya bulan kering saat musim kemarau. Pada tahun 2013 terdapat 2 bulan kering sedangkan tahun 2014 terdapat 4 bulan kering. Namun pada musim hujan para petani garam tidak dapat menghasilkan garam

karena tambaknya yang terendam air. Hal tersebut akan berdampak pada produktivitas garam dan pendapatan para petani garam.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dibagi menjadi 2, yaitu pengumpulan data sekunder dan primer. Pengumpulan data sekunder meliputi:

1. Peta penggunaan lahan dari Badan Informasi Geospasial
2. Peta administrasi dari Badan Informasi Geospasial
3. Data kepemilikan lahan usaha garam dan produksi dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Cirebon
4. Data jumlah bulan kering dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Cirebon

Pengumpulan data primer yaitu mewawancarai responden dengan panduan kuesioner dengan kriteria informan:

1. Petani garam
2. Pemilik tambak garam
3. Pemilik dan petambak garam
4. Pemilik pengolahan garam

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif melalui metode Pearson Product Moment (PPM). Korelasi Pearson Product Moment digunakan untuk menentukan hubungan antara dua gejala interval atau dua gejala rasio atau satu gejala interval dan satu gejala rasio. Rumus yang digunakan adalah:

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}}$$

r_{xy} = koefisien korelasi antara X dan Y

X_i dan Y_i = Variabel bebas (X) dan Variabel terikat (Y) data ke-i

Atau

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

Dimana:

$$x^2 = (X_i - \bar{X})^2 \quad y^2 = (Y_i - \bar{Y})^2$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara X dan Y

xy = mean deviasi

Untuk menentukan nilai korelasi (r) hitung antara pengaruh perubahan musim dengan produktivitas garam dan pendapatan petani garam maka dibuatlah langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan H_0 dan H_1

H_0 : Tidak terdapat pengaruh antara variabel independent dengan variabel dependent

H_1 : Terdapat pengaruh antara variabel independent dengan variabel dependent

2. Menentukan Level of Significance

Taraf Kepercayaan yang digunakan adalah 95% dan tingkat toleransi kesalahan (α) 5%

2.4 Analisa Data

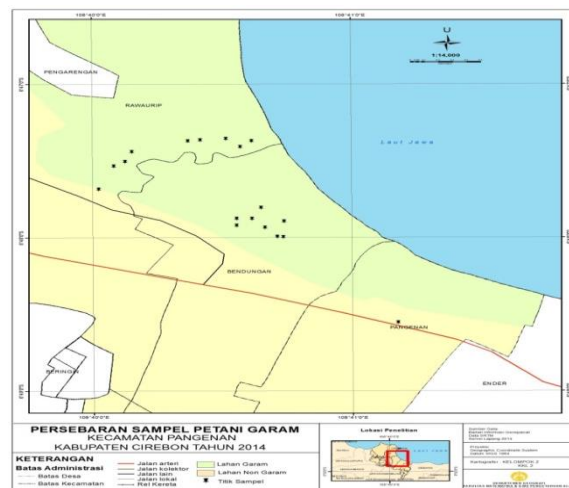
Untuk mengetahui hubungan antara perubahan musim dengan produktivitas garam maka dilakukan pencarian data produktivitas garam tahun 2013 dan 2014. Lalu dilihat nilai r hitung antara kedua variabel dan dibandingkan dengan r tabel untuk melihat hubungan kedua variabel tersebut. Jika r hitung $\geq r$ tabel maka terdapat hubungan secara signifikan antara perubahan musim dengan produktivitas garam. Sedangkan apabila r hitung $< r$ tabel maka tidak terdapat hubungan antara perubahan musim dengan produktivitas garam.

Untuk mengetahui hubungan antara perubahan musim dengan pendapatan petani garam maka dilakukan pencarian data pendapatan petani garam tahun 2013 dan 2014. Lalu dilihat nilai r hitung antara kedua variabel dan dibandingkan dengan r tabel untuk melihat hubungan kedua variabel tersebut. Jika r hitung $\geq r$ tabel maka terdapat hubungan secara signifikan antara perubahan musim dengan pendapatan petani garam. Sedangkan apabila r hitung $< r$ tabel maka tidak terdapat hubungan antara perubahan musim dengan pendapatan petani garam

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penggunaan Lahan dan Lokasi Survei

Dari 9 desa di Kecamatan Pangenan hanya 5 desa yang menjadi penghasil garam, yaitu Desa Pangarengan, Rawaurip, Bendungan, Pangenan, dan Ender. Desa Pangarengan merupakan desa yang menghasilkan garam terbanyak. Sedangkan Desa Ender yang berada di paling timur Kecamatan Pangenan merupakan desa yang menghasilkan garam paling sedikit. Hal ini tidak terlepas dari luas kedua desa tersebut. Desa Ender terbilang memiliki luas yang kecil dan penggunaan lahannya hanya sedikit yang digunakan sebagai tambak garam sedangkan sebagian besar berupa pertanian (Gambar 2). Dari kelima desa tersebut diambil 3 desa yang menjadi sampel lokasi penelitian, yaitu Desa Pangenan, Bendungan, dan Rawaurip yang terletak saling bersebelahan (Gambar 3). Pada Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon sebagian besar penggunaan lahannya



Gambar 4. Peta Persebaran Sampel Petani Garam

Data sampel tersebar di 3 Desa yang dijadikan lokasi penelitian yaitu Desa Rawaaurip, Desa Bendungan, dan Desa Pangenan. Dimana data sampel petani tambak garam terbanyak yaitu berada di Desa Rawaaurip sebanyak 9 sampel petani tambak garam. Kemudian pada Desa Bendungan didapat sampel petani tambak garam sebanyak 8 orang dan pada Desa Pangenan yang didapat hanya 1 sampel petani tambak garam saja. Data sampel petani tambak garam diperoleh melalui wawancara dengan petani garam mengenai informasi persamaan dan perbedaan terkait topik penelitian dan informasi terkait produksi garam di tiap desa. Selain itu data sampel petani tambak garam juga diperoleh melalui pertanyaan-pertanyaan dalam kuisioner yang diajukan kepada petani pada saat wawancara diantaranya adalah mengenai luas lahan garam petani tambak garam, teknis produksi garam, faktor-faktor pendukung dan penghambatnya, nilai ekonomi garam, perbedaan produksi pada saat musim kemarau dan musim hujan, pengaruh iklim dan sebagainya.

3.2 Produksi dan Luas Lahan

Produksi garam di Kecamatan Pangenan memiliki standar jumlah yang didasarkan pada ukuran karung pengemasan yang berkapasitas 60-70 kg. Dalam satu petak garam yang dipanen biasanya sebanyak 6 karung atau sama dengan 360-420 kg. Namun hal tersebut tetap bergantung pada luas petak tambak garam yang dipanen. Sebab ukuran tiap petak garam dalam satu lahan kepemilikan tambak garam berbeda-beda.

Tabel 1. Produksi Garam Tahun 2013 dan 2014

Lokasi	Prod. 2013 (ton)	Prod. 2014 (ton)	Luas Lahan
Rudi	6,4	12,8	0,11
Kadim	14,4	28,8	1
M. Tohya	45	90	1,5
Tohari	25,6	51,2	0,6
Arman	6,72	13,44	0.5
Sakmad	20,16	40,32	0.5
Kamal	19,20	38,4	0.5
H. Sanim	80,00	160	5
Sutarno	20,00	40	0.5
Sutarto	20,00	40	0.5
Lukman	40,00	80	1
Wasrab	16,00	32	0.5
Said	5,28	10,56	0.48
Valid	3,84	7,68	0.75
Cholifah	32,00	64	0.75
Sumiah	14,40	28,8	0.28
Hasan	32,00	64	0.5
Marzuki	80,00	160	0.5

Sumber: Survey Lapang, 2014.

Pada tahun 2013, produksi garam terbesar dimiliki oleh Pak Marzuki, yakni 80 ton garam. Sedangkan produksi garam terkecil terjadi pada Pak Walid yang hanya mampu memproduksi garam sebesar 3,84 ton garam dalam setahun. Adapun rata-rata (mean) dari produksi garam pada masing-masing kepemilikan lahan garam oleh petani garam di ketiga desa adalah 26,72 ton garam. Produksi garam pada tahun 2014 mengalami peningkatan 2 kali lipat. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya bulan kering. Dimana pada tahun 2013 terdapat 2 bulan kering, sedangkan pada tahun 2014 terdapat 4 bulan kering. Meningkatnya produksi garam dari tahun 2013 sampai tahun 2014 akan mempengaruhi pada pendapatan para petani tambak garam.

Luasan yang paling besar dan paling kecil berada di Desa Rawaurip dengan masing-masing luasan, 5 hektar milik Pak H. Sanim, dan 0,11 hektar milik Rudi.

3.3 Produktivitas

Produktivitas adalah banyaknya produksi dalam satuan luas dimana disini adalah Ton/Ha. Sehingga data yang dibutuhkan untuk mendapatkan informasi ini adalah banyaknya produksi dan luas tambak garam.

Tabel 2. Produktivitas Garam Tahun 2013 dan 2014

Lokasi	Prod. 2013 (ton/ha)	Prod. 2014 (ton/ha)
Rudi	59,37	118,74
Kadim	14,4	28,8
M. Tohya	30	60
Tohari	42,67	85,33
Arman	13,44	26,88
Sakmad	40,32	80,64
Kamal	38,4	76,8
H. Sanim	16	32
Sutarno	40	80
Sutarto	40	80
Lukman	40	80
Wasrab	32	64
Said	11	22
Walid	5,12	10,24
Cholifah	42,67	85,33
Sumiah	51,43	102,86
Hasan	32	64
Marzuki	40	80

Sumber: Survey Lapangan, 2014.

Pada tahun 2013, produktivitas garam tertinggi yaitu yang dimiliki oleh Bapak Rudi yakni 59,37 ton/Ha. Sedangkan produktivitas garam terendah yakni produktivitas garam pada Bapak Said yakni hanya 5,12 ton/Ha. Adapun rata-rata (mean) dari produktivitas garam dari masing-masing sampel petani tambak garam di ketiga desa yang menjadi lokasi penelitian adalah 32,71 ton/Ha. Produktivitas garam pada tahun 2014 mengalami peningkatan 2 kali lipat. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya bulan kering. Dimana pada tahun 2013 terdapat 2 bulan kering sedangkan pada tahun 2014 terdapat 4 bulan kering. Sehingga meningkatnya produktivitas garam dari tahun 2013 sampai tahun 2014 akan mempengaruhi pada pendapatan para petani tambak garam.

3.4 Pendapatan

Harga jual garam berbeda antara musim kemarau dengan musim hujan. Ketika musim kemarau harga jual garam relatif rendah sebab banyak petani garam yang memproduksi garam sehingga persaingan penjualan garam menjadi tinggi. Akan tetapi ketika musim hujan harga jual garam menjadi lebih tinggi sebab penjualan hanya berdasarkan simpanan garam yang ditimbun sehingga persaingan tidak lagi terlalu ketat. Petani yang menimbun banyak garam dapat menaikkan harga jual garamnya karena garam pasti dibutuhkan masyarakat dan yang memiliki simpanan lebih banyak dapat memperoleh pendapatan yang lebih tinggi.

Tabel 3. Pendapatan Total Petani Garam Tahun 2013 dan 2014

Lokasi	Pend. 2013 (Rp.)	Pend. 2014 (Rp.)
Rudi	2.997.333	5.589.333
Kadim	7.320.000	13.440.000
M. Tohya	21.225.000	39.900.000
Tohari	16.341.333	29.525.333
Arman	3.136.000	5.824.000
Sakmad	10.248.000	18.816.000
Kamal	9.056.000	17.024.000
H. Sanim	44.000.000	80.000.000
Sutarno	10.366.667	19.466.667
Sutarto	9.533.333	18.133.333
Lukman	19.066.667	36.266.667
Wasrab	7.733.333	14.933.333
Said	2.552.000	4.928.000
Walid	2.176.000	4.096.000
Cholifah	16.533.333	30.933.333
Sumiah	8.100.000	15.120.000
Hasan	9.680.000	17.920.000
Marzuki	52.000.000	96.000.000

Sumber: Survey Lapangan, 2014

Pendapatan total petani tambak garam di tiga desa yaitu Desa Rawaurip, Desa Bendungan, dan Desa Pangenan cukup bervariasi. Pendapatan petani garam tertinggi dimiliki oleh Pak Marzuki yakni sebesar Rp 52.000.000 per tahun sedangkan pendapatan garam terendah terjadi pada Pak Walid yang hanya Rp 2.176.000 per tahun. Sebagian besar pendapatan para petani garam per tahunnya yakni dibawah 10 juta. Namun apabila dihitung rata-rata, pendapatan petani garam per tahunnya di ketiga desa yang menjadi lokasi penelitian yakni Desa Rawaurip, Desa Bendungan, dan Desa Pangenan sebesar Rp 14.003.611. Pendapatan total petani garam pada tahun 2014 mengalami peningkatan hampir 2 kali lipat dari pendapatan petani garam di tahun 2013. Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah bulan kering pada tahun 2014 sebanyak 4 bulan. Sedangkan tahun 2013 memiliki bulan kering sebanyak 2 bulan. Sehingga para petani tambak lebih mampu untuk memproduksi garam dalam jumlah yang lebih banyak dari tahun 2013. Maka secara langsung pendapatan para petani garam di tahun 2014 akan lebih besar dari pendapatan para petani garam di tahun 2013.

3.5 Pengaruh Musim Terhadap Produktivitas dan Pendapatan

Variabel jumlah bulan kering merupakan gambaran perubahan musim antara tahun 2013 dengan 2014. Banyaknya bulan kering menandakan berapa lama terjadi musim kemarau dalam satu tahun. Tahun 2013 dan 2014 dijadikan tahun penelitian sebab dalam dua tahun tersebut terdapat perbedaan produktivitas yang

disebabkan oleh banyaknya jumlah bulan kering yang paling besar dibanding tahun-tahun lain dalam 4 tahun terakhir. Dimana pada tahun 2013 terdapat 2 bulan kering sedangkan tahun 2014 terdapat 4 bulan kering. Sehingga pada tahun 2014 produktivitas garam di Kecamatan Pangenan, Kabupaten Cirebon mengalami peningkatan 2 kali lipat dari tahun 2013.

Variabel-variabel penelitian dihitung korelasinya menggunakan software SPSS untuk membuktikan hipotesis dari penelitian ini. Secara linear, hipotesis-hipotesis dari penelitian ini adalah tidak (H_0) atau adanya (H_1) hubungan antara perubahan musim dengan produktivitas dan pengaruh produktivitas terhadap pendapatan petani garam selama satu tahun. Perhitungan korelasi dilakukan satu persatu antara perubahan musim dengan produktivitas garam, dan antara perubahan musim dengan pendapatan sebab hubungan antar variabel bukan berkelanjutan melainkan masing-masing meskipun secara tidak langsung masih dapat berkaitan. Antara variabel produktivitas dengan pendapatan sama-sama menggunakan data produksi.

Hasil dari perhitungan korelasi antara perubahan musim dengan produktivitas seperti pada Tabel 4 yang menunjukkan nilai Korelasi Pearson 0.368 sebagai rhitung, Signifikansi sebesar 0.023, dan jumlah data 38 dimana rtabel sebesar 0.320 dan korelasi signifikan pada 0.05 atau 5%. Nilai r dan signifikansi adalah nilai yang digunakan sebagai pembanding dalam menentukan hipotesis mana yang diterima. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa $r_{hitung} > r_{tabel}$ ($0.368 > 0.320$) dan signifikansi $<$ korelasi signifikan ($0.023 < 0.05$) sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Terdapat pengaruh jumlah bulan kering di tahun 2013 dan 2014 terhadap produktivitas di kedua tahun tersebut.

Tabel 4. Korelasi antara Produktivitas dengan Jumlah Bulan Kering

Correlations			
		Produktivitas	jumlah_bulan_kering
Produktivitas	Pearson Correlation	1	.368 ^a
	Sig. (2-tailed)		.023
	Sum of Squares and Cross-products	114660.111	767.478
	Covariance	3098.922	20.743
	N	38	38
jumlah_bulan_kering	Pearson Correlation	.368 ^a	1
	Sig. (2-tailed)	.023	
	Sum of Squares and Cross-products	767.478	38.000
	Covariance	20.743	1.027
	N	38	38

^a. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Hasil ini sesuai pula dengan keterangan dari para petani garam yang berperan sebagai sampel. Ketika ditanya terkait jumlah produksi sekali panen semua petani menjawab kisaran ukuran 3 karung untuk satu petak dimana setiap karung memiliki kapasitas sebesar 60-70 kg. Tidak ada jawaban yang mengindikasikan adanya ukuran lain setiap kali panen. Hal ini berarti terdapat ukuran pasti setiap

kali panen yang dilakukan 3-4 hari sekali. Sehingga jumlah produksi dipengaruhi oleh banyaknya waktu panen atau bulan kering dalam satu tahun.

Tabel 5. Korelasi antara Pendapatan dengan Jumlah Bulan Kering

Correlations			
		Pendapatan	Jumlah_Bulan_Kering
Pendapatan	Pearson Correlation	1	,316 [*]
	Sig. (1-tailed)		,027
	N	38	38
Jumlah_Bulan_Kering	Pearson Correlation	,316 [*]	1
	Sig. (1-tailed)	,027	
	N	38	38

*. Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

Hasil perhitungan hubungan pendapatan dengan jumlah bulan kering pada Tabel 5 menunjukkan hasil rhitung sebagai Pearson Correlation sebesar 0.316. Nilai ini lebih besar dari nilai rtabel sebesar 0.271 (rhitung > rtabel). Sedangkan untuk korelasi signifikan 0.05 nilai signifikansinya adalah sebesar 0.027 ($0.027 < 0.05$). Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sehingga membuktikan bahwa terdapat pengaruh jumlah bulan kering di tahun 2013 dan 2014 terhadap pendapatan petani garam di kedua tahun tersebut. Meskipun pengaruhnya tidak secara langsung sebab jumlah bulan kering mempengaruhi produksi dan harga jual.

Dua perhitungan korelasi yang dilakukan antara jumlah bulan kering dengan produktivitas dan jumlah bulan kering dengan pendapatan menunjukkan hubungan yang positif. Artinya jumlah bulan kering mempengaruhi baik produktivitas maupun pendapatan. Pada tahun 2013 yang hanya terdiri dari 2 bulan kering atau bulan produksi menunjukkan nilai produktivitas maupun pendapatan yang rendah. Sedangkan pada tahun 2014 dengan jumlah bulan kering yang lebih banyak yaitu selama 4 bulan, baik produktivitas maupun pendapatan menunjukkan nilai yang tinggi.

Adapun korelasinya adalah sebagai berikut, bulan kering merupakan bulan dengan paparan sinar matahari yang frekuensinya banyak. Pada bulan kering kelembaban udara juga cenderung rendah sebab kadar air di atmosfer dibawa oleh angin ke tempat lain diluar wilayah penguapannya. Angin saat bulan kering juga memiliki frekuensi dan kecepatan yang tinggi. Hal ini menyebabkan proses penguapan kadar air dalam air laut yang diletakan di tambak-tambak untuk memperoleh garam yang terendapkan berjalan dengan baik. Jika terjadi hujan maka tambak akan mendapat tambahan air yang menyebabkan larutan calon garam menjadi cair kembali sehingga proses penguapan harus diulang dari awal.

Oleh karena itu, produksi garam hanya dapat dilakukan ketika bulan kering atau ketika ada sinar matahari secara terus menerus dengan hujan yang sangat sedikit bahkan tidak ada sama sekali. Jumlah bulan kering sangat berpengaruh pada produksi garam sebab semakin banyak jumlah bulan kering akan semakin lama masa produksi, dan akan semakin banyak garam yang dihasilkan untuk dijual dan

ditimbun. Semakin banyak garam yang ada maka semakin banyak yang dapat dijual, dan semakin besar pula pendapatan yang diperoleh petani garam. Meskipun bulan dengan harga jual garam yang lebih tinggi lebih sedikit tetapi cukup memberikan keuntungan.

4. KESIMPULAN

Produktivitas usaha garam dan pendapatan petani garam berbanding lurus dengan lama bulan kering yang terjadi. Oleh karena itu produktivitas garam dan pendapatan petani garam akan semakin tinggi jika bulan kering terjadi dalam waktu yang lama, begitupun kebalikannya pengaruh produktivitas dan pendapatan petani garam juga dikarenakan petani itu sendiri dan pengaruh-pengaruh alam lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon. 2014, Kabupaten Cirebon Dalam Angka 2014, Cirebon: BPS Kabupaten Cirebon
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon. 2014, Kecamatan Pangenan Dalam Angka 2014, Cirebon: BPS Kabupaten Cirebon
- Gloria Samantha. 2013, Terbaru: Panjang Garis Pantai Indonesia Capai 99.000 Kilometer. Kompas.
- <http://nationalgeographic.co.id/berita/2013/10/terbaru-panjang-garis-pantai-indonesia-capai-99000-kilometer>
- Husnul, Fia dkk. 2014, Pergantian Musim dan Tarikh Matahari.
- https://www.academia.edu/6851666/MAKALAH_PERGANTIAN_MUSIM_DAN_TARIK_MATAHARI_KLMPK_3
- Purbani, Dini. 2014, Proses Pembentukan Kristalisasi Garam. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber Daya Non-hayati, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan
- Samuel, Purwadany. 2013, Kontribusi Usaha Tambak Garam Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Petani Garam di Kecamatan Pangenan Kabupaten Cirebon.
- http://repository.upi.edu/5032/4/S_GEO_0901460_Chapter1.pdf.
- Saputro, Guridno B, dkk. 2010, Peta Lahan Garam Indonesia. Cibinong: Pusat Survei Sumber Daya Alam Laut Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional
- Usman, H dan R. Purnomo Setiady Akbar. 2000, Pengantar Statistika Jakarta: Bumi Aksara.
- http://eprints.undip.ac.id/6608/1/Korelasi_Product_Moment.pdf.

MODEL PENDIDIKAN KEBENCANAAN DI KABUPATEN KLATEN

R. Muh. Amin Sunarhadi¹, Suharjo², M. Musiyam², Miftahul Arozaq², Budi Santoso¹ dan Harun Joko Prayitno²

¹Lembaga Penanggulangan Bencana (LPB/MDMC), PP Muhammadiyah, Jl. KHA Dahlan No. 103, Yogyakarta, Indonesia, email: amin.sunarhadi@gmail.com

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162, email:suharjo@ums.ac.id

ABSTRACT

This paper aims to describe the models of disaster education that have been implemented in Klaten District. Models are compared among them to obtain patterns of implementation of existing activities and find out the advantages and disadvantages of existing models of disaster education. The data source are from stakeholder kebencanaan in Klaten District, both from local government in this case is BPBD Klaten, and disaster volunteer representative in Klaten Regency. Effectiveness of Disaster Education in Klaten Regency had been used as the supporting data. There are 5 (five) models of disaster education in Klaten District. Each model evolves based on the needs and availability of school resources or community groups focusing on sustainability, the school's extra-curricular model, as well as a focus model on mass engagement as a government program.

Keywords : disaster education; integration of disaster material

ABSTRAK

Tulisan ini bertujuan untuk dapat memamparkan mengenai model-model pendidikan kebencanaan yang telah terselenggara di Kabupaten Klaten. Model yang ada dibandingkan untuk mendapatkan pola pelaksanaan kegiatan yang ada dan mengetahui kelebihan dan kekurangan model-model pendidikan kebencanaan yang sudah berjalan. Data yang digunakan berasal dari stakeholder kebencanaan di Kabupaten Klaten, baik dari pemerintah daerah dalam hal ini adalah BPBD Klaten, serta perwakilan relawan kebencanaan di Kabupaten Klaten. Sebagai pendukung, dipergunakan data kajian efektivitas pembelajaran pendidikan kebencanaan di Kabupaten Klaten. Terdapat 5 (lima) model pendidikan kebencanaan di Kabupaten Klaten. Setiap model berkembang berdasarkan kebutuhan dan ketersediaan sumberdaya sekolah atau kelompok masyarakat baik yang fokus pada keberlanjutan, yaitu model ekstra kurikuler sekolah, maupun model fokus pada keterlibatan massal sebagai program pemerintah.

Kata kunci : pendidikan kebencanaan; integrasi materi bencana

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia yang terletak di daerah iklim tropis dengan dua musim yaitu panas dan hujan memiliki konsekuensi adanya perubahan cuaca, suhu dan arah angin yang cukup ekstrim. Kondisi iklim seperti ini digabungkan dengan kondisi

topografi permukaan dan batuan yang relatif beragam, baik secara fisik maupun kimiawi, menghasilkan kondisi tanah yang subur. Sebaliknya, kondisi itu dapat menimbulkan beberapa akibat buruk bagi manusia seperti terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir, tanah longsor, kebakaran hutan dan kekeringan.

Masyarakat Indonesia harus memiliki ketangguhan dalam menghadapi ancaman yang dirasakan semakin meningkat. Seiring dengan berkembangnya waktu dan meningkatnya aktivitas manusia, kerusakan lingkungan hidup cenderung semakin parah dan memicu meningkatnya jumlah kejadian dan intensitas bencana hidrometeorologi (banjir, tanah longsor dan kekeringan) yang terjadi secara silih berganti di banyak daerah di Indonesia (BNPB, 2016). Jumlah masyarakat dan luasan wilayah yang terdampak yang semakin besar menuntut adanya upaya preventif berupa pendidikan kebencanaan sejak dini.

Pendidikan kebencanaan merupakan salah satu upaya langsung dalam pengurangan risiko bencana. Harapannya, pada saat terjadi bencana, dapat meminimalkan jumlah korban. Pendidikan kebencanaan diharapkan juga menyiapkan generasi Bangsa Indonesia untuk memiliki ketangguhan untuk mengembalikan kehidupan menjadi lebih baik pada saat pasca bencana.

Inisiasi pendidikan kebencanaan sebagai bagian pengurangan risiko bencana (PRB) dilakukan Lembaga Penanggulangan Bencana (LPB) Muhammadiyah atau yang dikenal sebagai *Muhammadiyah Disaster Management Center* (MDMC) sejak Tahun 2006. Program saat itu dikenal dengan nama *Child Disaster Awareness for School and Communities* (CDASC). Bentuk kegiatannya dengan melakukan pendampingan sekolah pasca bencana dan pengembangan perangkat pembelajaran bertema bencana. Program tersebut menjadi pembelajaran baik (*good practices*) bagi MDMC untuk membangun program Sekolah Siaga Bencana (SSB). Termasuk kemudian adanya partisipasi MDMC dalam pengembangan Kerangka Kerja Sekolah Siaga Bencana pada Tahun 2011 bersama-sama lembaga lain dalam Konsorsium Pendidikan Bencana (KPB).

Mandat pelaksanaan pendidikan sebagai bagian PRB menguat dalam Forum Internasional untuk promosi pendidikan ketangguhan bencana yang menjadi bagian salah satu forum publik pada *World Conference on Disaster Risk Reduction* (WCDRR) pada tanggal 14 Maret 2015. Tujuan forum ini adalah untuk mempertemukan para pemangku kepentingan dan pihak lain yang peduli dengan pendidikan bencana untuk berbagi pengalaman dan pelajaran mereka yang beragam dan untuk lebih meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi bencana di masyarakat melalui pendidikan bencana. Para peneliti dan akademisi dari berbagai latar belakang menandatangani pada akhir pertemuan untuk menyampaikan Deklarasi Sendai. Dalam Deklarasi Sendai itulah diperjelas pentingnya kedudukan pendidikan PRB untuk ketangguhan bencana.

Pemerintah Kabupaten Klaten merupakan salah satu wilayah yang memiliki risiko bencana yang beragam. Secara wilayah administrasi Kabupaten Klaten

mempunyai variasi bentuklahan, dan mempunyai berbagai ancaman bencana baik secara lingkungan berupa degradasi lingkungan, penurunan kualitas air tanah, gunung meletus, banjir, angin puting beliung dan gempa bumi (Suharjo, 2015).

Pemerintah Kabupaten Klaten bersama masyarakat menyadari bahwa perlu mengarusutamakan PRB termasuk pada sektor pendidikan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peraturan bupati tentang implementasi pendidikan kebencanaan yang ditetapkan dengan Perbub Kabupaten Klaten Nomer 6 Tahun 2014, yaitu memasukkan kurikulum kebencanaan pada aktivitas sekolah. Pelaksana Perbup ini adalah Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Klaten. Peran serta masyarakat melalui organisasi lainnya juga tampak besar dengan adanya berbagai kegiatan pendidikan kebencanaan di Kabupaten Klaten dengan ragam yang berbeda.

Tulisan ini bertujuan untuk dapat memamparkan mengenai model-model pendidikan kebencanaan yang telah terselenggara di Kabupaten Klaten. Selanjutnya, secara deskriptif dilakukan perbandingan mengenai kelebihan dan kekurangan model-model pendidikan kebencanaan yang sudah berjalan.

2. METODOLOGI

Data yang digunakan dalam kajian berasal dari *stakeholder* kebencanaan di Kabupaten Klaten. Selain itu, data juga berasal dari hasil kajian mengenai efektivitas pelaksanaan kegiatan pendidikan kebencanaan di Kabupaten Klaten.

Pengumpulan data dilakukan melalui forum *Focus Group Discussion* (FGD) yang diselenggarakan di SMA Muhammadiyah 1 Klaten yang dihadiri BPBD Klaten beserta *stakeholder* kebencanaan di Kabupaten Klaten. Data efektivitas pembelajaran pendidikan kebencanaan berasal dari penelitian kolaboratif mahasiswa dan dosen FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pengolahan data dilakukan secara deskriptif dimana pengambilan kesimpulan dilakukan dengan melihat pola dari deskripsi dan data kuantitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan pendidikan kebencanaan sangat beragam. Misalnya yang dilakukan MDMC yang dimulai dari program CDASC berlanjut dengan beberapa kegiatan. Misalnya, program SekolahMu Aman yang dilakukan di Magelang dan Malang pada Tahun 2014.

Salah satu bentuk lain dalam pendidikan bencana adalah implementasi kerja sama UMS dan Lund University Swedia di SMA Muhammadiyah 1 Klaten yang dilakukan dengan model partisipasi siswa (Sunarhadi, dkk. 2014). Model di SMA Muhammadiyah 1 Klaten mengedepankan partisipasi siswa sebagai bentuk pelaksanaan hak anak dalam pendidikan pengurangan risiko bencana. MDMC juga menjalankan program nasional Sekolah/Madrasah Aman Bencana (SMAB) sebagai pendidikan PRB inklusif bagi anak-anak yang berkebutuhan khusus bekerja sama dengan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Laporan

Pendampingan SMAB Kemendikbud, 2016), salah satunya di SMP Muhammadiyah 1 Malang.

Pelaksanaan pendidikan PRB di sekolah/madrasah di Indonesia pada awalnya diselenggarakan dalam bentuk Sekolah Siaga Bencana (SSB). Selanjutnya, kegiatan sudah diarahkan pada bentuk kegiatan Sekolah/Madrasah Aman Bencana (SMAB).

3.1 Model Pendidikan Kebencanaan di Kabupaten Klaten

Berdasarkan data yang muncul dalam FGD diketahui bahwa terdapat 5 (lima) model pendidikan kebencanaan yang berlangsung di Kabupaten Klaten. Model yang dimaksud adalah:

1. Sekolah Siaga Bencana
2. Ekstra Kurikuler Mitigasi Bencana
3. Sekolah Ceria, Damai, dan Siaga Bencana (CERDAS)
4. *"Sekolah" Sungai*
5. *Outbond* Pembelajaran Kebencanaan

Sekolah Siaga Bencana (SSB) adalah sekolah yang memiliki kemampuan untuk mengelola risiko bencana di lingkungannya. Kemampuan tersebut diukur dengan dimilikinya perencanaan penanggulangan bencana oleh sekolah (pada waktu sebelum, saat dan sesudah bencana). Hal ini didukung ketersediaan logistik, keamanan dan kenyamanan di lingkungan pendidikan, infrastruktur, serta sistem kedaruratan. Untuk mencapai hal tersebut maka perlu adanya pengetahuan dan kemampuan kesiapsiagaan, prosedur tetap (*standard operational procedure*), dan sistem peringatan dini (KPB, 2011).

Sebagai penciri, sekaligus tahap telah tuntasnya kegiatan, pada kegiatan SSB adalah adanya penyelenggaraan simulasi menghadapi kejadian bencana. Hal ini dimaksudkan untuk mengukur kemampuan sekolah dan dapat pula bersama berbagai pihak terkait yang dilembagakan dalam kebijakan lembaga pendidikan tersebut untuk mentransformasikan pengetahuan dan praktik penanggulangan bencana dan pengurangan risiko bencana. Materi SSB mengakomodasikan munculnya program Sekolah Madrasah Aman Bencana (SMAB) dari BNPB dan Kemendikbud.

Program SSB di Kabupaten Klaten merupakan pembelajaran baik dari pendidikan bencana yang dilaksanakan di SMA Muhammadiyah 1 Klaten bekerja sama dengan *Lund University*. Pada Tahun 2014, SSB dilaksanakan pada 40 sekolah tingkat SMA/SMK. Dilanjutkan pada tahun-tahun berikutnya hingga saat ini mencapai sekitar 100-an sekolah yang sudah melaksanakan SSB. Peserta dari setiap sekolah terdapat variasi dimana ada sekolah melibatkan hampir semua warga sekolah. Di sekolah lainnya dapat terdiri atas rombongan belajar atau aktivis organisasi siswa.

Ekstra Kurikuler Mitigasi Bencana merupakan bentuk pengembangan dari SSB yang dijalankan oleh BPBD Klaten. Hal ini ditujukan untuk menjaga keberlanjutan

SSB. Peserta ekstrakurikuler ini terbuka dan tidak wajib sehingga jumlahnya tidak mencakup seluruh siswa. Namun, saat puncak kegiatan berupa simulasi dapat melibatkan hampir semua warga sekolah.

Pada Tahun 2016 terdapat 8 (delapan) sekolah yang melaksanakan ekstrakurikuler mitigasi bencana ini, yaitu SMA 1, SMA 2, SMA Karanganom, SMK Kristen 5, SMK Muhammadiyah 2, SMK Trucuk dan SMK 1 Klaten.

Sekolah Ceria, Damai, dan Siaga Bencana (CERDAS) diinisiasi oleh Peace Generation dan Lazismu yang dikerjasamakan dengan MDMC PWM Jawa Tengah. Kegiatan Sekolah CERDAS mengkombinasikan antara Sekolah Welas Asih dengan materi perdamaian dan SSB di kalangan siswa sekolah.

Pelaksanaan Sekolah CERDAS terdiri atas 12 modul perdamaian dan 6 sesi SSB. Sama seperti SSB yang lain, puncak pelaksanaannya ditandai dengan adanya simulasi atau disebut sebagai gladi. Dua sekolah yang menjalankan Sekolah CERDAS adalah SMP Negeri 2 Karanganom dan SMP Kristen 1 Klaten.

“Sekolah” Sungai adalah gerakan pengelolaan sungai yang diresmikan oleh Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) RI pada 7 Agustus 2016 di bantaran Sungai Woro Purba, Dusun Gunung Ampo, Desa Kemudo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Klaten. Sekolah sungai melibatkan banyak pihak dan komunitas relawan.

Visi yang diusung Sekolah Sungai Klaten adalah mewujudkan sungai Klaten terbersih se-dunia Tahun 2045. Tujuan Sekolah Sungai Klaten adalah membangun kesadaran dan tanggung jawab bersama dalam pengendalian pencemaran dan degradasi sungai, meningkatkan kapasitas kelembagaan dalam pengurangan resiko bencana, membangun perilaku manusia dalam pengelolaan sungai, menjadikan sungai sebagai sumber pembelajaran inovatif, dan melipatgandakan kemanfaatan ekososio sungai untuk ekonomi kreatif.

Pembelajaran yang berlangsung di “Sekolah” Sungai berupa pelatihan 3 hari di dalam ruangan dan disusul adanya praktek bersih sungai. Pada Tahun 2016 diikuti oleh 300 peserta terdiri dari perangkat desa, camat, relawan, dan para tokoh masyarakat. Penyaji materi selain dari SAR Provinsi Jawa Tengah juga dari kalangan akademisi UGM, dengan penyelenggara lintas Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) Klaten, ialah BPBD, PU, BLH, dan Dinas Pariwisata. Pada Tahun 2017 diikuti oleh 100 peserta.

Outbond (outward bound) pembelajaran kebencanaan merupakan kegiatan di luar ruangan dengan menggunakan permainan perorangan maupun kelompok untuk menyampaikan materi kebencanaan. Model yang dikembangkan oleh MDMC Klaten ini memuat materi kesiapsiagaan untuk penyelamatan diri dan dalam melaksanakan tanggap darurat penyelamatan orang lain. Materi dalam *outbond* pembelajaran kebencanaan meliputi PPGD (pertolongan pertama gawat darurat), pengetahuan gempa, pengetahuan banjir, pengetahuan gunung berapi, cara menyelamatkan diri serta menolong, teknik *survive* di hutan, dan *rappelling*

(penggunaan tali sebagai jalur pintasan atau gantungan saat turun dari ketinggian).

MDMC Klaten melaksanakan outbond pembelajaran kebencanaan dengan siswa-siswa SMP Islam Nurul Mustofa Klaten. Lokasi kegiatan berada di kompleks Rawa Jombor Purba, Krakitan, Bayat. Instruktur yang mengajar pada kegiatan ini semuanya berasal dari relawan MDMC yang telah terlatih dan sebagian sudah bersertifikat. Relawan-relawan tersebut terbagi dalam beberapa kategori keahlian, yaitu water rescue, SAR, psikososial, dan medis.

Berdasarkan deskripsi 5 (lima) model pendidikan kebencanaan yang dilakukan di Kabupaten Klaten maka didapatkan 3 (tiga) pola pelaksanaannya.

Pola yang pertama adalah pendidikan kebencanaan di sekolah sebagai program titipan atau sementara dengan pendampingan saat ada program/penunjukan dan belum menjadi agenda pengelolaan sekolah. Model yang termasuk pola ini adalah SSB, Sekolah CERDAS, dan *outbond* Pembelajaran Kebencanaan. Pola kedua adalah melalui jalur ekstrakurikuler sebagai pembelajaran pilihan dan ditawarkan terus menerus pada setiap tahun. Model yang termasuk pada pola ini adalah Ekstrakurikuler Mitigasi Bencana

Tabel 1. Perbandingan Model Pendidikan Kebencanaan di Kabupaten Klaten

Model	Waktu	Fasilitator	Kelebihan
SSB	13 kali tatap muka dan banyak dilakukan di lingkungan sekolah	6 orang Relawan BPBD	Bersifat massal dan diwadahi adanya jambore
Mitigasi Bencana	Terjadwal rutin tiap minggu sekali dan banyak dilakukan di lingkungan sekolah	Instruktur dari kakak kelas (<i>peer teaching</i>)	Terjadwal dan masuk dalam agenda rutin sekolah
Sekolah CERDAS	12 kali tatap muka dilakukan di lingkungan sekolah	MDMC dan pendidik yang sudah ToT	Meliputi Materi Bencana Sosial selain Bencana Alam
"Sekolah" Sungai	3 hari dilakukan di luar ruangan	Komunitas, Relawan, Pemerintah, Perguruan Tinggi,	Fokus satu fenomena alam dan peserta dapat tak terbatas
<i>Outbond</i>	1-2 hari dilakukan di luar ruangan	Relawan kebencanaan	Materi kontekstual dan disesuaikan sumberdaya

Sumber: FGD Pendidikan Kebencanaan Kab. Klaten

Pola yang ketiga adalah pendidikan kebencanaan sebagai gerakan sehingga tujuan utamanya adalah memobilisasi untuk turun tangan langsung melakukan mitigasi. Bentuk kegiatan dan waktunya disesuaikan dengan pihak terlibat. Model yang masuk dengan pola ini adalah Sekolah Sungai Klaten.

Ketiga pola pendidikan kebencanaan, yang sebenarnya merupakan implementasi pengurangan risiko bencana, mengarah pada kesiapsiagaan saja. Padahal, sesuai

dengan kedudukan PRB sebagai *mainstream* penanggulangan bencana saat ini, tidak hanya dipersiapkan kesiapsiagaan saja namun juga mitigasi, baik secara struktural maupun non struktural (Twigg, 2015).

Pendidikan kebencanaan merupakan bagian pembangunan ketangguhan/resiliensi masyarakat (*resilient community*) terhadap bencana. Pendidikan kebencanaan merupakan bagian untuk memperkuat ketangguhan warga komunitas terhadap bencana melalui pendidikan (Modul Sekolah Aman Kemendikbud, 2015). Dalam keseharian, ketangguhan seringkali disebut dengan kapasitas dan kapasitas coping (*coping capacity*) dengan jangkauan makna yang lebih luas (Twigg, 2009). Perilaku ketangguhan mencerminkan kemampuan komunitas untuk menghadapi tekanan atau kesulitan untuk dapat bangkit kembali pada kondisi sebelumnya (Susanti, A., 2016).

3.2 Good Practices Model Pendidikan Kebencanaan di Kabupaten Klaten

Kelima model pendidikan kebencanaan di Kabupaten Klaten memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. SSB memiliki kelebihan untuk menjangkau kegiatan secara massal. BPBD dapat menggerakkan banyak sekolah meskipun dengan kondisi sekolah yang beragam sumberdayanya. Dalam hal ini, peran pemerintah sebagai bagian koordinasi sumberdaya memiliki peran penting.

Ekstra kurikuler Mitigasi Bencana memiliki kelebihan dalam melakukan regenerasi dan upaya menjaga keberlanjutan. Ekstra kurikuler Mitigasi Bencana menjaga regenerasi dengan menggunakan siswa kelas yang lebih tinggi sebagai instruktur di sekolah. Hal ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk mendalami lebih lanjut materi dan ketrampilan kebencanaan. Selain itu, keberlanjutannya lebih terjaga.

Sekolah CERDAS, sebagai kolaborasi materi SSB dan Sekolah Welas Asih, dilaksanakan dengan menyajikan materi tidak terpaku pada bencana alam saja. Materi perdamaian yang disajikan sekaligus mewakili pembahasan mengenai bencana sosial.

“Sekolah” Sungai Klaten menempatkan kata “sekolah” sebagai gerakan bersama untuk berubah memperlakukan sungai lebih baik dan lestari. Fokus garapan yang pada jenis bencana terkait sungai, yaitu banjir, longsor, dan kualitas air. Hal ini memungkinkan pendalaman mengenai mitigasi dan kesiapsiagaan yang lebih mendalam.

Outbond pembelajaran kebencanaan memiliki keunggulan dalam hal situasi pelaksanaan pendidikan yang kontekstual karena dikombinasikan dengan permainan sehingga memudahkan dalam memberikan motivasi. Pengalaman langsung yang dirasakan siswa akan membuat pengalaman tersebut tersimpan dalam jangka lama. Selain itu, materi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan sumberdaya memudahkan pelaksanaan kegiatan ini.

Diantara model pendidikan kebencanaan tersebut tidak dapat disimpulkan mana model yang terbaik saat ini. Masing-masing memiliki kelebihan. Sementara kekurangan yang umum ditemui antara lain adalah berkaitan kompetensi pendidik dan perangkat pembelajaran. Merujuk pada Suprayoga Hadi (2009) dan Gwee, dkk (2011) bahwa problematika pendidikan kebencanaan antara lain berkaitan bahan ajar, pendidik, kurikulum, sarana prasarana, media pendidikan, perencanaan, manajemen sekolah, dan rehabilitasi psikologi pasca bencana.

Materi pembelajaran dalam pendidikan kebencanaan di Kabupaten Klaten sudah mendasarkan pada jenis bencana yang ada di Kabupaten Klaten. Namun, memang belum spesifik terhadap sebarannya di kecamatan. Sehingga perlu perhatian mengenai pertimbangan ancaman bencana sesuai dengan tingkat risiko bencana yang ada pada setiap lokasi sekolah atau asal peserta didik. Selain itu, dirasakan masih minimnya media pembelajaran mengenai bencana di Klaten. Penyusunan perangkat pembelajaran beserta proses pembelajaran perlu dilakukan inovasi pengembangan, misalnya bahan ajar dan media pembelajaran yang menarik (Sunarhadi, M. A., Mauly H., Agus Supriyadi, 2015).

Mitchell, J.T. (2009) menyebutkan bahwa pustaka pendidikan kebencanaan terpusat pada dua hal utama, yaitu membuat bahan ajar untuk pengajaran dan kajian mengenai topik-topik apa saja yang harus dimasukkan. Sharpe J dan I. Kelman (2011) menunjukkan bahwa ada tiga teori pendidikan geografi yang dapat digunakan dalam konteks pendidikan terkait materi bencana, yaitu pengalaman belajar (*experiential learning*), kecerdasan majemuk (*multiple intelligences*), dan teori diri (*self-theories*).

Adapun penelitian terkait dengan efektivitas Perbub no 6 tahun 2014 pernah dilakukan oleh (Dahroni, Sunarhadi, M. A., Astrid, 2016) yaitu efektivitas pembelajaran kesiapsiagaan bencana di Kabupaten Klaten. Hasil riset menunjukkan strategi pembelajaran model *active learning* yang tepat bisa meningkatkan karakter siswa dalam bekerjasama, mandiri menciptakan siswa yang aktif memberikan sentuhan dan rangsangan daya ingat dan pikir siswa yang dilakukan pada proses pembelajaran, namun materi yang ada belum memberikan pemahaman pada wilayah risiko bencana. Hal senada pernah dilakukan penelitian tentang pengembangan kurikulum yang berkarakter oleh (Musiyam, 2016). Kurikulum harus bisa memanusiakan manusia yang selain religius dan memiliki kemampuan serta ketrampilan intelektual handal, juga harus menjadi warga negara yang baik dan aktif (*good and active citizen*), baik sebagai warga bangsa maupun sebagai warga global (*global citizen*) dengan mengenal lingkungan spasial atau lingkungan wilayah.

4. KESIMPULAN

Terdapat 5 (lima) model pendidikan kebencanaan di Kabupaten Klaten. Model yang dimaksud adalah (i) Sekolah Siaga Bencana, (ii) Ekstra Kurikuler Mitigasi

Bencana, (iii) Sekolah CERDAS, (iv) "Sekolah" Sungai, dan (v) *outbond* pembelajaran kebencanaan.

Masing-masing model berkembang berdasarkan kebutuhan dan ketersediaan sumberdaya sekolah atau kelompok masyarakat. Model yang memiliki keberlanjutan adalah sebagai ekstra kurikuler sekolah. Model yang memiliki keterlibatan jumlah banyak atau massal adalah sekolah siaga bencana sebagai program pemerintah yang bisa mengkombinasikan antara pelaksanaan melalui intra kurikuler dan ekstra kurikuler.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. Petunjuk Teknis Penerapan Sekolah Madrasah Aman Bencana (SMAB). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Jakarta.
- Suharjo. (2015). Model Pengelolaan Air Tanah Daerah Lereng Gunung Api Merapi di Kabupaten Klaten, PUPT Tahun kedua. Surakarta: Direktorat Pembinaan Penelitian Pada Masyarakat, Direktorat Pendidikan Nasional.
- Peraturan Bupati Klaten Nomor 6 Tahun 2014 tentang Panduan Pembelajaran Kebencanaan di Kabupaten Klaten.
- Sunarhadi, R.M.A., Halwat, Mauly H., Supriyadi, Agus. 2014. Empowering students in disaster risk reduction (DRR): A CRC project at Muhammadiyah 1 Senior High School Klaten dalam Andersson, et. al. 2014. Child Rights, Classroom and School Management. Lund University Commissioned Education, Lund. Sweden.
- Anonim. 2016. Laporan Pendampingan Sekolah Madrasah Aman Bencana (SMAB). Direktorat Pendidikan Khusus dan Layanan Khusus (PKLK) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Konsorsium Pendidikan bencana (KPB). 2011. Kerangka Kerja Sekolah Siaga Bencana.
- Twigg, J. 2015. Disaster Risk Reduction: mitigation and preparedness in development and emergency programming. Good Practice Review No. 9. March 2004. Network, London.
- Anonim. 2016. Modul Sekolah Madrasah Aman Bencana (SMAB). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Jakarta.
- Twigg, J. 2009. Characteristics of a Disaster Resilient Community. Interagency Group. http://www.abuhrc.org/research/dsm/Pages/project_view.aspx?project=13. Latitude Graphic Design. London.
- Susanti, A., 2016. Hubungan Bentuk Dukungan Psikososial dengan Resiliensi Pasca Bencana Banjir Bandang. Jurnal Keperawatan, Kebidanan, dan Kesehatan Masyarakat. Volume 3 No. 2 Tahun 2016. Pp. 101-103.
- Suprayoga Hadi. 2011. dalam Konsorsium Pendidikan Bencana (KPB) 2011.
- Gwee, Qiru. Takeuchi, Yukiko. Wen, Jet-Chau. Shaw, Rajib. 2011. Disaster Education System in Yunlin County, Taiwan. Asian Journal of Environment and Disaster Management, Vol. 3, No. 2 (2011) 189–203

- Sunarhadi, R.M.A., Halwat, Mauly H, Supriyadi, Agus, Rosmusson, Bodil. 2015. Pengembangan Model Sekolah PAS (Prepare and Safe) dalam Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana. Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Ahli Bencana Indonesia Tahun 2015.
- Mitchell, J.T. 2009. Hazards education and academic standards in the Southeast United States. *International Research in Geographical and Environmental Education*. Pages 134-148 | Published online: 02 Jun 2009
- Sharpe, J. & I. Kelman. 2011. Improving the disaster-related component of secondary school geography education in England. *Journal International Research in Geographical and Environmental Education*, Volume 20, 2011 - Issue 4 Pages 327-343, Published online: 30 Nov 2011.
- Dahroni, Sunarhadi, M.A., Astrid. 2016. Efektivitas Pembelajaran Kesiapsiagaan di Kabupaten Klaten. Seminar Nasional *Active Learning*. Kerja sama Universitas Widya Dharma Klaten dengan *Active Learning Facilitator Association* (ALFA).
- Musiyam, M., 2016. Pengembangan Buku Ajar Ilmu Geografi Sekolah Menengah Tingkat Atas Berbasis Kurikulum 2013. Hibah PTUPT.

CONSERVATION OF UMBUL (WATER SPRING) WITH A LOCAL CULTURAL APPROACH IN KABUPATEN KLATEN

Latifah Widya Asri, Suharjo, dan Miftahul Rozaq, Siti Taurat Aly

Department of Geography Education, Faculty of Education,
Muhammadiyah University of Surakarta
A.Yani Tromol Street Post 1 Pabelan Kartasura, Surakarta
Lasri481@gmail.com

ABSTRACT

Water resources management strategy considers aspects of planning, utilization, equity and control, monitoring and supervison, regulation, control and conservation directed for assurance: (1)ecological sustainability, (2) economical sustainability, (3) sustainabile of resources and environtment sustainability, (4) sustainable management system,(5)sustainable technology (technological sustainability). The objective of the research is identification of conservation of sustainable groundwater management of the slopes of Mount Merapi that takes into account the dynamics of the region and culture of the population. The study was conducted in Klaten distrct of Central Java, selected durvey method and to achieve results, then conducted qualitative descriptive analysis. The result of this study illustrated that 1) the technical application of the management of each landform and different land units than the model of ground water management is also different 2). There are three models of water culture manaement approach of umbul that is first with art of wayang art and secondly with Gotong Royong Society.

Keywords : Conservation, Ground Water, Culture

ABSTRAK

Strategi pengelolaan sumberdaya air mempertimbangkan aspek perencanaan, pemanfaatan, pemerataan, dan penertiban, pemantauan dan pengawasan, pengaturan, pengendalian, dan pelestarian yang diarahkan untuk terjaminnya: (1) keberlanjutan ekologi (ecological sustaina-bility), (2) berkelanjutan ekonomi (economical sustainability), (3) berkelanjutan sumberdaya dan lingkungan (resources and environment sustaina-bility), (4) berkelanjutan sistem managemen (management sustainability), dan (5) berkelanjutan teknologi (tecnological sustainability). Tujuannya penelitian; identifikasi konservasi pengelolaan air tanah yang berkelanjutan daerah lereng Gunung Merapi yang memperhatikan faktor dinamika wilayah dan perkembangan permukiman penduduk. Metode Penelitian dilakukan di daerah Kabupaten Klaten Jawa Tengah, dipilih metode survei dan untuk mencapai hasil, kemudian dilakukan analisis diskriptif kualitatif. Hasil penelitian menggambarkan bahwa 1) aplikasinya teknis pengelolaan setiap bentuklahan dan satuan lahan yang berbeda maka model pengelolaan air tanah juga berbeda. 2). Terdapat tiga model pengelolaan air tanah berbasis kebudayaan lokal

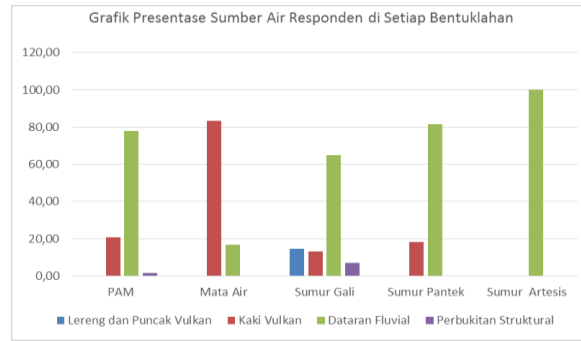
Kata Kunci : Konservasi, Air tanah, Budaya Lokal

1. PENDAHULUAN

Undang-undang Dasar Republik Indonesia Tahun 1945 dan Undang- undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air menjadi peraturan dasar yang dipakai dalam pengelolaan sumber daya air, Pasal 33 ayat (3) UUD 1945 menyebutkan bahwa bumi, air dan kekayaan alam yang terkandung didalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat. Karena air penting dan menguasai hajat hidup orang banyak maka dikuasai oleh negara. Begitu pula pada Pasal 3 Undang- undang No 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air dijelaskan bahwa sumber daya air dikelola secara menyeluruh, terpadu dan berwawasan lingkungan hidup dengan tujuan mewujudkan kemanfaatan sumber daya air yang berkelanjutan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Adanya paparan undang-undang mengamanatkan bahwa sumber daya air yang dikelola negara atau pemerintah sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat dengan menjaga kelestarian tidak menimbulkan dampak merusak lingkungan, akan tetapi pengelolaan air tanah yang baik sangat mutlak diperlukan di kawasan lereng merapi, mengingat besarnya potensi air tanah yang harus dijaga kelestariannya. Akan tetapi permasalahan yang ada menyatakan bahwa adanya ketidaksesuaian antara undang-undang dengan fakta dilapangan sesungguhnya. Terbukti dari paparan permasalahan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Suharjo,2015. Oleh karena itu diperlukan adanya kegiatan pengelolaan air tanah. Salah satu kegiatan pengelolaan air tanah yang dapat dilakukan adalah dengan konservasi. Konservasi air tanah menurut Danaryanto,dkk (2005) adalah upaya melindungi dan memelihara keberadaan, kondisi dan lingkungan air tanah guna mempertahankan kelestarian atau kesinambungan ketersediaan dalam kuantitas dan kualitas yang memadai, demi kelangsungan fungsi dan kemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik waktu sekarang maupun pada generasi yang akan datang. Berdasarkan PP No 43 Tahun 2008 Tentang Air tanah, yang dimaksud dengan konservasi air tanah adalah merupakan tindakan/langkah apa yang harus kita laksanakan di dalam mengelola air tanah agar pemanfaatannya dapat secara optimum, yaitu pemanfaatan yang tidak menimbulkan dampak terhadap air tanah itu sendiri maupun lingkungan sekitar serta dapat berkelanjutan, artinya agar dapat dimanfaatkan oleh generasi yang akan datang.

Konservasi air tanah menjadi sebuah landasan tidak hanya ditujukan untuk meningkatkan volume air tanah, tetapi juga meningkatkan konservasi air permukaan. Efisiensi penggunaannya sekaligus mengurangi *run off* air permukaan yang diharapkan dapat meresap ke tanah dan mengisi akuifer menjadi air tanah (Riastika,2012).



Sumber: hasil analisa data lapangan di lab geomedia 2015

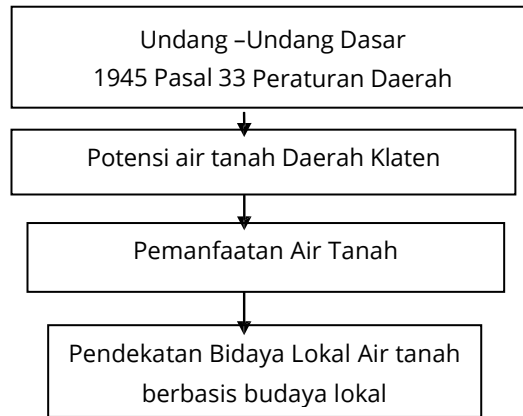
Gambar 1. Prosentase Sumber Air tanah untuk kebutuhan penduduk Kab. Klaten

Pada penelitian ini penulis mengkhususkan mengkaji pengelolaan air tanah melalui konservasi dikawasan lereng merapi dengan maksud untuk menemukan kegiatan-kegiatan konservasi, sebagai bentuk kegiatan pengelolaan air tanah, yang dapat dilakukan untuk memperbesar pengisian air tanah sekaligus mengurangi permasalahan lingkungan di daerah tersebut. Penelitian Konservasi Pengelolaan mata air atau umbul dengan pendekatan Budaya Lokal Masyarakat Lereng Gunung Merapi di Kabupaten Klaten diharapkan mampu memberikan alternatif pengelolaan konservasi yang berwawasan lingkungan sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

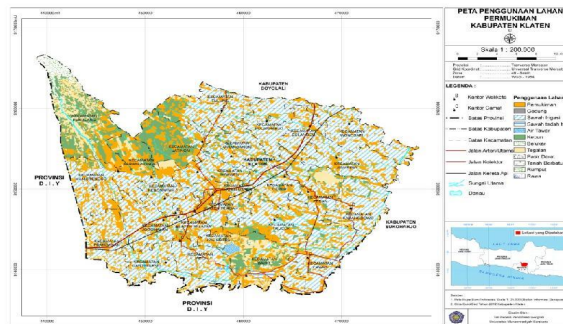
Tujuannya penelitian identifikasi konservasi pengelolaan umbul pendekatan budaya masyarakat yang berkelanjutan daerah lereng Gunung Merapi yang memperhatikan faktor dinamika wilayah dan perkembangan permukiman penduduk.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada wilayah kawasan lereng gunung merapi. Pada kajian ini, merupakan bagian pencapaian pelestarian sumberdaya air dan tanah yang perlu dikaji lebih mendalam. Metode penelitian menggunakan survei yang meliputi pengamatan, wawancara, pengukuran, pencatatan dan analisis diskriptif kualitatif dengan pertimbangan bahwa metode tersebut mampu menjelaskan dengan lebih baik mengenai isu-isu penting berkaitan dengan institusi (kelembagaan) konservasi. Data dan informasi bersumber dari data dan kajian sekunder yang selanjutnya dianalisa dengan menggunakan pendekatan konsep pengelolaan air tanah berdasarkan sumber daya maupun bentuk lahan pada masing-masing wilayah tersebut.



Gambar 2. Kerangka Teori



Gambar 3 . Location map of study area

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL

Berdasarkan hasil penelitian LPPM UMS tahun 2005, Suharjo 2007 di Kabupaten Klaten terdapat 162 mataair dengan lokasi tersebar di wilayah Kabupaten Klaten, namun hanya 134 mataair yang masih berfungsi. Mataair tersebut digunakan untuk: (1) sumber air minum/air bersih yang dikelola PDAM, dan (2) memenuhi kebutuhan irigasi/pertanian. Data jumlah mataair dan agihannya di wilayah Kabupaten Klaten dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Mata Air di Kabupaten Klaten

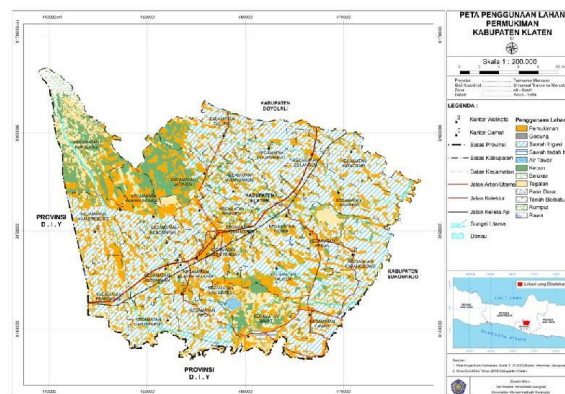
No	Kecamatan	Jumlah Mataair
1	Prabanan	4. 9
2	Kemalang	7. 2
3	Polonharjo	10. 7
4	Tulung	13. 5
5	Gantiwarno	16. 13
6	Kebonarum	19. 5
7	Klaten Selatan	22. 5

8	Jogonalan	25. 3
9	Kalikotes	28. 11
10	Klaten Utara	31. 3
11	Ngawen	34. 11
12	Jatinom	37. 3
13	Karanganom	40. 9
14	Pedan	43. 4
15	Trucuk	46. 2
16	Bayat	49. 2
17	Ceper	52. 6
18	Karangnongko	55. 11
19	Manisrenggo	58. 14

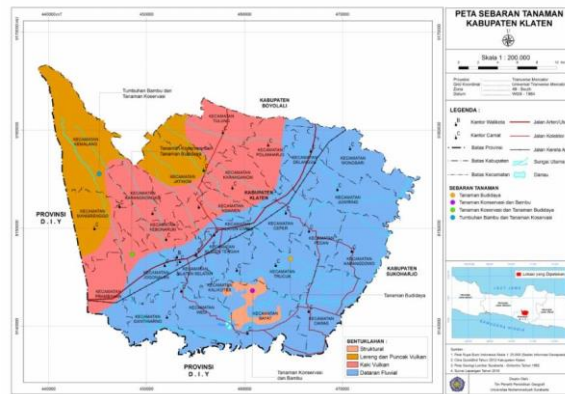
Sumber: Suharjo, 2007

Hasil kajian lapangan yang dilakukan oleh Suharjo,2007 Hasil kajian dilapangan didapat beberapa budaya penduduk dalam konservasi mata air daerah Kab. Klaten sangat bervariasi antara lain: 1) mata air pokok lanang dan pokok wadon sarana konservasi dilakukan dengan setiap tahun sekali mengadakan pentas wayang kulit (Jawa); 2) mata air yang ada di daerah lain" air tanah dari salah satu mata air " tidak boleh diminta masyarakat lainkarena kalau airtanah dari mata air tersebut dibawa keluar desa berakibat salah satu warga lingkungan tersebut ada yang mengalami kecelakaan.

3.2 Pembahasan

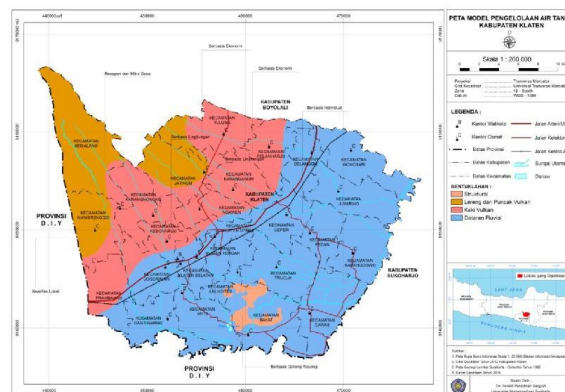


Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Klaten



Gambar 5. Peta Sebaran Tanaman Kabupaten Klaten

Konservasi Gotong Royong Masyarakat



Gambar 6. Peta Model Pengelolaan Air Tanah Kabupaten Klaten.

4. KESIMPULAN

Konservasi air tanah dikereng merapi kabupaten Klaten, terdapat budaya tumbuhan lokal dengan jenis tanaman bambu dalam pengelolaan airtanah berkelanjutan, konservasi dengan budaya seni wayang, dan konservasi air tanah dengan model gotong royong, namun belum diikuti dengan peraturan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Suharjo,dkk. 2005. *Studi dan Pemetaan Sumber Air di Kabupaten Klaten*. Penelitian Badan Perencanaan Pengembangan Daerah (BAPPEDA),Kabupaten Klaten.
- Suharjo, dkk, 2006. *Analisis Degradasi Lahan Pasca Gempa Bumi Tektonik*. Daerah Kabupaten Klaten Jawa Tengah. Penelitian PHKA-2 Fak. Geografi UMS.
- Suharjo. 2006. *Proses Geomorfologi Solo*, Penelitian Fundamental Direktorat
- Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Nasional. Departemen Pendidikan Nasional.
- Suharjo. 2007. *Evolusi Lereng dan Tanah Daerah Solo dan Sekitarnya*.

- Suharjo, Alif Noor Anna, Munawar Cholil. 2008. *Model Pengelolaan Air Tanah Pasca Gempa Tektonik Di Lereng Merapi Daerah Klaten Jawa Tengah*. Penelitian Hibah Bersaing tahun pertama Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Nasional. Departemen Pendidikan Nasional
- Santoso, M.Abdul Fattah. 2013. *Air Dan Pemeliharaannya*. Makalah Seminar Fikih Air Dan Masa Depan Umat Manusia Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah.
- Soenarno. 2005. *Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Air dan Privatisasi atas Air*. Makalah. Proseding Seminar Nasional. Fak. Geografi UMS

Komunikasi Guru kepada Siswa tentang Kesiapsiagaan Bencana ditinjau dari Fungsi Dasar Kelompok

Damayanti Wardyaningrum

Program Studi Ilmu Komunikasi FISIP Universitas Al Azhar Indonesia
Kompleks Masjid Agung Al Azhar Jl. Sisingamangaraja Kebayoran Baru Jakarta Selatan
Telp (021) 724 4456 email : damayanti@uai.ac.id

ABSTRACT

The research is to identify communication from teacher to student regarding disaster preparedness from the basic function of groups from group of communication concept. The interaction between teacher and students give some opportunity to student in gathering knowledge and developing their skill in delivering the messages of disaster preparedness. The result shows communications teacher to students with speech, visual communication on picture about the disaster vulnerability in the student environment, and building relation between students with external communities. In the perspectives of basic functions of group teacher sharing knowledge to the students for some elements such as scarcity, innovations, group cohesiveness, conflict, role, participation, urgency and power for decision making in disaster preparedness context.

Key words : teacher, students, disaster preparedness, group communication.

ABSTRAK

Penelitian bertujuan mengidentifikasi komunikasi guru dan siswa-siswa tentang kesiapsiagaan bencana dalam tinjauan fungsi dasar kelompok. Interaksi guru dan siswa dalam kelompok memberikan kesempatan bagi siswa untuk memperoleh pengetahuan dan mengembangkan kemampuan siswa dalam menyampaikan pesan tentang kesiapsiagaan bencana. Hasil penelitian menemukan komunikasi guru kepada siswa-siswa tentang kesiapsiagaan bencana dilakukan dengan metode ceramah, komunikasi visual siswa membuat gambar dan foto tentang kerawanan bencana di lingkungannya, pentas kesenian drama musikal dan pantomim yang mengandung pesan moral kerjasama bencana evakuasi, hingga melibatkan siswa dalam kegiatan bersama komunitas kesiapsiagaan bencana di luar sekolah. Dalam tinjauan fungsi dasar kelompok maka komunikasi guru kepada siswa memberikan pengetahuan tentang adanya persoalan kelangkaan sumberdaya, inovasi, keeratatan hubungan antara anggota kelompok, penanganan konflik, peran dalam pembagian tugas, ketertarikan dan adanya pusat-pusat kekuasaan dalam pengambilan keputusan terkait kesiapsiagaan bencana.

Kata kunci : guru, siswa, kesiapsiagaan bencana, komunikasi kelompok.

1. PENDAHULUAN

Guru memiliki posisi yang strategis sebagai pelaku utama dalam mengenalkan konsep tentang bencana kepada siswa disekolah. Guru juga merupakan sosok yang bisa ditiru atau menjadi idola bagi siswa guru juga bisa menjadi sumber

inspirasi dan motivasi bagi siswa tentang pengurangan risiko bencana (PRB). Syamsiah(2017:108-109) mengemukakan bahwa PRB penting dilakukan sekolah karena anak-anak termasuk kelompok rentan namun anak-anak memiliki potensi untuk berkontribusi pada PRB. Disamping itu sekolah merupakan tempat dimana anak menghabiskan sepertiga waktu mereka sehari-hari, dan PRB merupakan investasi jangka panjang bagi sekolah dan seluruh pihak terkait (siswa, guru, wargasekolah, dan orangtua siswa).

Salah satu peran penting lingkungan sekolah adalah menciptakan lingkungan yang kondusif untuk tumbuh kembang dan berkembangnya karakter siswa. Salah satu kegiatan yang dapat mendukung hal tersebut adalah berbagai bentuk aktivitas yang melibatkan siswa untuk mengenal dan memahami tentang kerawanan bencana di wilayahnya berikut mempersiapkan karakter siswa dalam menghadapi risiko yang mungkin timbul dalam peristiwa bencana.

Terkait dengan komunikasi dalam pengurangan risiko bencana pada kelompok siswa sekolah maka kiranya informasi mengenai penanggulangan bencana dalam UU no 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana penting untuk dicermati. Dalam undang-undang tersebut terdapat beberapa pasal yang mencantumkan tentang tugas pemerintah dalam menyampaikan informasi kepada masyarakat. Pada pasal 12 butir c disebutkan bahwa Badan Nasional Penanggulangan Bencana mempunyai tugas menyampaikan informasi kegiatan kepada masyarakat. Selanjutnya pada pasal 26 menyebutkan bahwa setiap orang berhak untuk mendapatkan informasi secara tertulis dan/atau lisan tentang kebijakan penanggulangan bencana dan pada bagian berikutnya disebutkan bahwa setiap orang berhak untuk berpartisipasi dalam pengambilan keputusan terhadap kegiatan penanggulangan bencana, khususnya yang berkaitan dengan diri dan komunitasnya. Selain itu terkait dengan komunikasi dalam mitigasi bencana dalam pasal 27 juga tercantum bahwa setiap orang berkewajiban untuk memberikan informasi yang benar kepada publik tentang penanggulangan bencana.

Pendapat yang dikutip Loh dalam hasil kajian Pusat Penelitian Ekonomi LIPI (2007:35) menjelaskan bahwa ada dua hal penting yang terkait erat dalam manajemen risiko sebelum (*ex ante*) terjadinya bencana selain kesiapsiagaan finansial suatu wilayah dalam menghadapi bencana (*risk financing*) juga perlu meningkatkan efektifitas pengelolaan pengetahuan mengenai bencana di suatu wilayah (*knowledge management*). Tujuan penelitian ini sejalan dengan manajemen risiko sebelum (*ex ante*) terjadinya bencana yang salah satunya adalah upaya peningkatan pengelolaan informasi dan data bencana. Negara-negara maju telah memiliki model yang dapat menjelaskan kerawanan dan kerugian akibat bencana. Mereka memanfaatkan berbagai informasi mengenai karakteristik dari kerusakan, pemetaan lahan, risiko banjir, topografi, gempa bumi dan sebagainya untuk menyusun model kerugian akibat bencana yang sangat mendetail. Sebaliknya, negara-negara berkembang termasuk Indonesia belum memiliki informasi yang lengkap dan dapat diandalkan untuk menyusun model

kerawanan bencana. Selain itu diperlukan juga pengembangan jaringan agar informasi dan pengetahuan tentang bencana dapat disebarluaskan pada berbagai lembaga masyarakat. Hal ini terkait erat dengan upaya meningkatkan efektivitas koordinasi antara informasi atau pengetahuan tentang bencana dan program aksi dari lembaga yang berbeda.

Sementara dari hasil Pusat Penelitian Publik yang dilaksanakan oleh LIPI (2007:77), salah satu rekomendasi yang dihasilkan untuk pengembangan strategi manajemen bencana antara lain dilakukan melalui pelibatan masyarakat dalam program Manajemen Risiko Bencana Berbasis Masyarakat (Community-based Disaster Risk Management). Peran aktif masyarakat di daerah rawan bencana ditingkatkan dalam penanganan bencana mulai proses identifikasi, analisis, tindakan, monitoring dan evaluasi terhadap risiko bencana. Masyarakat dilatih dan dipersiapkan untuk menghadapi bencana dengan semaksimal mungkin mengurangi tingkat kerentanan (vulnerability) terhadap bencana.

Dari uraian di atas dapat dimaknai bahwa dalam menyampaikan informasi tentang kesiapsiagaan bencana maka selain unsur pemerintah, guru sebagai salah satu bagian dari unsur masyarakat juga memiliki tanggung jawab besar dalam menyampaikan informasi kepada siswa selaku peserta didik tentang kerawanan bencana. Pengetahuan tentang bencana yang diperkenalkan sejak usia dini siswa juga akan memiliki kesadaran tentang tugas-tugas yang bersifat manusiawi. Penelitian ini dilaksanakan pada Sekolah Dasar Sempur Kota Bogor Jawa Barat yang sudah mengikuti kegiatan sekolah aman bencana selama beberapa tahun terakhir dan bermitra dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Bogor. Sesuai dengan amanah Undang-Undang UU no 24 tahun 2007 pasal 21 bahwa Badan Penanggulangan Bencana Daerah mempunyai tugas menyusun, menetapkan, dan menginformasikan peta rawan bencana dan padabagian lain disebutkan bahwa tugas lainnya adalah melaporkan penyelenggaraan penanggulangan bencana kepada kepala daerah setiap sebulan sekali dalam kondisi normal dan setiap saat dalam kondisi darurat bencana. Sekolah aman bencana yang digagas oleh BPBD kota Bogor ini sejalan dengan konsep Sekolah Siaga Bencana (SSB) yang dikemukakan oleh Sunarti dkk (2013:12) yaitu sekolah yang memiliki kemampuan untuk mengelola risiko bencana di lingkungannya dengan tujuan untuk membangun budaya siaga dan budaya aman di sekolah, serta membangun ketahanan dalam menghadapi bencana oleh warga sekolah.

Hal ini kiranya sejalan dengan uraian yang dikemukakan oleh Birowo dalam Pramono & Birowo (2012:170) dalam kajiannya tentang bencana di lereng gunung Merapi bahwa partisipasi dan kapasitas masyarakat sebagai garis depan ketika terjadi bencana memiliki posisi strategis di dalam penanganan bencana.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana proses komunikasi antar guru dan siswa sekolah dasar tentang kesiapsiagaan bencana. Selanjutnya tinjauan analisa yang dilakukan adalah dengan menggunakan fungsi dasar kelompok sebagai salah satu elemen dalam konsep komunikasi kelompok.

Dengan menggunakan berbagai macamsistem, dan kerjasama antara masyarakat, pemerintah, lembaga non pemerintah, pihak swasta dan pihak lainnya akan meningkatkan kemampuan sistim komunikasi dalam mencapai target sasaran masyarakat. Kelompok-kelompok masyarakat yang harus memiliki kesadaran dalam kesiapsiagaan tentang bencana termasuk individu adalah keluarga, sekolah, lingkungan kerja, tempat umum, kelompok orang cacat, masyarakat, kelompok masyarakat tidak terdidik dan kelompok masyarakat miskin. Flint & Lukolf dalam Pramono & Birowo (2012:170) mengemukakan bahwa didalam peristiwa bencana masyarakat membangun pemahamannya terhadap resiko melalui proses komunikasi. Proses ini merupakan hal utama yang mendorong masyarakat untuk bergerak di dalam menganggapi resiko.

Komunikasi antara guru dan siswa merupakan salah satuproses interaksi yang dilakukan oleh elemen masyarakat dalam kelompok.Guru dengan otoritasnya dapat mengarahkan siswa dalam kegiatan dikelas maupun diluar kelas bahkan hingga keluar wilayah sekolah dengan melibatkan siswa pada komunitas tertentu. Sehingga dalam penelitian ini maka tinjauan berikutnya adalah akan melihat bagaimana komunikasi guru dan siswa yang berada dalam kelompok ditinjau dari fungsi dasar kelompok.Hirokawa & Salazar (1999:183) menguraikan tentang fungsi dasar yang diperlukan bagi sebuah kelompok untuk dapat menyelesaikan tugas-tugas kelompoknya dengan baik yaitu pertama, karakter tugas berdasarkan tujuan.Digambarkan dengan tugas kelompok yang alami, karakter anggotanya mandiri secara pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Karakter lainnya yang terbentuk dari pendekatan ini adalah adanya tujuan yang jelas yang ingin dicapai, tujuan didefinisikan dengan jelas, adanya keterbukaan antar anggota kelompok, berbagai jenis keputusan ditentukan dalam proses awal serta apa saja dampak dari keputusan yang diambil, sampai pada kemungkinan apakah keputusan akan berdampak pada kelompok secara luas.

Kedua, karakter tugas berdasarkan kelompok. Digambarkan oleh karakter anggota kelompok yang tergantung dengan kelompok serta tergantung pada situasi yang sedang dihadapi, sehingga akan berbeda pada setiap kelompok dengan kelompok lainnya. Salah satu karakter yang lebih konkret adalah unsur kelangkaan (scarcity) dimana kelompok telah memiliki pengalaman sebelumnya terkait dengan isu tertentu yang didalamnya harus mengambil keputusan. Unsur kedua adalah inovasi (innovativeness) derajat kelompok yang harus menghasilkan solusi baru, sebagai bentuk perbedaan sikap terhadap proses adaptasi yang ada saat ini. Unsur ketiga adalah urgensi atau ketergesaan derajat tekanan yang dialami kelompok dalam pengambilan keputusan.

Ketiga, karakter tugas berdasarkan struktur merupakantugas yang terbentuk berdasarkan hubungan interpersonal yang alami diantara anggota kelompok termasuk aturan-aturan yang berlaku pada saat anggota kelompok bekerja bersama. Didalamnya terdapat unsur keeratn hubungan antar anggota kelompok (cohesiveness), konsentrasi kekuatan (power concentration), sejarah konflik yang

pernah dialami kelompok (conflict history), serta besarnya jumlah anggota kelompok (size).

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan data penelitiandiperolehdarihasilwawancaradengan guru-guru sekolah dasar yang membina tentangkesiapsiagaanbencana. Selain itu juga dilakukan pengamatan terhadap lingkungan sekolah yang rawan bencana banjir karena lokasinya sangat dekat dengan sungai besar yang merupakan terusan dari bendung Katulampa Bogorsertaadanyaancamanlongsor karena lokasi sekolah berdekatan denganarea yang memilikikemiringan beberapa meter disisi lain wilayah sekolah. Konfirmasi wawancara responden guru dilakukan dengan wawancara kepada anggota BPBD Bogor sebagaimitrasekolah. Sehingga diperoleh gambaran yang lebih utuh tentang fenomena yang diteliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini terdiri dari dua pembahasan yaitu pertamakomunikasi guru kepada siswa dalam tentang konsepdanpraktek kesiapsiagaan bencana.Kedua, menelaah komunikasi guru kepada siswa dalamkonteks komunikasi kelompok yang ditinjau dari fungsi dasar kelompok.

4. KOMUNIKASI GURU KEPADA SISWA

Komunikasi guru kepada siswa tentang kesiapsiagaan bencana adalah

- 1) Melalui metodeceramah
- 2) Siswa menggambar tentang potensi kerawanan bencana disekitar wilayah sekolah
- 3) Siswa membuat kompilasi foto-foto yang menggambarkan kerawanan bencana disekitar sekolah
- 4) Menggunakan permainan peran seperti pentas drama musical pentas pantomim
- 5) Melibatkansiswadalamkegiataneksternal sekolah seperti pelatihan di BPBD kota Bogor.

Dari seluruh bentuk komunikasi yang dilakukan oleh guru kepada siswa maka komunikasi yang dialami siswa adalah bentuk komunikasi verbal dan non verbal. Hasil karya siswa dalam bentuk omunikasi non verbal antara lain dengan menggambar tentang situasi kerawanan bencana ditampilkan didinding sekolah sehingga setiap siswa anggota sekolah lainnya dapat melihat. Karyaini tentunya juga menimbulkan rasa bangga dan percaya diri bagi siswa terhadap kemampuan dirinya. Selain itu siswa diarahkan untuk membuat kompilasi foto-foto tentang dengan kerawanan bencana diwilayah sekitar sekolah. Kegiatan ini memberikan kesempatan siswa untuk dapat menentukan pilihan fenomena apa yang menjadi

pilihannya seperti foto tentang derasnya aliran sungai, kerawanan longsor, hujan lebat, sampah yang dibuang kesungai dan sebagainya.

Siswa juga beraktifitas dalam kelompok bersama dengan teman-teman lainnya meskipun meskipun ada bagian yang siswa harus menampikan karya akhirnya secara individu seperti menggambar dan pentas pantomim. Beberapasiswa dilibatkan oleh guru pada kegiatan kelompok lainnya dalam pelatihan tentang kesiapsagaan bencana dengan BPBD kota Bogor. Keterlibatan anak dengan berbagai kelompok diberbagai level selain mengembangkan pengetahuan tentang bencana juga menumbuhkan rasa percaya diri, mampu mengemukakan pendapat dan sebagai arena dalam pengembangan potensi diri lainnya. Pengalaman siswa berinteraksi dengan kelompok diluar sekolahnya biasanya akan disampaikan kepada teman-teman sekolahnya yang belum memperoleh kesempatan yang sama. Siswa lain akan memiliki keinginan untuk ikut terlibat dalam kegiatan bersama pihak diluar sekolah setelah mendengar pengalaman dari teman-temannya.

5. FUNGSI DASAR KELOMPOK

Selanjutnya dari hasil pembahasan mengenai komunikasi guru dan siswa tentang kesiapsiagaan bencana, penulis akan menganalisa interaksi guru dan siswa dalam kelompok sesuai dengan konsep komunikasi kelompok dengan elemen fungsi dasar kelompok yang terdiri dari karakter tugas berdasarkan tujuan, karakter tugas berdasarkan kelompok dan karakter tugas berdasarkan struktur.

Pada karakter tugas berdasarkan tujuan, maka kelompok yang terbentuk pada siswa di sekolah dapat digambarkan sebagai kelompok yang memiliki tugas utama adalah belajar. Karakter anggota kelompok siswa digambarkan memiliki kemandirian sesuai dengan usianya, dan sedang mengalami proses memperoleh berbagai pengetahuan termasuk pengetahuan tentang bencana. Guru merupakan elemen kunci yang menjelaskan tentang tujuan belajar bagi siswa. Keterbukaan antara anggota kelompok siswa terbentuk karena adanya kesamaan usia dan minat. Guru menjadi penentu dalam banyak keputusan dalam kelompok siswa baik dalam kegiatan dikelas, disekolah maupun diluar sekolah.

Pada karakter tugas berdasarkan kelompok maka dapat digambarkan oleh karakter anggota kelompok yang tergantung dengan kelompok serta tergantung pada situasi yang sedang dihadapi, yaitu kesiapsiagaan dalam situasi bencana. Siswa pada kelompok ini akan merasa berbeda dengan kelompok lainnya yaitu teman yang sekolahnya bukan termasuk kategori sekolah aman bencana. Siswa juga diajarkan oleh guru mengenai salah satu karakter yang lebih konkret yaitu unsur kelangkaan (scarcity) dimana kelompok telah memiliki pengalaman sebelumnya terkait dengan isu tertentu yang didalamnya harus mengambil keputusan. Siswa belajar memahami bahwa dalam situasi bencana ia akan membutuhkan bantuan dari pihak lain untuk pertolongan seperti pihak BPBD dan siswa juga menyadari bahwa ada orang-orang disekelilingnya memerlukan bantuan. Misalnya dalam hal

kelangkaan informasi, siswa dapat memberitahukan lingkungan keluarga dan teman-temannya bahwa permukaan sungai sudah mulai naik ketinggiannya, tanda-tandahunatau memberitahukan pada teman-teman kelompoknya agar tidak mendekati tepi sungai saat ketinggian air mulai naik. Pengetahuan seperti ini diperkelanlkan oleh guru baik secara langsung maupun dengan melibatkan beberapa siswa dengan kegiatan komunitas masyarakat.

Unsur kedua adalah inovasi (innovativeness) derajat kelompok yang harus menghasilkan solusi baru, sebagai bentuk perbedaan sikap terhadap proses adaptasi yang ada saat ini. Siswa memperoleh pengetahuan baru tentang bencana dari guru bukan hanya melalui metode ceramah namun dengan metode drama musikal dengan tema kesiapsiagaan saat menghadapi bencana. Setiap siswa sebagai anggota kelompok drama musikal diarahkan oleh guru untuk berperan sebagai siswa sekolah, pedagang disekitar sekolah, guru, lurah, anggota BPBD, petugas kesehatan dan sebagainya. Inovasi seperti ini akan memberikan gambaran bagi siswa tentang pentingnya kerjasama kelompok, kemandirian, kepedulian dan kecekatan dalam situasi menghadapi bencana.

Unsur ketiga adalah urgensi atau ketergesaan derajat tekanan yang dialami kelompok dalam pengambilan keputusan. Guru menjelaskan dan mengajak siswa untuk dapat memahami bahwa dalam situasi bencana denganketergesaan yang tinggi yang harus dicermati oleh siswa antara lain mendengarkan instruksi kapan harus keluar ruangan kelas, segeraberada dititik kumpul hingga mengungsi.

Dalam penelitian ini maka siswa sekolah mengenal beberapa jenis tugas dalam penanganan bencana. Melalui kelompok di luar sekolah yang dikenalkan oleh guru, beberapa siswa diajak berinteraksi dalam pertemuan dengan komunitas pengurangan risiko bencana pada tingkat pemerintah daerah. Dengan kelompok komunitas ini siswa diperkenalkan dengan karakter lain yaitu orang-orang dari BPBD, Ibu Lurah dan tokoh-tokohlainnya. Siswa juga mulai diperkenalkan dengan atribut-atribut untuk pertolongan bencana seperti seragam oranye yang digunakan petugas, peralatan evakuasi seperti mobil BPBD, ambulance dan sebagainya.

Pengalaman ini juga memberikan kesempatan siswa untuk mengembangkan nilai-nilai dan berperilaku baik, menjalin kerjasama dengan orang yang lebih tua dan masyarakat yang lebih luas. Siswa juga diperkenalkan dengan tokoh-tokoh masyarakat yang ada disekitarnya seperti ketua RT, RW dan lurah sebagai narasumber dalam kegiatan-kegiatan pengembangan pendidikan tentang bencana di sekolah.

Pada fungsi yang ketiga yaitu karakter tugas berdasarkan struktur maka tinjauannya adalah pada hubungan interpersonal yang alami diantara anggota kelompok termasuk aturan-aturan yang berlaku pada saat anggota kelompok bekerja bersama. Hubungan siswa dengan guru dan teman-teman sekolahnya dapat dikatakan cukup erat karena para siswa yang diperkenalkan dengan konsep

bencana adalah siswa yang duduk dibangku kelas empat dan lima. Siswa yang telah beberapa tahun berada dilingkungan sekolah tentunya mengenal dengan baik siapa saja teman-teman serta guru-guru disekolahnya. Sehingga keeratn hubungan yang tercipta umumnya selain terjadi karena adanya sistem disekolah, siswa juga secara alami memilih teman-teman sebaya dikelasnya yang memiliki minat yang sama. Guru juga tentunya berperan dalam membentuk kepribadian siswa untuk memiliki toleransi dengan teman, kepedulian serta adanya rasa saling mengasihi diantara teman disekolahnya. Sehingga dalam konteks penanganan bencana maka siswa yang telah membangun hubungan dengan teman-teman disekolahnya dalam kelompok-kelompok juga akan mudah menerima arahan dari guru tentang tentang peristiwa bencana. Terlebih jika arahan dari guru dilakukan bersama-sama dengan teman-teman kelompoknya.

Dari lingkungan kelompoknya siswa juga mengenal tentang konsentrasi kekuatan (power concentration). Yaitu, siapa saja yang memiliki kekuatan dalam sebuah peristiwa bencana makadalam hal ini maka pertama siswa mengenal sosok guru yang mengenalkan konsep tentang bencana. Kedua, ketika siswa terlibat dalam pelatihan bencana diluar sekolah ia mengenal adanya peran dimasyarakat seperti BPBD dan lurah yang memiliki kewenangan dan peran tertentu dalam sebuah peristiwa bencana.

Pada umumnya siswa berada dilingkungan yang anggota kelompoknya relatif berjumlah kecil. Selain anggota kelompok keluarga, siswa juga memiliki kelompok teman-teman bermain disekolah, kelompok sekolah yang anggotanya selain teman juga guru, serta kelompok teman dilingkungan tepat tinggalnya. Dengan memiliki beberapa kelompok dalam jumlah kecil (antara 3-8 orang) hingga yang cukup besar (kelompok satu sekolah), maka anak akan memiliki konsep tentang berbagai jenis dan karakter kelompok. Daam penanganan bencana maka kelompok ini akan menjadi bagian dari unsur yang akan diingat oleh anak sebagai bagian yang perlu menjadi kepeduliannya. Misalnya, bagi siswa yang cukup responsif maka ia akan memberitahukan pada anggota kelompoknya tentang tanda-tanda terjadi bencana seperti naiknya permukaan air sungai, hujan yang terus-menerus, serta derasnya air sungai yang beresiko membahayakan.

6. KESIMPULAN

Guru melakukan komunikasi kepada siswa dengan berbagai metode sehingga sebagian besar anak sudah mengenal beberapa istilah terkait bencana serta mengetahui potensi tentang kerawanan banjir dan longsor sebagai ancaman bencana aalam di wilayah tempat tinggal dan sekolahnya. Sebagian siswa sudah dapat mengkomunikasikan tentang kerawanan bencana kepada anggota kelompoknya seperti teman dan keluarga. Komunikasi guru dan siswa tentang bencana umumnya dilakukan dalam konteks kelompok baik dilingkungan kelas, dilingkungan sekolah serta kelompok yang lebih luas yaitu komunitas bencana daerah.

Selanjutnya penelitian ini dapat dijadikan latar untuk dilakukan penelitian lebih lanjut yang lebih mendalam dengan menggali pemahaman dari perspektif siswa tentang pengetahuan dan sikap siswa terkait kesiapsiagaan bencana dilingkungannya. Penulis menyampaikan penghargaan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Al Azhar Indonesia (LP2M UAI) yang mendukung penuh terlaksanannya penelitian ini.

7. REFERENSI

- Carter,W.Nick. 2008. *Disaster Management : a disaster manager's handbook*, Asian Development Bank, Philipines
- Birowo, Mario A. 2012. *Meramu Berbagai Media Menghadapi Bencana Alam : Belajar Dari Radio Komunitas Lintas Merapi*, dalam Pramono dan Birowo, *Hidup Nyaman Bersama Ancaman : Pengalaman Radio Komunitas Lintas Merapi*, Klaten , Jawa Tengah, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Sunarti, Euis, Sumarno, Hadi, Johan, Irni Rahmayani.2013. *Evaluasi Penanggulangan Bencana, Pembelajaran Peran Pusat Studi Bencana IPB dalam Penanggulangan Bencana*, Bogor, IPB Pres.
- Hirokawa, Randy Y dan Salazar, Abran J.1999.*Task Group Communication and Decision Making Performance in Frey et all The Handbook of Group Communication Theory&Reseach*, London, Sage Publication
- Pusat Penelitian Publik (2007) dalam Prosiding Seminar Refleksi Akhir Tahun IPSK-LIPI 2007,Tantangan Indonesia Membangun di Tengah Bencana.
- Mercer, Jessica, Kelman, Ilan & Dekens, Julie. 2009.*Integrating Indigenues and Scientific Knowledge For Disaster Risk Reduction*, dalam Takeuchi, Yukiko, Sharma, Anshu, Shaw Rajib, *Natural Disaster Research, Prediction and Mitigation Series*. Inc New York: Nova Science Publishers
- Pusat Penelitian Ekonomi, *Kebijakan Pembangunan Ekonomi dan Manajemen Risiko Bencana*, (2007), dalam Prosiding Seminar Refleksi Akhir Tahun IPSK-LIPI 2007,Tantangan Indonesia Membangun di Tengah Bencana.
- Syamsiah, Noorma M .2017. *Sekolah Aman dari Bencana*, Bunga Rampai Riset Kebencanaan UI: Kontribusi Pemanggku Kepentingan Untuk Penurunan Tingkat Risiko Bencana, Jakarta, UI Press.
- Undang Undang no 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

“GOTONG ROYONG” : APLIKASI SELULER INTERAKTIF DALAM MANAJEMEN TANGGAP DARURAT

**Muhammad Anggri Setiawan^{1,2}, Jantan Putra Bangsa¹, Novia Putri Kristiana¹,
Muhammad Ismail¹, Riha Ali Muhammad², Kirana Putri Prastika², Djati
Mardiatno^{1,2}, Made Susmayadi¹, Winaryo¹, Ngadisih^{1,3}, Christopher Gomez^{1,4}**

¹Pusat Studi Bencana, Universitas Gadjah Mada

²Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

³Departemen Teknologi Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas
Gadjah Mada

⁴Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University

Email: anggri@ugm.ac.id

ABSTRAK

Teknologi sistem informasi kebencanaan di Indonesia harus terus dikembangkan guna mendukung berbagai program pengurangan risiko bencana. Beberapa instansi telah menciptakan sistem informasi kebencanaan dengan memanfaatkan teknologi aplikasi seluler. Aplikasi seluler terkait kebencanaan di Indonesia masih fokus pada karakteristik fisik bencana yang sedang berlangsung (jenis, lokasi kejadian, intensitas, hingga dampak). Di sisi lain, tingginya tingkat kepemilikan dan kemudahan akses masyarakat Indonesia terhadap teknologi aplikasi seluler juga harus dimanfaatkan untuk manajemen tanggap darurat. Prinsip pengembangan dari aplikasi ini adalah i) bahwa pengurangan risiko bencana merupakan amanah bersama - bukan hanya tugas BNPB/BPBD, dan ii) adanya modal sosial masyarakat Indonesia yang selalu ingin bahu-membahu meringankan beban saudaranya. Kedua prinsip tersebut diwujudkan ke dalam sebuah aplikasi seluler “GOTONG ROYONG” yang dikembangkan untuk menginformasikan berbagai perkembangan kondisi posko pengungsian dari suatu kejadian bencana (karakteristik sosial dan kebutuhan para pengungsi). Kebutuhan para pengungsi yang sangat dinamis terkadang belum dapat terpenuhi dari ketersediaan logistik yang ada, ditambah lagi jika mereka harus tinggal lebih lama di dalam posko-posko. Teknis operasional dari aplikasi ini diawali dari laporan relawan GOTONG ROYONG (bisa berasal dari BPBD ataupun pihak berwenang) yang sudah terverifikasi oleh admin. Selanjutnya, masyarakat yang sudah menginstal aplikasi akan mendapatkan notifikasi dan memilih jenis serta jumlah bantuan yang akan dikirim. Jenis bantuan dapat berupa berbagai kebutuhan barang ataupun dana sosial. Aplikasi GOTONG ROYONG merupakan sebuah instrumen yang dapat melengkapi prosedur pendistribusian logistik bagi para pengungsi untuk mendukung manajemen tanggap darurat berbasis masyarakat yang lebih efektif dan efisien

Kata kunci : tanggap darurat, aplikasi seluler kebencanaan, sistem informasi kebencanaan, gotong royong.

1. PENDAHULUAN

Bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (2). Pemerintah pusat dan pemerintah daerah secara tidak langsung bertanggung jawab terhadap penanggulangan bencana yang ada. Seperti didefinisikan dalam UU No. 24 Tahun 2007 mengenai Penanggulangan Bencana, penyelenggaraan Penanggulangan Bencana adalah serangkaian upaya meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat dan rehabilitasi. Tanggap darurat merupakan tahap yang penting dalam penanggulangan bencana. Tanggap Darurat merupakan tahap penindakan atau pengerahan pertolongan membantu masyarakat yang tertimpa bencana, guna menghindari bertambahnya korban jiwa (1). Penyelenggaraan penanggulangan bencana pada saat tanggap darurat meliputi :

Pengkajian secara tepat dan cepat terhadap lokasi, kerusakan, kerugian, dan sumber daya;

Penentuan status keadaan darurat bencana;

Penyelamatan dan evakuasi masyarakat terkena bencana;

Pemenuhan kebutuhan dasar;

Perlindungan terhadap kelompok rentan; dan

Pemulihan dengan segera prasarana dan sarana vital.

Teknologi sistem informasi mempunyai peran yang vital dalam konteks pengurangan risiko bencana. Sebagian besar wilayah Indonesia telah terjangkau akses internet, selain itu tingkat kepemilikan telepon seluler di tengah masyarakat juga terus bertambah. Informasi kebencanaan terkini yang telah diunggah oleh BNPB (www.bnpb.go.id) dapat dengan mudah diakses masyarakat luas. Sosialisasi berbagai program pengurangan risiko bencana juga dapat dengan mudah tersampaikan kepada masyarakat luas melalui sistem informasi yang semakin canggih.

Perkembangan teknologi sistem informasi kebencanaan juga telah mengikuti tren aplikasi seluler. BNPB membangun InaRISK, BMKG memiliki Info BMKG, sedangkan PVMBG terus mengembangkan MAGMA Indonesia. Jutaan pengguna telah menginstal aplikasi tersebut, karena informasi kebencanaan sudah menjadi kebutuhan bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Di daerah, beberapa BPBD juga turut meningkatkan pelayanannya melalui aplikasi seluler. Jika dicermati satu per satu, aplikasi seluler terkait kebencanaan di Indonesia masih fokus pada karakteristik bencana beserta dampaknya. Di sisi lain, aplikasi yang tersedia juga

belum interaktif – masyarakat hanya mendapatkan informasi kebencanaan secara satu arah.

Pada umumnya, dari waktu ke waktu masyarakat disuguhi berita kebencanaan yang hanya menekankan pada lokasi kejadian, intensitas, dan dampak. Suatu kejadian bencana yang masif akan menarik empati, sehingga masyarakat akan bergerak secara individu ataupun kelompok untuk memberikan bantuan kepada saudara yang tertimpa musibah. Berbagai aksi kepedulian akan muncul, khususnya penggalangan dana secara langsung di pinggir jalan. Masyarakat hanya berniat membantu tanpa tahu secara spesifik kebutuhan para korban yang masih selamat. Tidak jarang jumlah bantuan yang diterima menjadi berlebih dan menumpuk tidak terpakai karena tidak ada informasi terkini mengenai kondisi para pengungsi. Artinya masyarakat Indonesia masih menjunjung tinggi modal sosial dalam bentuk saling menolong saudara yang tertimpa bencana, namun belum ada sistem informasi yang mendukung alur proses manajemen tanggap darurat yang berbasis pada masyarakat.

Tujuan utama dari artikel ini adalah mengenalkan sebuah hasil pengembangan aplikasi seluler yang dimanfaatkan untuk menginformasikan dinamika kondisi posko pengungsian dari suatu kejadian bencana (karakteristik sosial dan kebutuhan para pengungsi). Kebutuhan para pengungsi yang sangat dinamis terkadang belum dapat terpenuhi dari ketersediaan logistik yang ada, ditambah lagi jika mereka harus tinggal lebih lama di dalam posko-posko. Tantangan utama dari aplikasi ini adalah harus dapat bekerja pada skala nasional namun memberikan informasi yang detail terhadap dinamika pengungsi di setiap posko suatu kejadian bencana.

2. METODOLOGI

Prinsip pengembangan dari aplikasi ini adalah i) bahwa upaya pengurangan risiko bencana merupakan amanah bersama - bukan hanya tugas BNPB/BPBD, ii) adanya modal sosial masyarakat Indonesia yang selalu ingin bahu-membahu meringankan beban saudaranya. Kedua prinsip tersebut diwujudkan ke dalam sebuah aplikasi seluler yang diberi nama "GOTONG ROYONG". Kata gotong royong diambil untuk mencerminkan falsafah masyarakat Indonesia yang bersedia saling bahu-membahu menyelesaikan suatu tujuan ataupun secara sukarela membantu saudara yang sedang membutuhkan / tertimpa bencana.

Sistem aplikasi seluler GOTONG ROYONG terdiri dari tiga sub-sistem, yaitu GOTONG ROYONG Relawan, Admin, dan GOTONG ROYONG untuk masyarakat (Gambar 1). Teknis operasional aplikasi ini diawali dari pemutakhiran laporan kondisi posko dari suatu lokasi bencana dari seorang relawan melalui aplikasi GOTONG ROYONG Relawan yang sudah terverifikasi oleh sistem admin. Selanjutnya, masyarakat yang sudah menginstal aplikasi akan mendapatkan notifikasi dan memilih jenis serta jumlah bantuan yang akan dikirim. Jenis bantuan

dapat berupa berbagai kebutuhan barang ataupun dana sosial. Setiap masyarakat yang akan memberikan bantuan juga akan diverifikasi oleh admin.

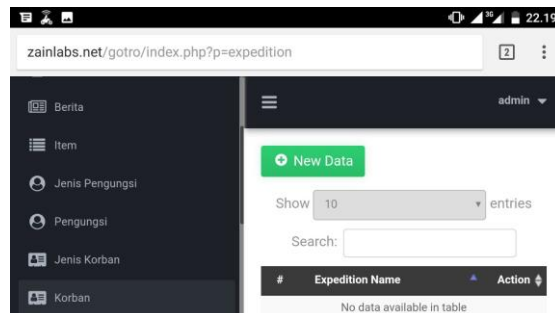


Gambar 1. Alur kerja aplikasi GOTONG ROYONG

Logo GOTONG ROYONG berupa dua tangan yang saling mengepal kuat satu sama lain menggambarkan semangat persaudaraan yang selalu siap membantu. Warna latar putih pada kedua tangan menunjukan niat yang tulus dan murni dalam membantu sesama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan aplikasi GOTONG ROYONG (disingkat GOTRO) dirancang agar interaktif dan mudah dalam proses penggunaannya. Khusus untuk sistem admin GOTRO dioperasikan dalam format tampilan *web* untuk memudahkan pengolahan data yang masif di tingkat nasional (Gambar 2). Aplikasi GOTRO gratis dan dapat diunduh oleh siapapun melalui *google play store*. Seperti halnya media sosial pada umumnya, setiap masyarakat pengguna ataupun relawan GOTRO diminta untuk melengkapi biodata diri sebagai dasar penyediaan akun dan kata kunci untuk masuk ke sistem aplikasi (Gambar 3).



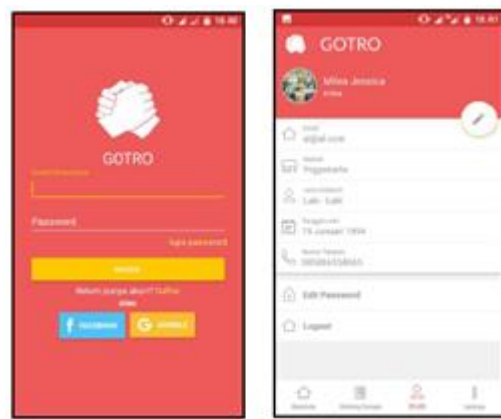
Gambar 2. Tampilan sistem admin GOTRO

Tampilan dalam menu profil terdiri dari biodata dan catatan donasi (*history*). Pada bagian biodata berisi foto pengguna/relawan, nama, jenis kelamin, alamat, kontak *e-mail*, tanggal lahir dan nomer telepon yang bisa dihubungi. Sedangkan pada bagian catatan donasi digunakan untuk menampilkan rekaman berbagai donasi yang telah dilakukan oleh pengguna. Setiap relawan yang hendak memberikan informasi terkait sebuah posko akan diverifikasi via telpon dan e-mail oleh operator admin GOTRO.

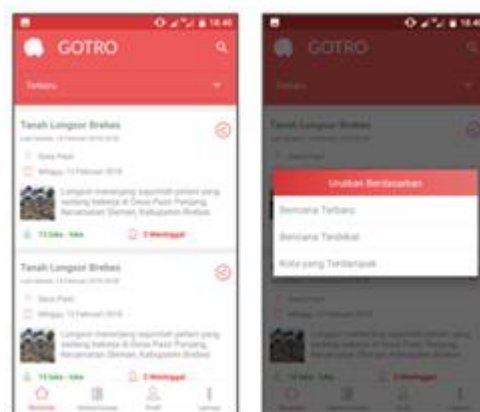
Gambar 4 menampilkan beranda GOTRO yang berisi informasi berbagai kejadian bencana di Indonesia. Informasi kebencanaan yang ditampilkan merupakan hasil unggahan dari para relawan. Dengan demikian, informasi kebencanaan dapat

lebih cepat diterima oleh masyarakat luas karena relawan merupakan responden lokal yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Setelah sumber informasi terverifikasi admin dan berhasil terunggah dalam sistem maka masyarakat pengguna GOTRO akan mendapatkan notifikasi terkait kejadian bencana di seluruh Indonesia. Masyarakat dapat mengurutkan informasi kebencanaan berdasarkan bencana terbaru, bencana terdekat, ataupun spesifik pada kota yang terdampak

. Setiap pengguna yang telah ingin membaca lebih rinci mengenai informasi bencana akan ditampilkan pada halaman menu selanjutnya (Gambar 5). Pada tampilan informasi bencana terdapat 3 sub menu, yaitu informasi bencana, posko, dan donasi. Menu informasi bencana menampilkan foto-foto kejadian bencana hasil unggahan relawan beserta informasi korban (meninggal dunia dan luka-luka) dan pengungsi. Informasi pengungsi dideskripsikan lebih detail berdasarkan jumlah wanita, laki-laki, anak-anak 5-17 tahun, ibu hamil, balita, lansia dan disabilitas. Di bagian ini, masyarakat juga dapat memasukkan komentar terkait kejadian bencana yang dilaporkan.

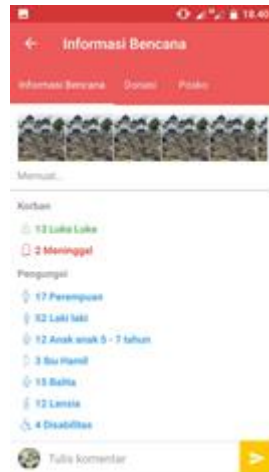


Gambar 3. Tampilan muka aplikasi Gotong Royong beserta profil pengguna / relawan



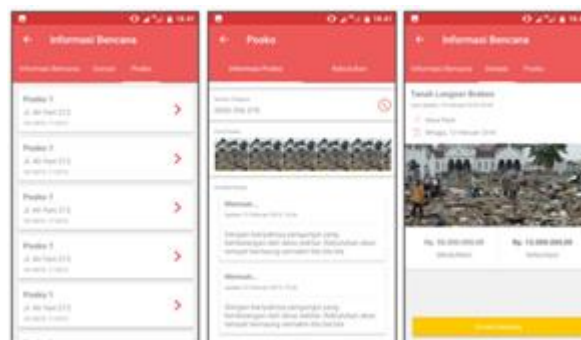
Gambar 4. Menu utama beranda

Pada kejadian suatu bencana yang masif seperti letusan gunungapi dan gempabumi, biasanya akan dibangun beberapa posko pengungsian. Aplikasi GOTRO menyiapkan kemungkinan tersebut dengan pilihan penambahan titik posko sesuai kondisi di lapangan (Gambar 6). Lokasi setiap posko juga dapat dilihat secara langsung dalam *google map*, sehingga masyarakat bisa tahu jarak tempuhnya. Sistem GOTRO memungkinkan bagi relawan untuk mengunggah foto-foto dan informasi terkini di setiap posko. Masyarakat dapat mengetahui secara aktual dinamika posko pengungsian yang selama ini belum pernah terpublikasikan.

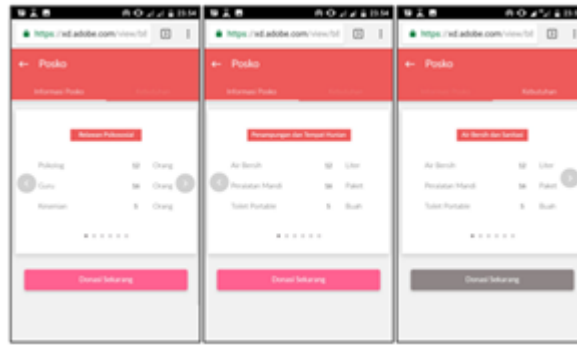


Gambar 5. Menu informasi bencana, posko, dan donasi

Masyarakat yang menerima informasi terkait posko harapannya dapat tersentuh empatinya sehingga mempunyai niatan untuk membantu saudara-saudara yang tertimpa musibah. Jenis bantuan yang akan diberikan dapat merujuk pada daftar kebutuhan setiap posko yang ada, tidak selalu dalam bentuk uang. Ketika masyarakat ingin membantu dalam bentuk dana dapat disalurkan melalui fasilitas donasi yang dibuktikan dengan foto bukti transfer.



Gambar 6. Menu informasi bencana, posko, dan donasi



Gambar 7. Menu informasi bencana, posko, dan donasi

4. KESIMPULAN

Aplikasi seluler GOTONG ROYONG dibangun atas dasar rasa persaudaraan dan kemanusiaan. Keberadaan aplikasi ini diharapkan dapat membantu posko-posko pengungsian yang sering luput dari pemberitaan media masa. Penelitian selanjutnya adalah menguji kinerja aplikasi ini dengan bekerja sama dengan BNPB ataupun BPBD melalui proses simulasi kejadian tanggap darurat bencana. Penyempurnaan aplikasi ini dapat menjadi salah satu instrumen dalam standar operasional prosedur pendistribusian logistik dan manajemen tanggap darurat bencana di Indonesia.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Perka BNPB 4. 2008, Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana. 16-17
- Undang No. 24 Tahun 2007, Tentang penanggulangan Bencana

IMPLEMENTASI KONSELING KRISIS TERINTEGRASI SUFI HEALING UNTUK MENANGANI TRAUMA ANAK USIA DINI PADA SITUASI KRISIS PASCA BENCANA

Hayatul Khairul Rahmat¹, Ela Nurmalasari², dan A. Said Hasan Basri³

¹Mahasiswa Program Studi Bimbingan dan Konseling Islam, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Jl. Marsda Adisucipto, Yogyakarta 55281, Indonesia, email; hayatulkhairul@gmail.com

²Mahasiswa Program Studi Bimbingan dan Konseling Islam, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Jl. Marsda Adisucipto, Yogyakarta 55281, Indonesia, email; elanurmalasari05@gmail.com

³Dosen Program Studi Bimbingan dan Konseling Islam, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Jl. Marsda Adisucipto, Yogyakarta 55281, Indonesia, email; shasaid@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is an archipelagic country located in geographic, hydrological, and demographic positions that are prone to disasters. That are because Indonesia is located in the Pacific Ring of Fire and serves as a meeting center for several Earth Plates such as the Indo-Australian Plate, Eurasian Plate, and Pacific Plate. This is the cause of Indonesia vulnerable to disaster. It can not be denied that any of these disasters will have a psychological or non-psychological impact. This psychological impact is more deeply traumatic in early childhood. For that, we need to minimize the traumatic aspects caused by natural disasters that is through crisis counseling conducted by the counselor. In this implementation is done during a post-disaster crisis situation with a form of play therapy that is integrated with the Sufi healing. Hopefully, with the implementation of crisis counseling integrated by Sufi healing can reduce traumatic in early childhood so as not to disrupt the tasks of child development.

Keywords : Implementation, Crisis Counseling, Sufi Healing, Trauma, Early Children, Situation of Post Disaster Crisis.

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan yang berada pada posisi geografis, hidrologis, dan demografis yang rawan bencana. Hal ini terjadi karena Indonesia terletak di jalur ring of fire kawasan Pasifik dan menjadi pusat pertemuan beberapa lempeng bumi seperti lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Hal inilah yang menjadi penyebab Indonesia rawan akan bencana. Tak dapat dipungkiri, setiap bencana ini akan memberikan dampak baik psikologis atau non psikologis. Dampak psikologis ini berupa traumatis yang lebih mendalam pada anak usia dini. Untuk itu perlu usaha untuk meminimalisir aspek traumatis yang disebabkan oleh bencana alam itu yaitu melalui konseling krisis yang dilaksanakan oleh konselor. Dalam pelaksanaan ini dilakukan pada saat situasi krisis pasca bencana dengan bentuk play therapy yang diintegrasikan dengan sufi healing. Harapannya, dengan pelaksanaan konseling krisis terintegrasi sufi healing dapat menurunkan traumatis pada anak usia dini sehingga tidak terganggu tugas-tugas perkembangan anak tersebut.

Kata Kunci : Implementasi, Konseling Krisis, Sufi Healing, Trauma, Anak Usia Dini, Situasi Krisis Pasca Bencana.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada pada posisi geografis, hidrologis, dan demografis yang rawan bencana (Soemantri, 2012: 1). Dengan demikian, bencana alam sudah menjadi bagian dalam kehidupan penduduk Indonesia, karena kejadian bencana alam di Indonesia hampir setiap hari terjadi. Seperti contoh adalah terjadinya gempa bumi sedikitnya satu kali dalam sehari. Di samping kejadian alam yang muncul setiap hari, juga masih ada kejadian seperti banjir bandang, longsor, angin puting beliung, dan letusan gunung berapi.

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana menyebutkan bahwa bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/ atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Berdasarkan definisi di atas, disebutkan bahwa bencana disebabkan oleh faktor alam, non alam, dan manusia. Dalam hal ini, dapat dikategorikan bencana itu menjadi bencana alam, bencana non alam, dan bencana sosial. Bencana alam merupakan bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor. Bencana non alam adalah bencana yang disebabkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa non alam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit. Sedangkan, bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat dan teror.

Dalam penelitian ini, bencana yang dimaksud adalah bencana alam yaitu bencana yang disebabkan oleh faktor alam itu sendiri seperti banjir, gempa bumi, tsunami, tanah longsor, letusan gunung meletus. Masih teringat dalam benak kita sebagai warga negara Indonesia, bencana alam gempa bumi dan tsunami yang terjadi di Aceh tahun 2004. Pada waktu itu, sekitar pukul 07.58 WIB, gempa dengan kekuatan 9,1 SR menghantam Aceh, Pantai Barat Semenanjung Malaya, Thailand, Pantai Timur India, Sri Lanka, bahkan sampai Pantai Timur Afrika. Beberapa menit saja kemudian, gelombang tsunami menerjang dengan dahsyatnya (Gunawan, 2014). Peristiwa tersebut menelan jutaan korban jiwa yang tidak hanya di Indonesia saja tetapi juga sampai menelan korban warga negara lain.

Selain itu, masih ingat juga bencana alam tsunami yang terjadi di Kepulauan Mentawai pada 25 Oktober 2010 dengan kekuatan 8,3 SR. Selain itu, masih banyak lagi bencana yang melanda dan terjadi di Indonesia. Bencana alam ini tidak hanya sekedar meninggalkan luka yang dalam bagi warga yang menjadi korban serta keluarga yang ditinggalkan, tetapi juga meninggalkan sisi traumatis bagi korban bencana alam tersebut. Traumas ini tidak hanya terjadi pada orang dewasa saja

tetapi anak usia dini pun merasakan trauma akan bencana yang melanda dan menimpa mereka.

Dapat dipahami bahwa dampak yang muncul akibat bencana yaitu dampak psikologis dan non psikologis. Dampak non psikologis secara jelas dapat dikatakan bahwa hancurnya keseimbangan alam, kerusakan lingkungan, jatuhnya korban jiwa, korban harta benda, dan rusaknya keteraturan ekosistem. Bencana ini juga dapat mengakibatkan hilangnya suatu unsur budaya dalam masyarakat, pergeseran norma-norma sosial, perubahan kebijakan politik, dan perubahan pola interaksi antar individu (Veitch dan Arkelin, 1995: 201). Dampak kedua adalah sisi psikologis. Kondisi psikologis dipengaruhi oleh interaksi perubahan atau gangguan fisik, psikologi, situasi sosial, dan masalah yang bersifat material. Sebagian besar korban bencana akan terlihat panik walaupun sangat sedikit yang tampak tenang dan berusaha bersikap rasional. Korban bencana akan mengalami gangguan tidur, mimpi buruk, kehilangan kekeluargaan dalam beraktivitas, tercabutnya dari hubungan sosialnya teratur sehingga korban mengalami *stressfull*.

Trauma dalam hal ini disebut dengan (*post-traumatic stress disorder PTSD*) yaitu gangguan psikologis yang terjadi dan muncul setelah bencana terjadi dan lebih berbahaya dibandingkan stress yang dialami pada saat bencana (Veitch dan Arkelin, 1995: 212). Apabila tidak terdeteksi dan dibiarkan tanpa penanganan, maka dapat mengakibatkan komplikasi medis maupun psikologis yang serius yang bersifat permanen yang akhirnya mengganggu kehidupan sosial maupun pekerjaan penderita (Flannery, 1999).

Penjelasan di atas menunjukkan bahwa anak usia dini korban bencana memiliki kecenderungan mengalami trauma. Hal ini perlu diatasi jika tidak akan berdampak buruk pada tugas perkembangan seorang anak tersebut. Dalam hal ini, perlu diberikan layanan konseling kepada anak usia dini yang mengalami trauma terhadap bencana alam. Menurut Prayitno (2009), konseling adalah proses pemberian bantuan yang dilakukan melalui wawancara konseling oleh seorang ahli yang disebut konselor kepada individu yang sedang mengalami sesuatu masalah yang disebut klien yang bermuara pada teratasinya masalah yang dihadapi oleh klien.

Terdapat berbagai macam bentuk layanan konseling yang salah satunya konseling krisis. Konseling krisis dirasa tepat untuk diberikan kepada anak usia dini korban bencana alam karena diasumsikan bahwa masalah traumatis yang dialami oleh mereka perlu diatasi sesegera mungkin. Hal ini dilakukan agar anak usia dini korban bencana tidak terlalu lama mengalami traumatis sehingga tugas perkembangan mereka bisa berjalan sesuai dengan usia mereka.

Dalam praktiknya akan diintegrasikan dengan *sufi healing* yang harapannya dengan menggunakan pendekatan keagamaan juga lebih mempermudah menangani trauma anak usia dini pada situasi krisis pasca bencana tersebut.

Pada tulisan ini akan dijabarkan dan dijelaskan bentuk konseling krisis yang digunakan dan diterapkan yang diintegrasikan dengan *sufi healing* dalam meminimalisir traumatis anak usia dini korban bencana pada situasi krisis pasca bencana.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan tipe deskriptif kualitatif. Dalam penelitian ini menggambarkan dan menganalisis bagaimana penggunaan konseling krisis yang terintegrasi dengan *sufi healing* untuk menangani trauma anak usia dini pada situasi krisis pasca bencana. Jenis data yang digunakan adalah data-data sekunder yang diperoleh dari literatur, buku, jurnal, laporan, dan informasi dari guru BK di lapangan. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah studi kepustakaan (*library research*) dengan mencari dan mengumpulkan data-data sekunder yang bersumber dari berbagai referensi baik buku, internet, siswa, dan guru BK yang mana validitasnya dapat dipertanggungjawabkan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menjelaskan dan menganalisis dari sumber-sumber yang ada, setelah itu berbagai referensi dikaitkan dengan penelitian yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMERIKSAAN

Untuk memahami bagaimana penerapan konseling krisis yang terintegrasi dengan *sufi healing* maka dirasa perlu untuk memahami beberapa hal berikut.

3.1 KONSELING KRISIS

Pengertian krisis menurut James (2008) yaitu persepsi atau pengalaman akan suatu peristiwa atau situasi sebagai kesulitan yang tidak dapat ditoleransi, yang melebihi sumber daya dan kemampuan seseorang untuk mengatasinya pada saat ini. Sedangkan, menurut Gladding (2012), konseling krisis adalah penggunaan beragam pendekatan langsung dan berorientasi pada tindakan, untuk membantu individu menemukan sumber daya di dalam dirinya dan atau menghadapi krisis secara eksternal. Konseling krisis bertujuan pada memberikan bantuan segera dalam berbagai bentuk kepada orang yang membutuhkan apa yang terjadi selama krisis menentukan apakah krisis itu akan menjadi suatu wabah penyakit yang akan berubah menjadi suatu kondisi yang kronis dan bersifat jangka panjang atau tidak (James, 2008).

Empat tahap dalam keterampilan konseling krisis adalah sebagai berikut: (1) menilai atau menentukan kondisi konseli saat ini dan keparahan permasalahan; (2) konselor kemudian harus memutuskan jenis konseling yang paling dibutuhkan saat ini berdasarkan penilaian dari keterampilan penyesuaian konseli; (3) bertindak secara langsung dalam pelaksanaan konseling; dan (4) melakukan

pemantauan tindakan nyata konseli menerapkan hasil konseling dengan bertindak nyata dalam kehidupan sehari-hari (Brammer, 1979).

Konseling krisis memiliki bentuk diantaranya *play therapy*. Dalam hal ini, seorang konselor harus memperhatikan beberapa hal seperti (1) lebih efektif dilakukan di dalam ruangan yang dirancang khusus untuk tujuan tersebut; (2) anak-anak dapat diberikan konseling dalam lingkup yang fasilitas khusus; (3) menggunakan terapi bermain (*play therapy*); dan (4) media sudah seyogyanya tersedia di dalam ruangan (Purwanta, 2010: 3-4).

3.2 Sufi Healing

Sufi healing yang disebut juga dengan pengobatan sufi adalah salah satu cara yang digunakan para sufi dalam pengobatan dan penyembuhan, dimana pengobatan dan penyembuhan tersebut menggunakan metode-metode yang berdasarkan keagamaan yaitu dengan membangkitkan potensi keimanan kepada Tuhan, lalu menggerakkannya ke arah pencerahan batin atau pencerahan rohani yang pada hakikatnya menimbulkan kepercayaan diri bahwa Tuhan Yang Maha Esa adalah satu-satunya kekuatan penyembuh dari penyakit yang diderita (Rahman, 2012: 5).

Menurut Syukur, metode pengobatan sufi (*sufi healing*) diantaranya: (1) dzikir; (2) doa; (3) shalat; (4) membaca shalawat; dan (5) mendengarkan musik.

Sufi healing tersebut memiliki fungsi utama yaitu fungsi pemahaman (*understanding*), fungsi pengendalian (*controlling*), fungsi peramalan (*prediction*), fungsi pendidikan (*education*), dan fungsi pengembangan (*development*) (Bakry, 2004: 51-54).

3.3 Trauma dan Post Traumatic Stress Disorder

Trauma merupakan suatu kejadian fisik atau emosional serius yang menyebabkan kerusakan substansial terhadap fisik dan psikologis seseorang dalam rentang waktu yang relatif lama (Weaver, Flannelly, dan Preston, 2003). Selain itu, trauma adalah satu kondisi emosional yang berkembang setelah suatu peristiwa trauma yang tidak mengenakkan, menyedihkan, menakutkan, mencemaskan, dan mencengkelkan, seperti peristiwa pemerkosaan, peperangan, kekerasan dalam keluarga, kecelakaan, bencana alam, dan peristiwa tertentu yang membuat batin tertekan (Lawson, 2001; Kinchin, 2007). Trauma ini memiliki kecenderungan menjadi *Post Traumatic Stress Disorder* yang akan mengganggu korban tersebut.

Post Traumatic Stress Disorder dipengaruhi oleh faktor peristiwa. Di samping itu, faktor yang lain yang memicu PTSD adalah ketidakberdayaan individu (Goleman, 1995).

Berdasarkan penjelasan di atas, bisa disimpulkan anak-anak cenderung lebih mudah terkena PTSD dibandingkan dengan orang tua. Hal ini didasarkan bahwa anak kurang memiliki kemampuan dalam menghadapi bahaya dibandingkan dengan orang tua. Faktor selanjutnya adalah *fear conditioning* (pengkondisian rasa

takut) yaitu pengkondisian sesuatu yang awalnya sama sekali tidak ditakuti menjadi sesuatu yang menakutkan bagi individu. Pengkondisian rasa takut ini dilakukan oleh orang dewasa kenada anak-anak (Goleman, 1995).

3.4 Anak Usia Dini

Anak usia dini merupakan tahap perkembangan anak yang sangat kompleks. Beberapa ahli mendefenisikan berbagai pengertian anak usia dini. Defenisi pertama anak usia dini adalah anak yang berusia nol tahun atau sejak lahir sampai berusia kurang lebih delapan tahun (0-8 tahun). Defenisi kedua menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 1 Butir 14 menyebutkan pendidikan anak usia dini adalah suatu upaya pembinaan yang ditujukan kepada anak sejak lahir sampai usia enam tahun yang dilakukan melalui pemberian rangsangan pendidikan untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan jasmani dan rohani agar anak memiliki kesiapan dalam memasuki pendidikan lanjutan. Dari dua defenisi ini ditarik kesimpulan bahwa anak usia dini adalah anak yang berusia nol sampai 6 atau 8 tahun yang mengalami pertumbuhan dan perkembangan jasmani dan rohani. Karakteristik anak usia dini adalah (1) bersifat egosentris naif; (2) relasi sosial yang primitif; (3) kesatuan jasmani dan rohani yang hampir tidak terpisahkan; dan (4) sikap hidup yang disiognomis (Kartini Kartono dalam Marsudi, 2006: 6).

Anak usia dini merupakan usia yang mempunyai beberapa karakteristik lainnya yaitu rasa ingin tahu yang besar, pribadi yang unik, suka berfantasi dan berimajinasi, merupakan masa yang potensial untuk belajar, menunjukkan egosentris, memiliki daya konsentrasi yang rendah, sebagai makhluk sosial dan sebagainya (Aisyah dkk., 2012).

3.5 Pembahasan

Anak usia dini merupakan masa golden age yang memiliki potensi yang luar biasa dalam perkembangan di setiap aspek perkembangan. Bencana alam menjadi momok yang menimbulkan traumatis pada anak usia dini. Traumatis anak usia dini jika tidak segera diidentifikasi dan diatasi tentu akan menjadi penghambat perkembangan potensi anak usia dini. Salah satu caranya adalah dengan implementasi konseling krisis dalam bentuk terapi bermain (*play therapy*).

Saputra dan Setianingrum (2016) menyatakan metode bermain adalah alat bagi konselor untuk menangani permasalahan anak melalui layanan konseling, termasuk dalam hal ini adalah masalah traumatis anak usia dini korban bencana alam. Dalam implementasi ini diintegrasikan dengan *sufi healing* dalam bentuk mendengarkan musik. Mendengarkan musik yang dimaksud adalah nada-nada yang indah dalam rangka mengagungkan Allah SWT.

Dalam hal ini, bacaan ayat suci Al-Quran, suara azan, dan zikir jahr yang dikategorikan sebagai terapi musik. Mendengarkan musik ini memberikan manfaat diantaranya (1) dapat menghilangkan sampah batin dan sekaligus dapat

melahirkan dampak penyaksian terhadap Allah di dalam hati; (2) dapat menguatkan hati dan cahaya rohani; (3) dapat melepaskan seorang sufi dari berbagai urusan yang bersifat lahir serta membuat seorang sufi cenderung untuk menerima cahaya dan rahasia-rahasia batin; (4) mendengarkan musik dapat menggembirakan hati dan roh; dan (5) menyebabkan ekstasi dan tertarik kepada Allah serta menampakkan rahasia-rahasia ketuhanan (Muhaya, 2003: 95-97).

Beberapa gagasan dan penelitian telah menunjukkan bahwa play therapy dapat digunakan untuk menurunkan traumatis anak usia dini pada situasi krisis pasca bencana. Penelitian yang dilakukan oleh Indriyani (2011) menyatakan bahwa *play therapy* merupakan teknik layanan konseling yang dapat digunakan untuk pembelajaran mitigasi bencana tanah longsor pada anak berkebutuhan khusus.

Play therapy sebagai salah satu bentuk konseling krisis yang diintegrasikan dengan sufi healing dapat disimpulkan menjadi salah satu usaha potensial untuk menurunkan traumatis pada anak usia dini korban bencana pada situasi krisis pasca bencana. Dalam pencapaian ini, perlu beberapa personal yang terlibat yaitu konselor, guru, orang tua, petugas lainnya, serta anak itu sendiri. Dalam pelaksanaannya akan lebih membantu jika menggunakan menggunakan media sehingga dapat meminimalisir traumatis yang terjadi pada anak usia dini pada situasi pasca bencana.

4. KESIMPULAN

Yang menjadi perhatian dalam penanganan anak usia dini pasca bencana adalah hal traumatis. Karena jika tidak diidentifikasi dan diatasi akan memperlambat tugas perkembangannya. Salah satunya dengan usaha konseling krisis dengan bentuk play therapy yang diintegrasikan dengan sufi healing. Harapannya dengan konseling krisis berbentuk *play therapy* yang terintegrasi dengan *sufi healing* dapat menurunkan traumatis anak usia dini korban bencana pada situasi krisis pasca bencana.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Muhaya. 2003. *Bersufi Melalui Musik sebuah Pembelaan Musik Sufi* oleh Ahmad Al Ghazali. Yogyakarta: Gamamedia, 95-97.
- Edi Purwanta. 2010. *Bimbingan Sebagai Layanan Psikologis bagi Anak yang Mengalami Trauma Healing*. Diklat Pendampingan Anak Berkebutuhan Khusus Korban Erupsi Merapi, 3-4.
- Goleman. 1995. *Emotional Intelegence*. New York: Bantam Book.
- Herman Nirwana. 2012. *Konseling Trauma Pasca Bencana*. Tadib. 15 (2), 124-126.
- Kinchin. 2007. *A Guide to Psychological Debriefing*. London: Jessica Kingsley Publisher.
- Latipun. 2014. *Pemulihan Trauma Berbasis Komunitas: Pengalaman Indonesia dalam Intervensi Trauma Masal*. Jurnal Sains dan Praktik Psikologi. 2 (3), 278-280.

- M. Amin Syukur. 2012. *Sufi Healing Terapi dengan Metode Tasawuf*. Jakarta: Erlangga, 20-25.
- M. Ulil Absor. 2011. *Penanganan Anak Dalam Masa Tanggap Darurat Bencana Alam: Tinjauan Konvensi Hak Anak dan Undang-Undang Perlindungan Anak*. Jurnal Dakwah. 11 (1), 17-20.
- Prima Suci Rohmadheny, dkk. 2016. *Layanan Konseling Krisis Bagi Anak Usia Dini Korban Bencana*. Prosiding Seminar Nasional Konseling Krisis Universitas Ahmad Dahlan, 10-16.
- Sri Banun Haksasi. 2010. *Konseling Krisis*. Semarang: Amanah, 9-10.
- William L. Getz. 1974. *Fundamentals of Crisis Counseling*. Michigan: Lexington Book, 15.

TINJAUAN IMBAL JASA LINGKUNGAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KAMPAR HULU (Studi Kasus di Kecamatan Bukit Barisan, Kabupaten Limapuluh Kota)

Desi Widia Kusuma

Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Sumatera Barat

Email : desiranawak@gmail.com

ABSTRACT

Floods and landslides are closely linked to the destruction of the Watershed River Basin (DAS). One of the watersheds that currently has been damaged and becomes a National Priority Basin is Kampar Watershed located in the Province of West Sumatra (Upstream DAS) and Riau Province (downstream DAS). Kampar River Degradation is caused by the conversion of forest in the upstream to agricultural / plantation areas without regard to land and air conservation rules characterized by land focus, erosion and sedimentation. The impact is that almost every year floods occur in the District Limapuluh Kota and even have reached some of Pekanbaru City. To reduce the damage to the watershed can be used the Payment Environmental Services (PES). This review was conducted to identify the environmental service providers and the parties involved and introduce policies / regulations. Study on the Implementation of the Month of February-March 2018 in Bukit Barisan District, Limapuluh Kota Regency. From the results of the study to obtain the results of air services in Nagari Mahat the existence of 10 Forest Farmers Group (KTH) and in Nagari Baruah Gunung there are 2 (two) KTH. The parties to be involved in the IJL are 23 parties with 6 (six) categories: service providers, service buyers, facilitators, builders, evaluators and supporters. To support the implementation of the PES, it is necessary to prepare several regional regulations on the Management of Environmental Services, the Establishment of Multi-stakeholder Institution of Environmental Services Management and the Regulation of Object, Tariff, Procedure of Payment and Administrative Sanction.

Keywords : Payment environmental services, Kampar Watershed River Basin, forest farmer group

ABSTRAK

Bencana banjir dan longsor sangat erat kaitannya dengan kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satu DAS yang saat ini telah mengalami kerusakan dan menjadi DAS prioritas nasional adalah DAS Kampar yang terletak di Provinsi Sumatera Barat (hulu DAS) dan Provinsi Riau (hilir DAS). Kerusakan DAS Kampar diakibatkan adanya alih fungsi hutan di daerah hulu menjadi pertanian/perkebunan tanpa memperhatikan kaidah konservasi tanah dan air yang ditandai dengan meningkatnya lahan kritis, erosi dan sedimentasi. Dampaknya adalah banjir yang hampir setiap tahun terjadi di Kabupaten Limapuluh Kota dan bahkan sudah mencapai sebagian Kota Pekanbaru. Untuk mengurangi kerusakan DAS dapat digunakan Imbal Jasa Lingkungan (IJL). Kajian

ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyedia jasa lingkungan dan para pihak yang terlibat serta identifikasi kebijakan/regulasi. Kajian dilaksanakan Bulan Februari-Maret 2018 di Kecamatan Bukit Barisan, Kabupaten Limapuluh Kota. Dari hasil kajian diperoleh hasil bahwa penyedia jasa penyediaan sumberdaya air di Nagari Mahat terdapat 10 Kelompok Tani Hutan (KTH) dan di Nagari Baruah Gunuang terdapat 2 (dua) KTH. Para pihak yang akan terlibat dalam IJL teridentifikasi sebanyak 23 pihak dengan 6 (enam) kategori yakni : penyedia jasa, pembeli jasa, intermedator/fasilitator, pembina, evaluator dan supporting. Untuk mendukung pelaksanaan IJL perlu dipersiapkan beberapa peraturan daerah tentang Pengelolaan Jasa Lingkungan, Pembentukan Institusi Multipihak Pengelolaan Jasa Lingkungan serta Peraturan Obyek, Tarif, Tata Cara Pembayaran dan Sanksi Administratif.

Kata Kunci : Imbal jasa lingkungan, DAS Kampar, kelompok tani hutan.

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kejadian bencana seperti banjir, longsor, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan dan lainnya sangat erat kaitannya dengan kerusakan lingkungan suatu daerah. Kunarso dkk (2017) menyatakan bahwa bencana banjir dan longsor dapat dipicu akibat perubahan penggunaan lahan yang berdampak pada perubahan tipe dan proporsi tutupan lahan dan selanjutnya akan mempengaruhi hidrologi suatu kawasan. Selanjutnya Pasha, R dkk (2010) menyatakan bahwa alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian di wilayah hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) akan menurunkan fungsi DAS sehingga memicu terjadinya bencana hidrologi seperti banjir dan tanah longsor.

Pengelolaan sumberdaya alam yang tidak optimal dalam suatu DAS dapat menimbulkan permasalahan seperti sedimentasi, penurunan muka air suatu waduk, sungai, atau danau serta bencana lingkungan seperti longsor, banjir dan kekeringan. Intervensi dan kebutuhan manusia dalam pemanfaatan sumber daya yang semakin meningkat membuat makin banyaknya DAS yang rusak dan kritis.(Yulia, Evi, 2009)

Salah satu DAS yang sudah mengalami kerusakan atau menurun fungsinya dan sering mengakibatkan banjir adalah DAS Kampar. Kondisi ini akibat dampak alih fungsi di daerah hulu yang tidak terkendali tanpa memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air sehingga terjadi peningkatan lahan kritis, erosi, sedimentasi, penurunan kualitas dan kuantitas air dan penurunan kesejahteraan masyarakat (P3E Sumatera, 2016). Wilayah DAS Kampar meliputi Provinsi Sumatera Barat dan Kepulauan Riau dengan luas DAS 2.559.652 Ha. Di wilayah Sumatera Barat, DAS Kampar meliputi 3 (tiga) kabupaten yakni : Pasaman, Limapuluh Kota dan Sijunjung.

DAS Kampar merupakan 108 DAS prioritas nasional berdasarkan SK Menteri Kehutanan No. 328 Tahun 2009 dikarenakan adanya 2 (dua) sub DAS di bagian

hulu DAS Kampar yakni Sub DAS Batang Mahat dan Sub DAS Batang Kapur yang mensupply air untuk pasokan listrik PLTA Koto Panjang. Disamping itu, kelestarian kedua sub DAS tersebut sangat berperan penting terhadap keselamatan wilayah hilir yaitu wilayah Kabupaten Kampar dan Indragiri Hilir serta tempat bergantungnya ekonomi masyarakat tani di sepanjang sub DAS.

Sub DAS Batang Mahat hulu yang terletak di Kabupaten Limapuluh Kota merupakan salah satu hulu DAS Kampar. Hasil penelitian Hidayat, F (2014) menyatakan bahwa sub DAS Batang Mahat hulu telah mengalami kerusakan yang ditandai dengan terjadinya penurunan penutupan hutan mulai tahun 1999-2010 yakni sebesar 23 % atau 2.752,6 ha (183,51 ha/tahun), namun kebun campuran meningkat sebesar 27 % atau 3.532,7 ha (294,39 ha/tahun). Akibat penurunan luas tutupan hutan adalah meningkatnya lahan kritis serta berkurangnya daya resapan air yang ditandai dengan meningkatnya koefisien aliran permukaan dari 40.5% menjadi 55.8%. Dampak lain adalah meningkatnya Koefisien Regim Sungai (KRS) dari 33.7% (1999-2002) menjadi 71.2% (2007-2010) dan meningkatnya erosi 97.36 ton/ha/th pada tahun 1995 menjadi 142.68 ton/ha/th pada tahun 2010. Kerusakan sub DAS Batang Mahat hulu telah menyebabkan terjadinya banjir hampir setiap tahun di Kabupaten Limapuluh Kota, melanda daerah yang tidak pernah banjir atau jarang terjadi banjir, bahkan banjir sudah mencapai sebagian Kota Pekanbaru.

Konsep Imbal Jasa Lingkungan (IJL) dapat diterapkan untuk mengurangi kerusakan lingkungan terutama di kawasan DAS dan sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat, (Napitupulu, DF., Asdak, C, Budiono, 2013). Disamping itu, IJL merupakan pendekatan inovatif dalam pengelolaan DAS dimana masyarakat di hulu DAS bertindak sebagai penyedia jasa lingkungan pengatur hidrologi DAS dan masyarakat luas yang memanfaatkan air sebagai pemanfaat jasa lingkungan (Pasha, R, dkk, 2010).

Penelitian mengenai Imbal Jasa Lingkungan (IJL) telah banyak dilakukan diantaranya adalah IJL di DAS Way Besay, Lampung melalui Program Peduli Sungai Masyarakat di Sub DAS Air Ringkih (hulu DAS Way Besay) melakukan penurunan sedimentasi sungai sebesar 30 % dalam waktu 1 (satu) tahun dan sebagai imbalannya PLTA Besai selaku pemanfaat jasa air memberikan mikrohidro senilai 20 juta rupiah.

Pelaksanaan IJL di DAS Kampar masih dalam tahap rencana inisiasi oleh Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Sumatera (P3ES). Pertemuan awal sudah dilaksanakan pada tanggal 16 November 2017 di Pekanbaru dengan mengundang stakeholder terkait dari Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Riau. Untuk mendukung IJL di DAS Kampar sangat dibutuhkan pengumpulan data dan informasi terkait dengan kondisi wilayah, isu-isu penting dan upaya pemecahannya, identifikasi penyedia, dan pembeli jasa lingkungan, para pihak yang terlibat, serta kapasitas kelembagaan dan kebijakan (Waage et al, 2008 dalam Luasiana, B, dkk 2017).

Beberapa komponen untuk mendukung IJL di DAS Kampar tersebut telah diidentifikasi oleh Hidayat, F (2014) di Sub DAS Batang Mahat hulu yakni jenis jasa lingkungan, nilai ekonomi ketersediaan sumberdaya air serta kemauan membayar (*Willingnes to Pay/WTP*) dari pembeli jasa, Adapun jasa lingkungan yang teridentifikasi adalah jasa penyediaan sumber daya air yang meliputi 4 (empat) kategori yakni : pertanian, Keramba Jaring Apung (KJA), wisata Waduk PLTA Koto Panjang dan Listrik Rumah Tangga. Selanjutnya juga telah dilakukan penghitungan terhadap nilai ekonomi ketersediaan sumberdaya air di sub DAS Batang Mahat yakni sebesar Rp.51.617.000.000,- dan kemauan membayar (*willingnes to pay/WTP*) sebesar Rp.2.340.216.000'-.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Yonariza, dkk, 2017 tentang peluang dan tantangan pembayaran jasa lingkungan untuk konservasi daerah tangkapan air (DTA) Waduk PLTA Koto Panjang. Penelitian dilakukan di Nagari Muaro Sungai Lolo, Kabupaten Pasaman yang juga merupakan hulu DAS Kampar. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa terdapat tantangan dalam pembayaran jasa lingkungan yakni masyarakat kurang mendapat manfaat dari jasa lingkungan dan rendahnya pengetahuan masyarakat terhadap jasa lingkungan. Namun masyarakat bersedia merubah praktek pertaniannya yang tidak memperhatikan kaidah konservasi tanah dan air apabila disediakan subsidi baik berupa teknologi maupun harga.

Kajian ini bertujuan untuk : 1) Mengidentifikasi penyedia jasa lingkungan di sub DAS Batang Mahat hulu dan para pihak yang terlibat dalam pelaksanaan IJL DAS Kampar, serta 2) Mengidentifikasi kebijakan/regulasi untuk mendukung IJL DAS Kampar.

2. METODE KAJIAN

2.1 Waktu dan Lokasi Kajian

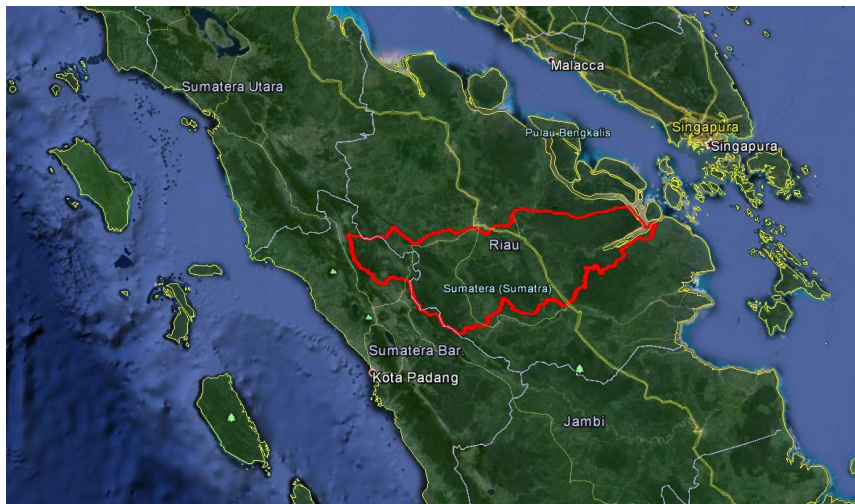
Kajian ini dilaksanakan pada Bulan Februari – Maret 2018 di Kecamatan Bukit Barisan, Kabupaten Limapuluh Kota menggunakan data primer hasil wawancara mendalam (*indepth interview*) dengan pihak Kecamatan Bukit Barisan, Dinas Tanaman Pangan Hortikultura Kabupaten Limapuluh Kota, Kuasa Pengelola Hutan Lindung (KPHL) Kabupaten Limapuluh Kota. Sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur review/penelusuran dokumen teknis ke Dinas Kehutanan Prov. Sumbar, P3E Sumatera, BP DAS Indragiri Rokan, serta penelusuran jurnal, skripsi, disertasi dan lain-lain. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum DAS Kampar

Di dalam dokumen Rencana Aksi Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan DAS Kampar tahun 2016, telah dijelaskan gambaran umum mengenai DAS Kampar dan permasalahan biofisik yang telah terjadi saat ini. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Kampar terbagi dalam 2 (dua) bagian yaitu bagian hulu di Provinsi Sumatera Barat yang meliputi Kabupaten Pasaman dan Kabupaten Limapuluh Kota. Sedangkan bagian hilir meliputi Kabupaten Kampar, Kabupaten Kuantan Singingi dan Kabupaten Pelalawan. DAS Kampar dengan luas 2.559.652 ha, sekitar 91% dari total luas DAS yang berjumlah 2.455.592,29 ha terletak di Provinsi Riau, sedangkan sisanya terletak di Provinsi Sumatera Barat. Walaupun luas DAS Kampar di Provinsi Sumatera Barat hanya sekitar 9% (seluas 229.240,76 ha), wilayah tersebut merupakan daerah hulu dari DAS Kampar, sangat mempengaruhi kondisi daerah tengah dan hilir. Adapun peta situasi DAS Kampar dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Sumber : BP DAS Indragiri Rokan, 2015

Gambar 1. Peta Situasi DAS Kampar

Sungai Kampar mempunyai 2 (dua) anak sungai besar yakni Sungai Kampar Kanan dan Sungai Kampar Kiri. Sungai Kampar Kanan dimulai dari Sungai Lolo di Kabupaten Pasaman. Sungai Batang Kampar hulu dan Sungai Lol bertemu di Desa Sungai Lolo menjadi Batang Kampar dan bertemu dengan Sungai Kapur Nan Gadang dan Sungai Mahat di sebelah hulu Waduk Kotopanjang. Sungai Batang Mahat, Sungai Batang Pinawan dan Sungai Batang Nenan berhulu di Kecamatan Bukit Barisan Kabupaten Lima Puluh Kota dan bermuara Batang Kampar di Kecamatan Pangkalan Koto Baru. Yang termasuk DAS Kampar Kanan atau Batang Kampar hulu dengan luas 188.616 ha meliputi beberapa kecamatan di Kabupaten Limapuluh Kota yakni : Kecamatan Bukit Barisan, Gunung Omeh, Kapur IX dan Pangkalan Koto Baru.

Beberapa permasalahan biofisik pada DAS Kampar antara lain : 1) terjadinya alih fungsi lahan menjadi areal perkebunan, 2) *illegal logging*, 3) banjir dan longsor, 4) tingginya sedimentasi dan erosi, 5) meluasnya lahan kritis (lahan kritis pada wilayah DAS Kampar Kanan Hulu seluas 75.736 ha yang terbagi dalam tiga kecamatan di Kabupaten Lima Puluh Kota yakni :Kecamatan Bukit Barisan, Kapur IX dan Kecamatan Pangkalan Koto Baru), 6) penurunan kualitas air sungai, dan

lain-lain. Adapun penyebab utama Kerusakan DAS Kampar tersebut diakibatkan adanya alih fungsi hutan di daerah hulu menjadi pertanian/perkebunan tanpa memperhatikan kaidah konservasi tanah dan air.

3.2 Gambaran Umum Kecamatan Bukit Barisan

Kecamatan Bukit Barisan merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Limapuluh Kota memiliki luas daerah 294,20 km² dengan ketinggian dari permukaan laut yakni 550,20 km. Adapun batas administrasi Kecamatan Bukit Barisan, Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Kapur IX dan Pangkalan Koto Baru, Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Suliki dan Gunung Omeh, Sebelah Barat dengan Kabupaten Pasaman dan Sebelah Timur dengan Kecamatan Guguk dan Mungka.

Kecamatan Bukit barisan memiliki 5 (lima) nagari yakni : Banja Loweh, Koto Tengah, Mahat, Sungai Naniang dan Baruah Gunuang. Nagari Mahat memiliki luas da10erah 122,06 km², terdiri dari 12 jorong yakni : Koto Gadang, Sopan Tanah, Bungo Tanjung, Aur Duri, Ampang Gadang I, Ampang Gadang II, Ronah, Sopan Gadang, Koto Tinggi I, Koto Tinggi II, Koto Tinggi III dan Nenan. Pada tahun 2016, jumlah penduduk Nagari Mahat yakni 9.652 jiwa yang terdiri dari 4.842 jiwa laki-laki dan 4.810 jiwa perempuan. Dari 5 (lima) nagari yang ada di Kecamatan Bukit Barisan, Nagari Mahat memiliki jumlah penduduk terbanyak dengan kepadatan penduduk 79/km². Jarak ke Kecamatan Bukit Barisan adalah 18 km dan jarak ke Ibu Kota Kabupaten yakni 52 km.

Komoditi perkebunan rakyat yang paling banyak diusahakan di Nagari Mahat adalah gambir dengan total produksi pada tahun 2015 adalah 1.704 ton (Kecamatan Bukit Barisan, 2017)

Nagari Baruah Gunung memiliki luas 67,78 km² dan terdiri dari 10 jorong yakni : Baruah Gunuang I, Baruah Gunuang II, Banda Raik, Bigau, Pauh, Tabek gadang, Kubu Baru, Padang Tengah, Bukik Kambuik dan Porontian Kubu Baru. Pada tahun 2016, jumlah penduduk di Nagari Baruah Gunung adalah 4.327 jiwa yang terdiri dari 2.098 jiwa laki-laki dan 2.229 jiwa perempuan dan memiliki kepadatan penduduk 64/km².

Sektor perkebunan di Kecamatan Bukit Barisan didominasi oleh gambir yang ditanam pada kawasan perbukitan dengan kemiringan relatif tinggi bahkan sampai merambah ke hutan lindung. Kondisi ini berdampak pada kerusakan ekosistem dan keseimbangan neraca air, sehingga terjadi defisit air selama dekade terakhir ini dan telah mengganggu keberlanjutan fungsi dan peran waduk Koto Panjang. (P3E Sumatera, 2016). Hidayat, F.(2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa DAS Mahat hulu merupakan salah satu sentra produksi gambir (*Uncaria gambir Roxb*). dan merupakan mata pencaharian utama masyarakat sepanjang DAS Mahat.

3.3 Gambaran Umum Sub DAS Batang Mahat Hulu

Sub DAS Batang Mahat memiliki panjang 76,22 km dengan luas 28.535.49 ha dan melalui 2 (dua) kecamatan yakni Bukit Barisan dan Pangkalan Koto Baru (BPS Kabupaten Limapuluh Kota, 2017). Sub DAS Batang Mahat berada pada posisi pada 0005'25" - 0004'33" Lintang Selatan, dan 100029'10" - 100034'19" Bujur Timur meliputi 2 (dua) Kenagarian, yaitu Kenagarian Baruh Gunung dan Kenagarian Mahat. Secara administratif batas DAS Mahat Hulu adalah Kecamatan Kapur IX dan Kecamatan Pangkalan Koto Baru di sebelah Utara, Kecamatan Guguk dan Kecamatan Suliki Gunung Mas di sebelah Selatan, Kecamatan Guguk dan Kecamatan Pangkalan Koto Baru di sebelah Timur, dan Kecamatan Agam di sebelah Barat (Hidayat. F, 2014).

Permasalahan di sub DAS Batang Mahat hulu dan Upaya Pengelolaannya

Hidayat, F (2014), Rusman, B (2017) telah melakukan identifikasi permasalahan yang ada di Sub DAS Mahat yakni : terjadinya penurunan penutupan hutan mulai tahun 1999-2010 yakni sebesar 23 % atau 2.752, 6 ha (183,51 ha/tahun), namun kebun campuran meningkat sebesar 27 % atau 3.532,7 ha (294,39 ha/tahun). Akibat penurunan luas tutupan hutan adalah meningkatnya lahan kritis serta berkurangnya daya resapan air yang ditandai dengan meningkatnya koefisien aliran permukaan dari 40.5% menjadi 55.8%. Dampak lain adalah meningkatnya Koefisien Regim Sungai (KRS) dari 33.7% (1999-2002) menjadi 71.2% (2007-2010) dan meningkatnya erosi 97.36 ton/ha/th pada tahun 1995 menjadi 142.68 ton/ha/th pada tahun 2010. Tabel 1 berikut memperlihatkan luasan lahan kritis di Kecamatan Bukit Barisan dan Gambar 2 memperlihatkan lokasi lahan kritis di sub DAS Batang Mahat.

Tabel 1. Luas Lahan Kritis di Kecamatan Bukit Barisan

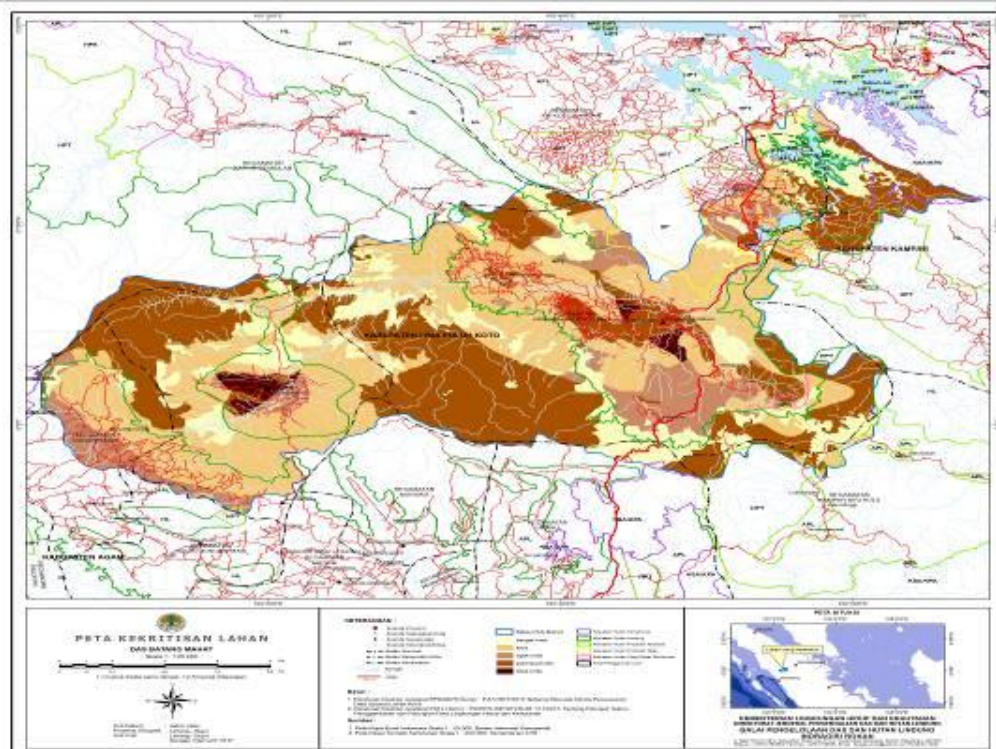
Fungsi Kawasan	Lahan Kritis (ha)					Total
	Tidak Kritis	Potensial Kritis	Agak Kritis	Kritis	Sangat Kritis	
KSA/KPA						
HL	-	5.328,792	20,755	6.245,703	2.337,429	13.932,679
HPT	-	-	0	35,304	-	35,304
HP		-	-	-	-	-
HPK		-	-	-	-	-
APL	873,327	378,164	1.427,804	6.417,358	705,332	9.799,985
TUBUH AIR		-		-	-	
Total	873,327	5.706,956	1.448,559	12.98,365	3.042,761	23.767,968

Sumber : Data diolah, 2018

Keterangan : Data Tahun 2013 dari BP DAS Indragiri Rokan.

KSA/KPA : Kawasan Suaka Alam/Kawasan Pelestarian Alam, HL : Hutan Lindung

HPT : Hutan Produksi Terbatas, HP : Hutan Produksi, HPK : Hutan Produksi yang Dapat Dikonversi
APL : Area Penggunaan Lain



Sumber : BP DAS Indragiri Rokan, 2018

Gambar 2. Peta Lahan Kritis Sub DAS Batang Mahat

Dari Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa lahan kritis di Kecamatan Bukit Barisan cukup luas yakni 23.767,968 ha. Lahan kritis paling banyak berada di hutan lindung yakni sebesar 13.932,679 ha disusul selanjutnya di Area Penggunaan Lain (APL) yakni seluas 9.799,965 ha. Banyaknya lahan kritis yang berada di hutan lindung di Kecamatan Bukit Barisan ini adalah akibat pembukaan lahan oleh masyarakat untuk kegiatan perkebunan terutama komoditas gambir yang ditanam pada kawasan perbukitan dengan kemiringan relatif tinggi bahkan sampai merambah ke hutan lindung. Kondisi ini berdampak pada kerusakan ekosistem dan keseimbangan neraca air.

Besarnya nilai sumberdaya air di sub DAS Batang Mahat hulu yakni Rp.51.617.000.000,- perlu mendapat perhatian dari berbagai pihak agar dapat dilestarikan. Berbagai upaya telah dilakukan oleh instansi terkait yakni :BP DAS Agam Kuantan, Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat dan Pemerintah Daerah Kabupaten Limapuluh Kota untuk mengatasi permasalahan lingkungan, lahan dan hutan di Sub DAS Batang Mahat namun belum memberikan hasil yang optimal. Upaya yang dilakukan melalui program-program penyelamatan lahan dan hutan dengan program Inspres Penghijauan dan Reboisasi, Gerakan Nasional

Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL), namun dampaknya secara ekologis belum lagi memperlihatkan keberhasilan. Hal ini dibuktikan dengan laju sedimentasi, laju erosi masih tinggi dan keseimbangan tata air dalam wilayah Sub DAS Batang Mahat yang ditandai dengan besarnya perbedaan debit sungai antara musim hujan dengan musim kemarau (BP DAS Indragiri Rokan, 2010).

Agar usaha yang dilakukan dapat berdaya guna dan optimal Rusman, B, (2017) menyampaikan beberapa upaya dalam pengelolaan sub DAS Mahat ke depannya yakni :1) Pada lahan kritis dan agak kritis perlu dilakukan program usaha tani konservasi dan agroforestry, 2) Pada lahan yang miring atau berlereng perlu diterapkan metode konservasi tanah, vegetatif dan sipil teknis sesuai tingkat kelerengannya, 3) Pada lahan dengan kemiringan > 40 % harus dijadikan kawasan lindung dan tidak boleh dijadikan Area Penggunaan Lain (APL). Disamping itu, Hidayat, F, (2014) menambahkan upaya lain dalam pengelolaan sub DAS Batang Mahat yakni dengan meningkatkan kesejahteraan petani melalui usaha tani terpadu, diversifikasi usaha tani seperti kebun campuran, tanaman pangan, peternakan dan perikanan yang berteknologi.

3.4 Jasa Lingkungan, Imbal Jasa Lingkungan dan Penyedia Jasa Lingkungan

Jasa lingkungan adalah manfaat yang diperoleh masyarakat dari hubungan timbal-balik yang dinamis yang terjadi di dalam lingkungan hidup, antara tumbuhan, binatang, dan jasa renik dan lingkungan non-hayati. Beberapa jasa lingkungan yang ada antara lain : 1) Jasa penyediaan (air, pangan, bahan bakar, serat), 2). Jasa pengaturan (iklim, banjir, penjernihan air, penyakit), 3) Jasa penunjang (pendauran hara, pembentukan tanah, produksi primer), 4) Jasa budaya (keindahan, rohani, pendidikan dan hiburan). (UN-ESCAPE, 2009)

Selanjutnya ESP-USAID (2006) dalam Riska, Y.(2013) menyatakan bahwa fungsi hutan sebagai penyedia jasa lingkungan terkait dengan air antara lain : memperbaiki kualitas air dengan mengurangi sedimentasi dan erosi, mengatur aliran dan supply air melalui kemampuan penyerapan, menyimpan air bawah tanah, serta mencegah dan mengurangi bencana banjir dan kekeringan. Wunder, S (2005) dalam Fatimah, S (2016) menyebutkan bahwa hutan atau kawasan konservasi dapat menyediakan produk jasa lingkungan berupa : 1) Penyerap dan penyimpan karbon (*carbon sequestration and storage*), 2) Perlindungan keanekaragaman hayati (*biodiversity protection*), 3) Perlindungan Daerah Aliran Sungai (*watershed protection*) dan 4) Keindahan bentang alam (*landscape beauty*).

UN-ESCAP (2009) mendefinisikan Imbal Jasa Lingkungan (IJL) sebagai transaksi sukarela untuk jasa lingkungan yang telah didefinisikan secara jelas (atau penggunaan lahan yang dapat menjamin jasa tersebut), dibeli oleh sedikitnya dari seorang pembeli jasa lingkungan dan sedikitnya seorang penyedia jasa lingkungan jika penyedia jasa lingkungan memenuhi persyaratan dalam perjanjian dan menjamin penyediaan jasa lingkungan .

Pelaksanaan IJL meliputi 4 (empat) tahapan/skema sebagaimana yang diajukan oleh Waage et al (2008) dalam Lusiana, B, dkk (2017) yakni : 1) identifikasi prospek jasa lingkungan, potensi penyedia jasa dan pembeli jasa lingkungan, 2) meneliti kapasitas kelembagaan dan kemampuan teknis penyedia dan pembeli serta pengembangan skema, 3) merancang perjanjian yang tepat serta 4) pelaksanaan dan pemantauan (*monitoring*). Tahap 1 dan 2 merupakan pengumpulan data (*scoping*) terkait kondisi wilayah, isu-isu penting dan upaya pemecahannya, Identifikasi penyedia, dan pembeli jasa lingkungan, para pihak yang terlibat, dan kapasitas kelembagaan serta kebijakan.

Salah satu pelaksanaan IJL yang dapat dicontoh adalah skema imbal jasa lingkungan yang dilakukan di DAS Cidanau. DAS Cidanau seluas 22.620 ha terletak di Provinsi Banten, meliputi Kabupaten Serang dan Kabupaten Pandeglang. Dalam skema IJL di DAS Cidanau, kriteria lahan yang akan dikelola oleh kelompok tani sebagai penyedia jasa adalah : 1) Bukan merupakan kawasan Perhutani dan hutan konservasi, 2) Kemiringan lereng di atas 15 %, 3) Berada di ketinggian 200 m di atas permukaan laut (m dpl), 4).Bukan kawasan sawah atau pemukiman, 5) Kawasan hulu DAS Cidanau, 6) Luasan di atas 50 ha per wilayah administrasi desa. Kelompok tani hutan berkewajiban mempertahankan tegakan tanaman sebanyak 500 batang/ha, mengoptimalkan penggunaan lahan dengan menanam komoditas dengan nilai ekonomi tinggi dan mengurangi sedimen (Forum Komunikasi DAS Cidanau, 2017).

3.5 Identifikasi Penyedia Jasa Lingkungan di Sub DAS Batang Mahat

Jasa lingkungan yang sudah diidentifikasi di sub DAS Batang Mahat oleh Hidayat, F (2014) adalah jasa penyediaan sumber daya air yang meliputi 4 (empat) kategori antara lain : 1) Pertanian padi sawah, 2) wisata waduk PLTA Koto Panjang, 3) Keramba Jaring Apung (KJA) dan 4) Listrik Rumah Tangga. Selanjutnya juga telah dilakukan penghitungan terhadap nilai ekonomi ketersediaan sumberdaya air di sub DAS Batang Mahat yakni sebesar Rp.51.617.000.000,- dan kemauan membayar (*willingnes to pay/WTP*) sebesar Rp.2.340.216.000'-.

Tata guna lahan yang ada di kawasan sub DAS Batang Mahat didominasi oleh hutan, terutama hutan lindung sehingga yang menjadi penyedia jasa adalah Kelompok Tani Hutan (KTH) yang berada di sekitar kawasan sub DAS Batang Mahat. Sampai saat ini, terdapat 10 KTH yang berada di Nagari Mahat dengan komoditas padi, pinang dan gambir dengan luas lahan berkisar antara 30-56,75 ha dan jumlah anggota rata-rata 20 orang. Sedangkan di Nagari Baruah Gunuang, terdapat 2 (dua) KTH dengan komoditas padi dengan luas lahan 5 dan 7 ha dan jumlah anggota 15 dan 21 orang. Berdasarkan data dari Dinas Kehutanan Prov. Sumbar, sampai tahun 2018 ini hanya ada 1 (satu) Lembaga Pengelola Hutan Nagari (LHPN) di Nagari Baruah Gunuang dan saat ini sedang dalam proses pengusulan ke Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dengan luas hutan

2.106 ha. Sedangkan di Nagari Mahat belum ada LHPN. Adapun penyedia jasa tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kelompok Tani Hutan di Nagari Mahat dan Nagari Baruah Gunuang

No.	Nama Kelompok Tani	Komoditas	Luas lahan (Ha)	Jumlah Anggota
Nagari Mahat				
1.	Sinar Harapan	Padi, pinang	44,5	20
2.	Bandar Kubu	Padi, pinang	36	20
3.	Lestari			
4.	Tunas Harapan	Padi, gambir, kakao	24	20
5.	Beringin Jaya	Sawah	15,5	20
6.	Suka Damai	Padi, gambir	45,75	20
7.	Kayu Cupang Saiyo	Padi, pinang	56,75	20
8.	Embun Pagi	Padi, gambir	34	20
9.	Marongiang Sakato	Padi, gambir	30	20
10.	Minang Saiyo	Padi, pinang	30,5	20
Nagari Baruah Gunuang				
1.	Venus	Padi	7	21
2.	Karya Abadi	Padi	5	15

Sumber : Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan serta Kuasa Pengelola Hutan Lindung (KPHL) Kabupaten Limapuluh Kota

3.6 Identifikasi Para Pihak yang Akan Terlibat dalam IJL di DAS Kampar

Stakeholders (para pihak) adalah keseluruhan aktor atau kelompok yang mempengaruhi atau dipengaruhi oleh keputusan, kebijakan dan penerapan sebuah proyek. Identifikasi terhadap para pihak ini sangat penting salah satunya untuk mengetahui prioritas individu atau kelompok dalam hak keterlibatan pengambilan keputusan atau kebijakan (Groenendijk, 2003 dan Reed et al, 2009 dalam Sriani, N, 2012). Berkaitan dengan DAS, para pihak dapat didefinisikan sebagai aktor yang mempengaruhi dan dipengaruhi oleh pelaksanaan pengelolaan DAS, termasuk yang memperoleh manfaat dan menanggung biaya pengelolaan DAS (Hidayat, F, 2014).

Para pihak yang diharapkan terlibat dalam pelaksanaan IJL di DAS Kampar adalah hasil analisis sementara. Ke depannya tidak tertutup kemungkinan jumlah para pihak yang terlibat akan bertambah karena DAS Kampar dilalui oleh 2 (provinsi) dan 5 (lima) kabupaten. Adapun para pihak yang terlibat dalam IJL di DAS Kampar dapat dilihat sebagaimana Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Para Pihak serta Kontribusi yang diharapkan dalam Pelaksanaan IJL di DAS Kampar

No.	Klasifikasi Para Pihak	Stakeholder/Par Pihak	Kontribusi/Peran yang Diharapkan dalam IJL
1.	Penyedia jasa lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> Kelompok Tani Hutan di Nagari Mahat, dan Baruah Gunuang 	<ul style="list-style-type: none"> Ikut serta dalam penentuan masalah DAS dan solusinya. Ikut serta melakukan penurunan sedimentasi dan erosi dengan melakukan penanaman sesuai KTA di lahan kritis Ikut serta menentukan nilai kontrak
2.	Pemanfaat /pembeli jasa lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> PLTA Koto Panjang PT. Perkebunan Nusantara VI Perusahaan Budidaya Ikan Perusahaan bergerak di bidang Pariwisata Petani pemakai air irigasi 	<ul style="list-style-type: none"> Ikut serta menentukan nilai kontrak Memberikan dana operasional/memberikan kompensasi Ikut serta dalam Tim Evaluator
3.	Intermediator/Fasilitator	<ul style="list-style-type: none"> Forum DAS Sumatera Barat LSM WARSI Universitas Andalas Uninersitas Muhammadiyah Sumatera Barat 	<ul style="list-style-type: none"> Penentuan cakupan lokasi Melakukan analisis para pihak yang terlibat Memfasilitasi negosiasi antara penyedia dan pembeli jasa Memfasilitasi pembentukan kontrak kerjasama Melakukan pendampingan kepada penyedia jasa selama proses IJL Ikut serta dalam Tim Evaluator
4.	Pembina	<ul style="list-style-type: none"> Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Sumatera (P3ES) Pemerintah Kecamatan Bukit Barisan 	<ul style="list-style-type: none"> Membantu terlaksananya kerjasama antara penyedia dan pembeli jasa Memberikan dorongan dan bantuan kepada masyarakat dalam pelaksanaan IJL

5.	Evaluator	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dinas Kehutan Prov. Sumbar ▪ Perwakilan PLN ▪ Forum DAS Sumbar ▪ Forum DAS Riau ▪ PLTA Koto Panjang ▪ PT. Perkebunan Nusantara VI ▪ Perusahaan Budidaya Ikan dan Jasa Pariwisata 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengelola hutan dan perlindungan kawasan ▪ Melakukan pemantauan dan evaluasi per semester mencakup :realisasi kegiatan dan kelembagaan ▪ Melakukan penentuan dan analisa sedimen di awal (base line) dan akhir kegiatan
6.	Supporting	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BP DAS Indragiri Rokan BP DAS Indragiri Rokan ▪ Dinas Pertanian, Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Sumbar ▪ Dinas Pertanian, Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Limapuluh Kota ▪ Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumbar ▪ Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Limapuluh Kota ▪ Kuasa Pengelola Hutan Lindung (KPHL) Kabupaten Limapuluh Kota ▪ Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sumatera Barat ▪ Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Limapuluh Kota 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengelola DAS/Sub DAS ▪ Pendampingan budidaya tanaman pertanian, perkebunan ▪ Pendampingan budidaya tanaman pertanian, perkebunan ▪ Konservasi DAS/Sub DAS ▪ Konservasi DAS/sub DAS ▪ Pengelola hutan lindung ▪ Pendampingan budidaya ikan air tawar ▪ Pendampingan budidaya ikan air tawar

Sumber : Hasil Analisis, dimodifikasi dari Pasha, R dkk (2010)

3.7 Kebijakan yang Mendukung Imbal Jasa Lingkungan

Arifin, B (2005) dalam Yonariza, dkk (2017) menyatakan bahwa kurangnya kerangka hukum/peraturan yang mendukung IJL merupakan salah satu kendala dalam pelaksanaan IJL disamping lemahnya kapasitas kelembagaan, kurangnya sumberdaya keuangan dan terbatasnya minat dan komitmen masyarakat. Sampai saat belum ada payung hukum baik di tingkat pusat maupun di tingkat daerah (provinsi, kabupaten/kota) terkait Imbal Jasa Lingkungan (IJL) Di tingkat nasional, IJL hanya sekilas dikaitkan dengan aspek pengelolaan lingkungan hidup terkait kehutanan serta konservasi tanah dan air, tidak mengkaji aspek dan skema IJL secara menyeluruh. Sriani, N (2012) telah mengidentifikasi beberapa peraturan yang terkait dengan IJL antara lain :

1. Undang Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumberdaya Air

2. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
3. Undang-Undang No. 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air
4. Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
5. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 13 Tahun 2006 tentang Pedoman Pengelolaan Keuangan Daerah
6. Undang Undang Nomor 34 Tahun 2000 tentang Perubahan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1997 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah
7. Peraturan Daerah tentang Pajak Pengambilan dan Pemanfaatan Air Bawah Tanah dan Air Permukaan
8. Keputusan Menteri Badan Usaha Milik Negara Nomor Kep-236/mbu/2003 Tentang Program Kemitraan Badan Usaha Milik Negara dengan Usaha Kecil dan Program Bina Lingkungan
9. Keputusan Menteri Energi dan Sumber daya Mineral Nomor: 1451/K/10/Mem/2000 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Tugas Pemerintahan di Bidang Pengelolaan Air Bawah Tanah.

Disamping peraturan-peraturan tersebut di atas, Pada tahun 2017 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah menerbitkan Peraturan Pemerintah No. 46 Tahun 2017 tentang Instrumen Ekonomi Lingkungan Hidup, yang salah satu substansinya mengatur tentang pajak pusat dan daerah terhadap air tanah dan air permukaan yang sesuai dengan kriteria dampak lingkungan hidup. Berdasarkan pengalaman pelaksanaan IJL di DAS Jangkok yang terletak di Kabupaten Lombok Barat dan Kota Mataram, beberapa peraturan daerah yang harus disiapkan untuk mendukung pelaksanaan IJL di DAS Kampar yakni :

1. Pengelolaan Jasa Lingkungan, yang akan memberikan arahan dan kebijakan terhadap rancangan Implementasi Pembayaran Jasa Lingkungan.
2. Pembentukan Institusi Multipihak Pengelolaan Jasa Lingkungan.
3. Obyek, Tarif, Tata Cara Pembayaran dan Sanksi Administratif.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan :

Dari hasil kajian, dapat disimpulkan :

1. Penyedia Jasa Lingkungan di Sub DAS Batang Mahat yang teridentifikasi yakni 10 Kelompok Tani Hutan (KTH) yang berada di Nagari Mahat dan 2 (dua) KTH di Nagari baruah Gunuang yang nantinya akan melakukan pengelolaan lahan kritis untuk

mengurangi erosi dan sedimentasi melalui penanaman sesuai Konservasi Tanah dan Air (KTA).

2. Beberapa pihak yang akan terlibat dalam IJL di DAS Kampar teridentifikasi sebanyak 23 pihak dengan 6 (enam) kategori: penyedia jasa, pembeli jasa, intermediasor/fasilitator, pembina, evaluator dan supporting.
3. Sampai saat ini, belum ada kebijakan/regulasi daerah yang mendukung pelaksanaan Imbal Jasa Lingkungan.

Rekomendasi:

Untuk mendukung Imbal Jasa Lingkungan pada DAS Kampar diperlukan kajian lanjutan terkait:

1. Kemauan menerima (*willingnes to accept/ WTA*) dari penyedia jasa lingkungan di sub DAS Batang Mahat hulu.
2. Penyusunan skema pembayaran jasa lingkungan (pengkajian baseline penurunan erosi dan sedimentasi, nilai kontrak).
3. Penyusunan Peraturan Daerah terkait Pengelolaan Jasa Lingkungan, Pembentukan Institusi Multipihak Pengelolaan Jasa Lingkungan serta Obyek, Tarif, Tata Cara Pembayaran dan Sanksi Adminstratif.
4. Kajian yang sama tentang Imbal Jasa Lingkungan juga dilakukan di Kabupaten Pasaman sebagai hulu DAS Kampar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Kunarso, Adi dkk. 2017. *Perubahan Penggunaan Lahan dan Faktor yang Mempengaruhinya di Hulu DAS Musi Sumatera Selatan*. Prosiding Nasional Pengelolaan DAS Terpadu, LPPM Universitas Riau. hal : 7
- Rusman, Bujang, 2017 dkk. *Karakteristik Biofisik Daya Dukung DAS Kampar Hulu dan Upaya Pengelolaannya Untuk Keberlanjutan Waduk PLTA Koto Panjang*. Prosiding Seminar Pengelolaan DAS Terpadu. LPPM Universitas Riau. hal : 108
- Yonariza, Mahdi, Andini, BV. 2017. *Peluang dan Tantangan Pembayaran Jasa Lingkungan untuk Konservasi Daerah Tangkapan Air (DTA) PLTA Koto Panjang*. Prosiding Seminar Pengelolaan DAS Terpadu. LPPM Universitas Riau. hal : 557-558.
- Forum Komunikasi DAS Cidanau. 2017. *Implementasi Pengelolaan Terpadu DAS dan Jasa Lingkungan DAS Cidanau*. Disampaikan pada pertemuan Rencana Inisiasi Imbal Jasa Lingkungan DAS Kampar di Pekanbaru tanggal 16 November 2017
- Lusiana B, Tanika L, Amaruzaman S, Leimona B. 2017. *Potensi dan Tantangan dalam Pengembangan Skema ko-Investasi Jasa Lingkungan di Kabupaten Buol, Indonesia*. Working Paper 254. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. hal : 2
- Fatimah, S., 2016. *Analisis Kesiediaan Menerima (WTA) sebagai Proksi Pembayaran Jasa Lingkungan Air di Pekon Datar Lebuoy di Kecamatan Air Naningan, Kabupaten*

Tanggamus. Skripsi. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. hal :7-8

- Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion (P3E) Sumatera. 2016. *Dokumen Rencana Aksi Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan DAS Kampar*. Bab II hal :1-36.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Limapuluh Kota. Kecamatan Bukit Barisan dalam Angka, 2016
- Hidayat, F., 2014. *Optimalisasi Penggunaan Lahan untuk Pengembangan Sumberdaya Air DAS Mahat Hulu di Kabupaten Limapuluh Kota Sumatera Barat*. Disertasi Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Napitupulu, DF., Asdak, C., Budiono 2013. *Mekanisme Imbal Jasa Lingkungan di Sub DAS Cikapundung (Studi Kasus pada Desa Cikole dan Desa Suntenjaya Kabupaten Bandung Barat*. Jurnal Ilmu Lingkungan. Progam Pasca Sarjana Universitas Diponegoro- Semarang . 11 (2) : 74.
- Riska, Y., Bambang, AN., Budiyo. 2013. *Identifikasi Pemanfaatan Jasa Lingkungan Air di KSA/KPA Merapi Provinsi Sumatera Barat*.hal : 601-602.
- Sriani, N., 2012. *Kajian Mekanisme Pembayaran Jasa Lingkungan Penyediaan Sumberdaya Air (Studi Kasus di Kabupaten Lombok Barat dan Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat)*. Skripsi Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Hal : 9, 24-44.
- BP DAS Indragiri Rokan. 2010. *Rencana Pengelolaan DAS Terpadu DTA Waduk Koto Panjang Provinsi Sumatera Barat*.hal : 1-4.
- Pasha R, Asmawan T, Leimona B, Setiawan E, Wijaya CI. 2010. *Komoditisasi atau Koinvestasi Jasa Lingkungan? Skema Imbal Jasa Lingkungan Program Peduli Sungai di DAS Way Besai, Lampung, Indonesia*. ICRAF Working Paper nr 104. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA
- Regional Office. Hal : 1-2, 12-14.
- Ramdan.H, 2010. *Kontribusi dan Kerjasama Para Pihak dalam Pemanfaatan Jasa Lingkungan di Hutan Konservasi*. Makalah utama disampaikan pada Workshop Kontribusi dan Kerjasama Para Pihak dalam Pemanfaatan Jasa Lingkungan di Hutan Konservasi, Balai KSDA Jawa Barat, 28 Juli 2010.
- United Nations ESCAP. 2009. *Kebijakan Sosial Ekonomi Inovatif Untuk Meningkatkan Kinerja Lingkungan : Imbal Jasa Lingkungan*. hal : 7
- Strategi Pengembangan Pembayaran dan Imbal Jasa Lingkungan di Indonesia. Laporan Lokakarya Nasional, Jakarta, 14-15 Februari 2005. Kerjasama RUPES, LP3ES, Bappenas, WWF-Indonesia dengan dukungan Ford Foundation. hal : 5
- Yulia, Evi. 2009. *Multifungsi Imbal Jasa Lingkungan Sebagai Pengatur Tata Air*. *Prosiding Prioritas Kebijakan Penelitian dan Pengembangan Bidang Prasarana Wilayah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Jawa Tengah 2008-2013. hal : 202.

PEMETAAN KERENTANAN KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PADA WILAYAH NON-GAMBUT

Seniarwan¹, Muhammad Munawir Syarif², Syahrul³, Ridwan Yunus⁴

¹DRR Indonesia, Jl. Cakrawijaya IX, H43 Cipinang Muara, Jakarta Timur, Jakarta 13420,
Email: seniarwan@gmail.com

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip
Sumoharjo Km.5, Makassar 90231
Email: munawir.syarif@umi.ac.id

³Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Muhammadiyah
Maros, Jl. Dr. Ratulangi No 62 Maros, 90511
Email: syahrulbelantara@gmail.com

⁴Tim Asistensi Nasional, BNPB, Graha BNPB Building, Jl. Pramuka Kav. 38, Jakarta Timur,
10150, Indonesia
Email: ridwan0207@gmail.com

ABSTRACT

The aims of this research was to produce forest and land fire susceptibility index map conducted by statistical approach using frequency ratio method in non-peatland area in East Luwu Regency, South Sulawesi Province. The burned area data was obtained as secondary data and used as a dependent variable. Factors considered to be triggers of forest and land fires consist of topography, human activity factors, climatological factors, and government policy factors. Each factor was derived into independent variables that are extracted and obtained from various spatial database sources. The results showed that the most influential variables on the cause of forest and land fires in East Luwu Regency were slope, land cover, and distance from the road. Validation results based on the calculation value of area under curve (AUC) between the number of cumulative burn areas at the prediction rate and the success rate of the model to the mapping index value, are 79.09% and 68.94%, respectively. From these results, the process of compiling and outputting forest and land fire susceptibility maps was acceptable and valid.

Keywords : Forest and land fire, Mapping, Susceptibility Index, Frequency ratio, Non-peatland, East Luwu

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat peta indeks kerentanan kebakaran hutan dan lahan yang dilakukan dengan pendekatan statistik menggunakan metode rasio frekuensi pada wilayah non-gambut di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Data area terbakar diperoleh sebagai data sekunder dan digunakan sebagai variabel tidak bebas. Faktor-faktor yang dianggap menjadi pendorong terjadinya kebakaran hutan dan lahan terdiri dari faktor

topografi, faktor aktivitas manusia, faktor klimatologi, dan faktor kebijakan pemerintah. Masing-masing faktor diturunkan menjadi variabel bebas yang diekstraksi dan diperoleh dari berbagai sumber database spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Luwu Timur adalah lereng, penutupan/penggunaan lahan, dan jarak dari jalan. Hasil validasi berdasarkan perhitungan nilai luas di bawah kurva antara jumlah area terbakar kumulatif pada tingkat prediksi dan tingkat kesuksesan model terhadap nilai indeks pemetaan, masing-masing adalah 79,09% dan 68.94%. Dari hasil tersebut, proses penyusunan dan keluaran peta kerentanan kebakaran hutan dan lahan dapat diterima dan valid.

Kata Kunci : Kebakaran hutan dan lahan, Pemetaan, Indeks Kerentanan, Rasio frekuensi, Non-gambut, Luwu Timur.

1. PENDAHULUAN

Kejadian kebakaran hutan dan lahan di Indonesia merupakan fenomena yang sering kali terjadi setiap tahunnya. Secara umum kebakaran hutan dan lahan terjadi ketika memasuki musim kering. Kejadian tersebut, tidak hanya masif terjadi pada lahan gambut, tetapi juga banyak terjadi pada lahan kering non-gambut.

Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu wilayah non-gambut di Indonesia. Pada tahun 2015, tercatat di Luwu Timur mengalami kebakaran hutan dan lahan seluas 537 Ha yang tersebar di Kecamatan Tomoni, Angkona, Malili, Wasuponda, dan Towuti (Laporan Dinas Kehutanan Luwu Timur, 2015). Kejadian tersebut tentunya memberi dampak risiko bencana yang tinggi berupa kerugian ekonomi, kerusakan lingkungan dan juga gangguan kesehatan masyarakat (Watts & Kobziar, 2012; Gaveau et al, 2014)

Salah satu upaya dalam melakukan pencegahan terjadinya kebakaran hutan dan lahan, dalam konteks perencanaan secara spasial adalah dengan mengetahui karakteristik dan potensi kerawanan atau kerentanan terjadinya kebakaran hutan dan lahan melalui pemetaan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dipadukan dengan data penginderaan jauh (*remote sensing*). Dengan kemajuan teknologi penginderaan jauh, data-data terkait luasan area terbakar pada hutan dan lahan dapat lebih cepat diidentifikasi dan diinventarisasi. Hal ini menjadi peluang dalam melakukan pemetaan dengan menggunakan metode yang lebih berkembang dan akurat, salah satunya dengan pendekatan statistik atau juga disebut metode probabilistik (Pradhan et al. 2007; Razali 2007; Saklani 2008; Adab et al. 2013; Pourtaghi et al. 2014; Faramarzi et al. 2014). Metode ini selain memetakan potensi kebakaran juga memberikan gambaran faktor dan variabel yang berpengaruh.

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah membuat peta indeks kerentanan (*susceptibility*) kebakaran hutan dan lahan yang dilakukan dengan pendekatan statistik menggunakan metode rasio frekuensi (RF) pada wilayah non-gambut di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Luwu Timur yang secara geografis terletak pada koordinat antara 20 15' 00" – 30 Lintang Selatan dan 1200 30' 00" sampai 1210 30'00" Bujur Timur. Luas wilayah Kabupaten Luwu Timur adalah 694.488 ha atau 6.944,88 km². Wilayah administrasi Kabupaten Luwu Timur terdiri dari 11 wilayah kecamatan.

2.2 Bahan dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada kebutuhan analisis variabel yang dianggap menjadi faktor pemicu terjadi kebakaran hutan dan lahan. Masing-masing data dari faktor dan variabel tersebut, serta metode analisisnya disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Semua data masukan (*input*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbasis raster (*grid*), begitupun juga dengan data keluarannya (*output*), dengan ukuran grid sel adalah 30 m. Metode yang digunakan untuk menentukan indeks kerentanan kebakaran hutan dan lahan adalah metode rasio frekuensi (*frequency ratio* atau disingkat FR). FR merupakan metode penilaian geospasial yang menghitung hubungan probabilistik antara suatu variabel tidak bebas (*dependent*) dengan variabel bebas (*independent*) (Oh et al, 2011), yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$FR = \frac{AK_i / VK_i}{\sum AK_i / \sum VK_i} \quad (1)$$

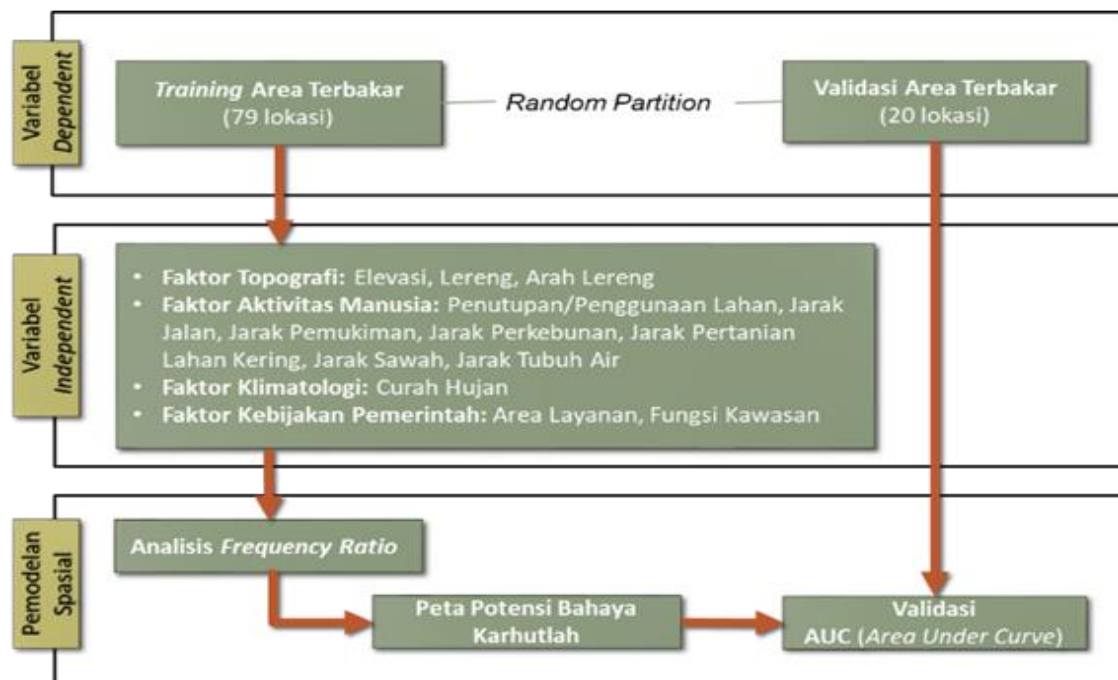
dimana, AK_i adalah jumlah grid sel area terbakar pada masing-masing kelas variabel ke- i , dan VK_i adalah jumlah grid sel kelas variabel ke- i .

Nilai FR merepresentasikan keterkaitan secara spasial antara masing-masing kelas variabel terhadap penyebab terjadinya kebakaran (area terbakar). Semakin tinggi nilai FR suatu kelas variabel, maka semakin tinggi pengaruhnya terhadap kejadian kebakaran. Alur proses penyusunan peta indeks kerentanan kebakaran hutan dan lahan dapat dilihat pada Gambar 1.

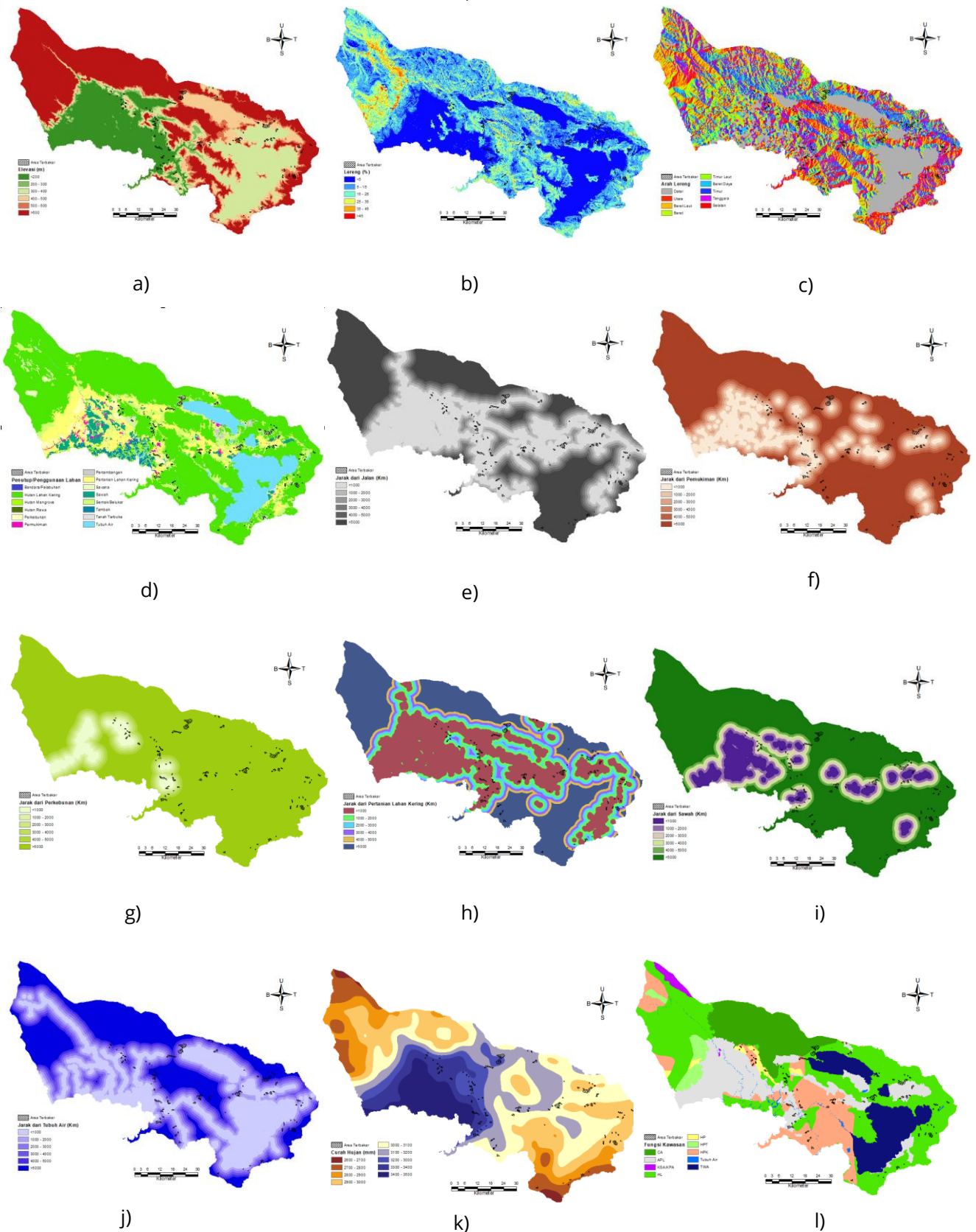
Tabel 1. Data-Data yang Digunakan Berdasarkan Faktor dan Variabel Berpengaruh Terhadap Kebakaran Hutan dan Lahan

No	Faktor	Jenis Data	Skala	Sumber Data	Metode Analisis
	Area Terbakar	Peta Area Terbakar		KLHK, 2015	Partisi Acak
1	Faktor Topografi				
a	Elevasi (m)				
b	Lereng (%)	DEM AWD3D	Grid 30 m	JAXA, 2015	Analisis Permukaan (<i>Surface</i>)

c	Arah Lereng				
2	Faktor Aktivitas Manusia				
a	Penutupan/Penggunaan Lahan	Peta Tutupan Lahan	Skala 1:100.000	KLHK, 2015	-
b	Jarak dari Jalan (m)	Peta Jaringan Jalan	Skala 1:25.000	BIG, 2013	Jarak Euclidean
c	Jarak dari Tubuh Air (m)				
d	Jarak dari Pemukiman (m)				
e	Jarak dari Perkebunan (m)	Peta Tutupan Lahan	Skala 1:100.000	KLHK, 2015	Jarak Euclidean
f	Jarak dari Pertanian Lahan Kering (m)				
g	Jarak dari Sawah (m)				
3	Faktor Klimatologi				
a	Curah Hujan (mm/tahun)	Sebaran Wilayah Hujan	Grid 5,5 Km	CHIRPS	Interpolasi Kriging
4	Faktor Kebijakan Pemerintah				
a	Area Layanan (Waktu Tempuh Mobil Pemadam)	Peta Jaringan Jalan Pos Stasiun Pemadam		BIG, 2013 Dinas Damkar	Analisis Jaringan (Network)
b	Fungsi Kawasan	Peta Kawasan Hutan	Skala 1:250.000	KLHK, 2011	-



Gambar 1. Alur Proses Pemetaan Indeks Kerentanan Kebakaran Hutan dan Lahan



Gambar 2. Variabel bebas penyusun peta indeks kerentanan kebakaran hutan dan lahan

Proses selanjutnya adalah menentukan bobot (*predictor rate*/PR) masing-masing variabel sebagai modifikasi dari metode FR berdasarkan nilai frekuensi relatif (*relative frequency*/RF) masing-masing variabel dengan menggunakan persamaan (Ghost et al, 2011; Althuwaynee et al, 2014):

$$RF_{ij} = \frac{FR_i}{\sum FR_{ij}} \quad (2)$$

$$PR = \frac{RF_{max} - RF_{min}}{\min(RF_{max} - RF_{min})} \quad (3)$$

dimana, RF adalah nilai frekuensi relatif masing-masing variabel; dan FR_i adalah nilai rasio frekuensi variabel ke- i ;

Indeks kerentanan kebakaran hutan dan lahan (IKKL) merupakan nilai dari hasil penggabungan nilai FR masing-masing variabel, yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$IKKL = (PR_1FR_1) + (PR_2FR_2) + \dots + PR_nFR_n \quad (4)$$

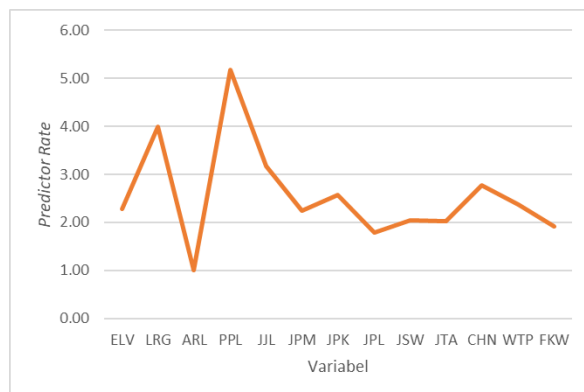
Proses akhir adalah melakukan validasi. Validasi merupakan langkah mendasar dalam pengembangan kepekaan dan penentuan kualitas hasil model. Hasil model terbaik dapat ditentukan dengan menggunakan prosedur perhitungan nilai AUC (area under the curve). Nilai AUC berkisar antara 1 sampai 0 atau dapat ditunjukkan dalam bentuk persentase, dimana nilai 1 mengindikasikan hasil model yang sempurna dan nilai 0,5 mengindikasikan hasil model yang acak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Rasio Frekuensi

Hasil dari hubungan spasial (*spatial relationship*) antara area terbakar dengan variabel penyusun menggunakan model FR dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan perhitungan nilai FR, diperoleh nilai PR masing-masing variabel yang menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Luwu Timur adalah lereng, penutupan/penggunaan lahan, dan jarak dari jalan (lihat Gambar 3).

Nilai FR lereng cenderung meningkat pada lahan-lahan datar dan memiliki nilai paling tinggi pada kelas lereng 5 – 10%. Hal ini berarti bahwa aktivitas pembakaran lahan kebanyakan terjadi pada lahan yang datar, meskipun masih terdapat kejadian kebakaran pada kelas lereng 25 – 35%. Pada penutupan/penggunaan lahan cenderung tinggi pada kelas tanah terbuka dan savana (padang rerumputan). Kondisi lahan yang berupa tanah terbuka memungkinkan terjadinya pembakaran karena telah tumbuhnya kembali semak/belukar. Berdasarkan variabel jarak dari jalan, nilai FR menunjukkan nilai yang tinggi jika semakin dekat dari jalan. Tentunya hal ini menunjukkan hubungan yang logis bahwa aktivitas pembakaran sangat berkaitan erat dengan aksesibilitas masyarakat terhadap hutan dan lahan.



Keterangan: ELV = Elevasi; LRG = Lereng; ARL = Arah Lereng; PPL = Penutup/Penggunaan Lahan; JLL = Jarak dari Jalan; JPM = Jarak dari Pemukiman; JPK = Jarak dari Pertanian Lahan Kering; JSW = Jarak dari Sawah; JTA = Jarak dari Tubuh Air; CHN = Curah Hujan; WTP = Waktu Tempuh Mobil Pemadam; FKW = Fungsi Kawasan

Gambar 3. Nilai PR masing-masing variabel

3.2 Indeks Kerentanan Kebakaran Hutan dan Lahan

Hasil analisis indeks kerentanan kebakaran hutan dan lahan disajikan pada Gambar 4. Hasil validasi berdasarkan perhitungan nilai AUC antara jumlah area terbakar kumulatif pada data masukan analisis (*prediction rate*) dan data validasi (*success rate*) terhadap nilai indeks menunjukkan hasil yang cukup baik. Nilai AUC untuk *prediction rate* diperoleh hasil sebesar 79,09%, sedangkan nilai AUC untuk *success rate* diperoleh hasil sebesar 68.94%. Berdasarkan hasil nilai validasi tersebut, dapat dikatakan bahwa proses penyusunan dan keluaran peta potensi bahaya kebakaran hutan dan lahan dapat diterima dan valid.

Tabel 2. Hubungan spasial antara masing-masing kelas variabel terhadap area terbakar menggunakan model rasio frekuensi (FR)

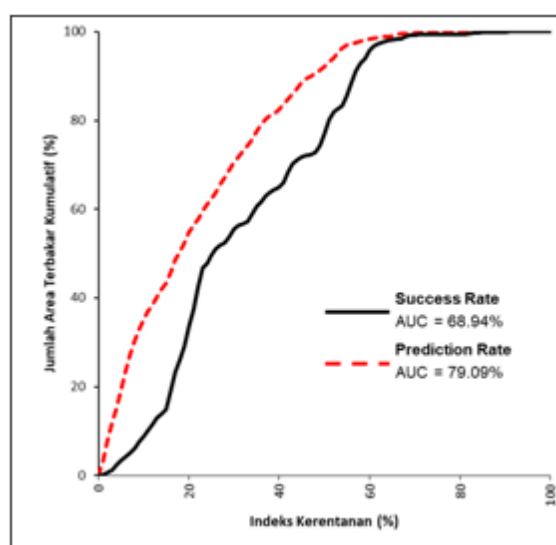
Faktor		Kelas	Piksel Kebakaran	% Kebakaran	Piksel Domain	% Domain	FR	RF	Max RF	Min RF	[Max - Min]	PR
Elevasi (m)	1	<200	6968	18.55	1429466	18.87	0.98	0.09	0.33	0.02	0.3	2.28
	2	200 - 300	4291	11.42	253861	3.35	3.41	0.33				
	3	300 - 400	5930	15.79	1331153	17.57	0.9	0.09				
	4	400 - 500	9091	24.21	888539	11.73	2.06	0.2				
	5	500 - 600	7911	21.06	547095	7.22	2.92	0.28				
	6	>600	3367	8.96	3124095	41.25	0.22	0.02				
			37558	100	7574209	100	10.49	1				
Lereng (%)	1	<5	11074	29.49	2518362	33.25	0.89	0.27	0.53	0	0.53	4.00
	2	15-May	21211	56.48	2430500	32.09	1.76	0.53				
	3	15 - 25	4922	13.11	1803920	23.82	0.55	0.17				
	4	25 - 35	351	0.93	673190	8.89	0.11	0.03				
	5	35 - 45	0	0	134285	1.77	0	0				
	6	>45	0	0	13952	0.18	0	0				
			37558	100	7574209	100	3.3	1				

Lanjutan Tabel 2.

Faktor		Kelas	Piksel Kebakaran	% Kebakaran	Piksel Domain	% Domain	FR	RF	Max RF	Min RF	[Max - Min]	PR
Arah Lereng	1	Datar (F)	870	2.32	1213953	16.03	0.14	0.02	0.15	0.02	0.13	1.00
	2	Utara (N)	4254	11.33	706498	9.33	1.21	0.13				
	3	Barat Laut (NW)	5717	15.22	875890	11.56	1.32	0.14				
	4	Barat (W)	4283	11.4	782447	10.33	1.1	0.12				
	5	Timur Laut (NE)	4993	13.29	714716	9.44	1.41	0.15				
	6	Barat Daya (SW)	5549	14.77	885951	11.7	1.26	0.13				
	7	Timur (E)	5042	13.42	1024493	13.53	0.99	0.1				
	8	Tenggara (SE)	3418	9.1	761474	10.05	0.91	0.1				
	9	Selatan (S)	3432	9.14	608787	8.04	1.14	0.12				
			37558	100	7574209	100	9.49	1				
Penutupan/ Penggunaan Lahan	1	Bandara	0	0	27664	0.37	0	0	0.69	0	0.69	5.17
	2	Hutan Lahan Kering	0	0	316	0	0	0				
	3	Hutan Mangrove	531	1.41	4340992	57.31	0.02	0				
	4	Hutan Rawa	34	0.09	76656	1.01	0.09	0				
	5	Perkebunan	0	0	583	0.01	0	0				
	6	Permukiman	181	0.48	103667	1.37	0.35	0.01				
	7	Pertambangan	0	0	61949	0.82	0	0				
	8	Pertanian Lahan Kering	8357	22.25	1030645	13.61	1.64	0.03				
	9	Savana	3596	9.57	69330	0.92	10.46	0.21				
	10	Sawah	238	0.63	214544	2.83	0.22	0				
	11	Semak/Belukar	7359	19.59	521241	6.88	2.85	0.06				
	12	Tambak	0	0	124582	1.64	0	0				
	13	Tanah Terbuka	17262	45.96	100175	1.32	34.75	0.69				
	14	Tubuh Air	0	0	901865	11.91	0	0				
			37558	100	7574209	100	50.38	1				
Jarak dari Jalan (m)	1	<1000	25900	68.96	2571413	33.95	2.03	0.42	0.42	0	0.42	3.17
	2	1000 - 2000	8264	22	884813	11.68	1.88	0.39				
	3	2000 - 3000	2172	5.78	639967	8.45	0.68	0.14				
	4	3000 - 4000	380	1.01	515700	6.81	0.15	0.03				
	5	4000 - 5000	0	0	401341	5.3	0	0				
	6	>5000	842	2.24	2560975	33.81	0.07	0.01				
			37558	100	7574209	100	4.81	1				
Jarak dari Tubuh Air (m)	1	<1000	2807	7.47	2311874	30.52	0.24	0.03	0.3	0.03	0.27	2.25
	2	1000 - 2000	8182	21.78	1046513	13.82	1.58	0.19				
	3	2000 - 3000	10101	26.89	818033	10.8	2.49	0.3				
	4	3000 - 4000	5249	13.98	653750	8.63	1.62	0.19				
	5	4000 - 5000	5089	13.55	558743	7.38	1.84	0.22				
	>5000	6130	16.32	2185296	28.85	0.57	0.07					
			37558	100	7574209	100	8.33	1				
Jarak dari Permukiman (m)	1	<1000	3799	10.12	924494	12.21	0.83	0.08	0.34	0.04	0.3	2.58
	2	1000 - 2000	5175	13.78	676886	8.94	1.54	0.15				
	3	2000 - 3000	5557	14.8	574585	7.59	1.95	0.19				
	4	3000 - 4000	9315	24.8	540519	7.14	3.48	0.34				
	5	4000 - 5000	5015	13.35	490040	6.47	2.06	0.2				
	>5000	8697	23.16	4367685	57.67	0.4	0.04					
			37558	100	7574209	100	10.26	1				
Jarak dari Perkebunan (m)	1	<1000	1499	3.99	338610	4.47	0.89	0.17	0.37	0.03	0.34	1.79
	2	1000 - 2000	2022	5.38	204807	2.7	1.99	0.37				
	3	2000 - 3000	837	2.23	215461	2.84	0.78	0.15				
	4	3000 - 4000	485	1.29	216816	2.86	0.45	0.08				
	5	4000 - 5000	172	0.46	207161	2.74	0.17	0.03				
	>5000	32543	86.65	6391354	84.38	1.03	0.19					
			37558	100	7574209	100	5.31	1				

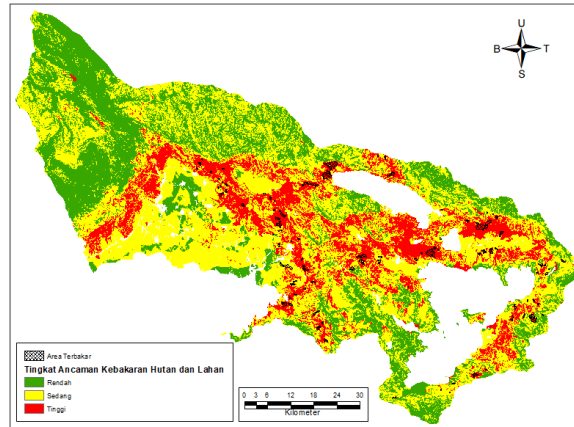
Lanjutan Tabel 2.

Faktor	Kelas	Piksel Kebakaran	% Kebakaran	Piksel Domain	% Domain	FR	RF	Max RF	Min RF	[Max - Min]	PR
Waktu Tempuh Mobil Pemadam (menit)	1	<5	56	0.15	157562	2.08	0.07	0			
	2	10-May	2315	6.16	408384	5.39	1.14	0.05			
	3	15-Oct	6737	17.94	358357	4.73	3.79	0.16			
	4	15 - 20	3023	8.05	293701	3.88	2.08	0.09			
	5	20 - 30	4426	11.78	255225	3.37	3.5	0.15	0.32	0	0.32
	6	30 - 45	3681	9.8	100298	1.32	7.4	0.32			2.38
	7	45 - 60	459	1.22	20221	0.27	4.58	0.2			
	8	999 (>60 atau tidak ada akses jalan)	16861	44.89	5980461	78.96	0.57	0.02			
		37558	100	7574209	100	23.13	1				
Fungsi Kawasan	1	Cagar Alam (CA)	3067	8.17	1004455	13.26	0.62	0.1			
	2	Areal Penggunaan Lain (APL)	8252	21.97	1357848	17.93	1.23	0.2			
	3	Kawasan Suaka/Pelestarian Alam (KSP/KPA)	0	0	71291	0.94	0	0			
	4	Hutan Lindung (HL)	16776	44.67	2718852	35.9	1.24	0.2			
	5	Hutan Produksi (HP)	725	1.93	94577	1.25	1.55	0.25	0.25	0	0.25
	6	Hutan Produksi Konversi (HPK)	0	0	201621	2.66	0	0			1.91
	7	Hutan Produksi Terbatas (HPT)	8707	23.18	1108535	14.64	1.58	0.25			
	8	Tubuh Air	0	0	40919	0.54	0	0			
	9	Taman Wisata Alam (TWA)	31	0.08	976111	12.89	0.01	0			
		37558	100	7574209	100	6.22	1				



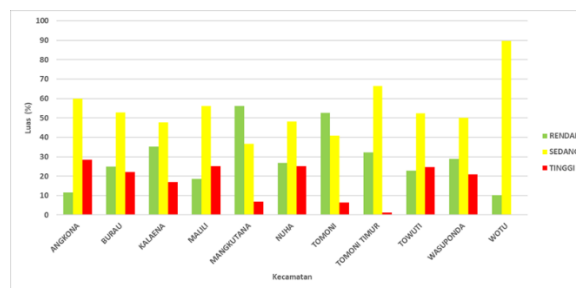
Gambar 4. Nilai AUC untuk *Prediction Rate* dan *Success Rate*

Indeks kerentanan kebakaran hutan dan lahan dikategorisasi dalam 3 (tiga) kelas berdasarkan metode klasifikasi natural breaks. Hasil yang diperoleh berupa pola sebaran spasial tingkat ancaman kebakaran hutan dan lahan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tingkat Ancaman Kebakaran Hutan dan Lahan

Sebagian besar pola spasial menunjukkan kelas sedang lebih dominan hampir di semua wilayah kecamatan (Gambar 6). Potensi ancaman kelas tinggi terdapat pada beberapa bagian wilayah kecamatan di antaranya di wilayah Kecamatan Burau, Kecamatan Kalaena, Kecamatan Tomoni, Kecamatan Mangkutana, Kecamatan Malili, Kecamatan Nuha, Kecamatan Towuti, Kecamatan Wasuponda dan sebagian kecil di wilayah Kecamatan Tomoni Timur.



Gambar 6. Luasan Tingkat Ancaman Pada Masing-Masing Kecamatan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Analisis indeks kerentanan kebakaran hutan dan lahan dengan metode rasio frekuensi telah dilakukan, hasil yang diperoleh dapat diterima dan valid.
- Faktor yang paling berpengaruh pada kejadian kebakaran hutan dan lahan di lokasi penelitian adalah faktor lereng, penutupan/penggunaan lahan, dan jarak dari jalan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adab H, Devi Kanniah K, Solaimani K. 2013. *Modeling forest fire risk in the northeast of Iran using remote sensing and GIS techniques*. Nat Hazards. 65:1723–1743
- Althuwaynee, O.F., B., Park, H., Lee, J.Y.. 2014. *A novel ensemble bivariate statistical evidential belief function with knowledge-based analytical hierarchy process and multivariate statistical logistic regression for landslide susceptibility mapping*. In CATENA. Volume (114): pages 21-36. ISSN 0341-8162.
- Faramarzi H, Hosseini SM, Ghajar I, Gholamalifard M. 2014. *Fire risk modeling using discriminant analysis and adaptive network based fuzzy inference system in the Golestan National Park*. J Emergency Manage. 3 (1): 79-87
- Gaveau, D. L. A., Salim, M. A., Hergoualc, K., Locatelli, B., Sloan, S., Wooster, M., Sheil, D., 2014. *Major atmospheric emissions from peat fires in Southeast Asia during non-drought years: evidence from the 2013 Sumatran fires*. 1–7. <http://doi.org/10.1038/srep06112>
- Ghosh, S., Carranza, E.J.M., Van Westen, C.J., Jetten, V.G., Bhattacharya, D.N.. 2011. *Selecting and weighting spatial predictor for empirical modeling of landslide susceptibility in the Darjeeling Himalayas (India)*. Geomorphology (131): 35-36.
- Oh HJ, Kim YS, Choi JK Lee S., 2011. *GIS mapping of regional probabilistic groundwater potential in the area of Pohang City, Korea*. J Hydrol (399):158-172
- Pourtaghi ZS, Pourghasemi HR, Rossi M. 2014. *Forest fire susceptibility mapping in the Minudasht forests, Golestan province, Iran*. Environ Earth Sci. DOI 10.1007/s12665-014-3502-4
- Pradhan B, Suliman MDHB, Awang MAB. 2007. *Forest fire susceptibility and risk mapping using remote sensing and geographical information systems (GIS)*. Disaster Prevent & Manage. 16(3): 344-352
- Razali SBM. 2007. *Forest fire hazard rating assessment in peat swamp forest using integrated remote sensing and geographical information system*. MSc thesis. University Putra Malaysia. pp 52
- Saklani P. 2008. *Forest fire risk zonation, a case study Pauri Garhwal, Uttarakhand, India*. MSc Thesis. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation Enschede of the Netherlands and Indian Institute of Remote Sensing (NRSA) Dehradun India pp 71
- Watts, A. C., & Kobziar, L. N. (2012). *Smoldering Combustion in Organic Soils: Peat and Muck Fires in the Southeastern U . S . Southern Fire Exchange*.

SIMULASI NUMERIK PENGARUH KONSTRUKSI JALAN ELEVATED TERHADAP REDUKSI DAMPAK GELOMBANG TSUNAMI MENGGUNAKAN DUALSPHYSIC

Tursina¹, Syamsidik^{1,2}

¹Tsunami and Disaster Mitigation Research Center (TDMRC), Universitas Syiah Kuala,
Jl. Prof. Ibrahim Hasan, Gampong Pie, Banda Aceh, 23233, Indonesia

E-mail: tursina@tdmrc.org

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Jl. Syeh Abdurrauf, No. 7,
Banda Aceh, 23111, Indonesia

E-mail: syamsidik@tdmrc.org

ABSTRAK

Gelombang tsunami 26 Desember 2004 telah menyebabkan kerusakan parah di Kota Banda Aceh terutama pada kawasan radius 5 km dari garis pantai. Pasca tsunami 2004 pemerintah merevisi peraturan tata ruang Kota Banda Aceh supaya pembangunan kota ke depannya agar berlandaskan mitigasi bencana. Salah satu perencanaan pembangunan kota yang difungsikan untuk mitigasi bencana tsunami adalah Banda Aceh Outer Ringroad (BORR) atau jalan lingkar Banda Aceh yang akan dibangun sejajar pantai. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh interaksi gelombang tsunami terhadap konstruksi BORR dengan beberapa variasi ketinggian BORR dalam mereduksi gelombang tsunami. Metode yang digunakan adalah simulasi numerik 3 dimensi DualSPHysics dengan pembangkitan gelombang tsunami menggunakan wave maker tipe piston. Hasil simulasi menunjukkan bangunan BORR dapat memperlama waktu ketibaan tsunami dengan mengurangi kecepatan tsunami. Waktu ketibaan tsunami yang lebih lama akan sangat bermanfaat dalam proses evakuasi saat tsunami.

Katakunci : Bangunan pelindung pantai, Mitigasi bencana tsunami, Simulasi numerik, DualSPHysics, Run-up gelombang

ABSTRACT

The December 26, 2004 tsunami waves have caused severe damage in Banda Aceh, especially in the area within 5 km from the coastline. After the tsunami, the government revised the spatial planning of Banda Aceh City by incorporating tsunami mitigation concepts. One of the urban development plannings is by constructing Banda Aceh Outer Ring Road (BORR) parallel to the coastline of Banda Aceh. At the present, a number of proposed designs have appeared. However, none of them has been tested to see the role of the road structures to reduce impacts of tsunami waves. This study is aimed at examining the role of the BORR to reduce impacts of tsunami waves by using elevated road scenarios. We used three dimensional DualSPHysics models by attaching one wave paddle to generate solitary waves. The simulation results show that the BORR building could

extend the tsunami arrival time and could reduce tsunami wave velocity. The longer of tsunami arrival time will be very useful in the evacuation process during the tsunami.

Katakunci : Coastal structure, Tsunami mitigation, Numerical simulation, DualSPHysics, Tsunami run-up

1. PENDAHULUAN

Gelombang tsunami 26 Desember 2004 telah menyebabkan kerusakan parah di Kota Banda Aceh terutama pada kawasan radius 5 km dari garis pantai. Untuk kawasan pantai sendiri, kerusakan yang terjadi adalah erosi pantai dan hilangnya sistem perlindungan pantai alami dan buatan. Akibatnya garis pantai mundur sampai ratusan meter (Syamsidik et al., 2017) dan hilangnya lahan yang bisa ditempati. Pada masa rekonstruksi dan rehabilitasi oleh BRR, di sepanjang pantai Banda Aceh dibangun bangunan pelindung pantai (revetment) berupa susunan batu gunung untuk mengurangi kerentanan terhadap banjir dan erosi.

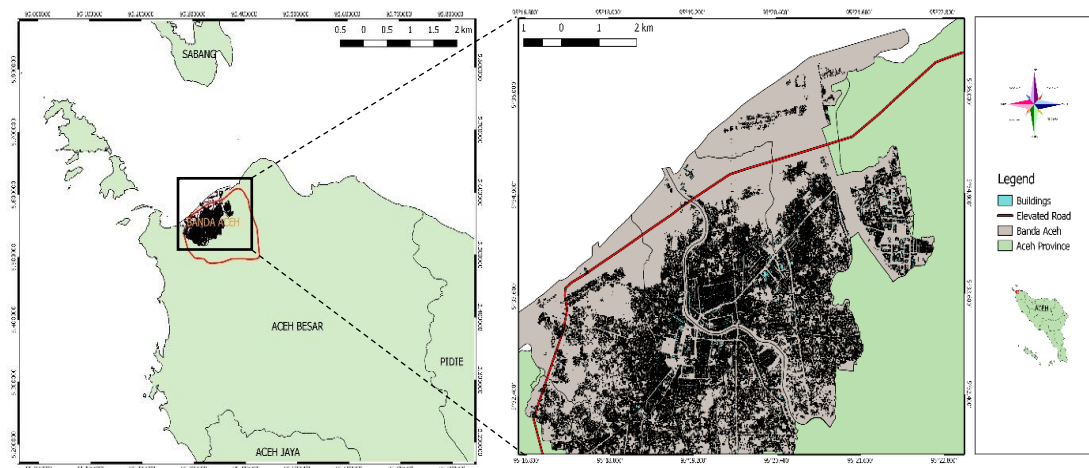
Sebagai daerah yang berada di zona subduksi aktif, Kota Banda Aceh masih rawan dengan ancaman tsunami di masa akan datang (Natawidjaya dan Wahyu, 2007). Oleh karena itu, pasca tsunami 2004 pemerintah merevisi peraturan tata ruang Kota Banda Aceh supaya pembangunan kota kedepannya dapat berlandaskan mitigasi bencana. Salah satu rencana pembangunan kota adalah *Banda Aceh Outer Ringroad* (BORR) atau jalan lingkar Banda Aceh. BORR dibangun untuk mengatasi kemacetan dan jalur evakuasi (*evacuation route*). Karena posisi BORR sejajar dengan garis pantai atau bangunan *revetment* (Gambar 1), BORR diharapkan dapat menjadi bangunan pelindung dari gelombang tsunami apabila elevasi jalan BORR ditinggikan beberapa meter dari elevasi tanah asli.

Perencanaan bangunan pantai (*coastal defence*) tentu membutuhkan kajian bagaimana interaksi gelombang terhadap konstruksi seperti, pengukuran tinggi gelombang, kecepatan, *overtopping* dan energi gelombang. Kajian ini sangat berguna untuk merencanakan dimensi dan stabilitas konstruksi sehingga fungsi yang diharapkan dapat tercapai dengan optimal. Namun, kajian-kajian tersebut tentu sulit bahkan tidak mungkin dilakukan secara nyata pada kasus gelombang tsunami. Hal inilah yang mendasari para peneliti memilih pemodelan fisik dan pemodelan numerik untuk menyelesaikan permasalahan gelombang tsunami. Pemodelan fisik pula terkadang memiliki keterbatasan seperti membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Oleh karena itu, pemodelan numerik menjadi pilihan terbaik saat ini untuk memodelkan gelombang tsunami.

Pada penelitian ini model numerik yang digunakan adalah DualSPHysics. DualSPHysics merupakan model numerik 2 dan 3 dimensi yang menggunakan *Smoothed Particle Hydrodynamic* (SPH) yaitu berupa partikel-partikel kecil dalam menggambarkan sebuah fluida. SPH dapat diaplikasikan dalam proses penjalaran gelombang, gelombang pecah, pengaruh gelombang terhadap bangunan dan dam break (Altomare et al., 2015). SPH dapat di run menggunakan CPU (*Central*

Processing Units) dan GPU (*Graphics Processing Units*). GPU dapat memproses data lebih cepat dan lebih banyak dibandingkan CPU. DualSPHysics adalah software *open source* yang dapat di-download free di www.dual.sphysics.org (Crespo et al., 2015).

Beberapa penelitian sebelumnya sudah ada yang menggunakan DualSPHysics dalam menyelesaikan permasalahan kepantaian diantaranya, Altomare et al. (2015) melakukan pemodelan pengaruh gelombang terhadap dinding vertikal. Hasil penelitiannya dibandingkan dengan hasil eksperimen dan menunjukkan hasil ya serupa. Ren et al., (2014) memvalidasi hasil penelitiannya dengan model numerik lain dan eksperimen pada kajian pengaruh gelombang terhadap konstruksi permeabel (*porous structures*). Altomare et al., (2017), melakukan penelitian tentang pembangkitan gelombang tsunami yang dimisalkan sebagai gelombang solitary serta perbandingannya dengan hasil eksperimen.



Gambar 1. Banda Aceh dengan perencanaan BORR yang ditandai dengan garis merah (kanan)

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan DualSPHysics 3 Dimensi, dimana domain simulasi diasumsikan sebagai sebuah *wave flume* yang menggambarkan salah satu bidang profil pantai Banda Aceh. Gelombang tsunami yang dibangkitkan merupakan gelombang solitary.

2.1 Pembangkitan Gelombang Solitary

DualSPHysics tidak dapat membangkitkan gelombang tsunami dari sumber gempa. Gelombang tsunami diasumsikan sebagai gelombang solitary, yaitu gelombang tunggal yang menjalar dari laut dalam, *run up* dan pecah jika melalui laut dangkal. Gelombang solitary akan terbentuk sempurna apabila rasio tinggi gelombang rencana (H) dan kedalaman laut (h) adalah 0.1. Gelombang

dibangkitkan dengan pergerakan *paddle* dari posisi $x = 0$ m dan $t = 0$ s bergerak horizontal sampai $t = 5$ s. Gelombang solitary dibentuk melalui persamaan Goring yang dijadikan data gerakan paddle (Goring dalam Altomare et al. 2017).

Persamaan (1) adalah perpindahan *paddle*, dimana x_s adalah perpindahan paddle (m) dan t adalah waktu (s).

$$u(x_s, t) = \frac{dx_s}{dt} \quad (1)$$

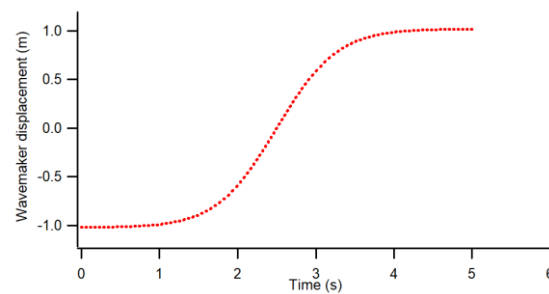
$$u(x_s, t) = \frac{c \cdot \eta(x_s, t)}{h + \eta(x_s, t)} \quad (2)$$

Perpindahan *paddle* terhadap waktu dapat diselesaikan dengan persamaan (3).

$$x_s(t) = \frac{2H}{k \cdot h} \tanh [k(c \cdot t - x_s(t))] \quad (3)$$

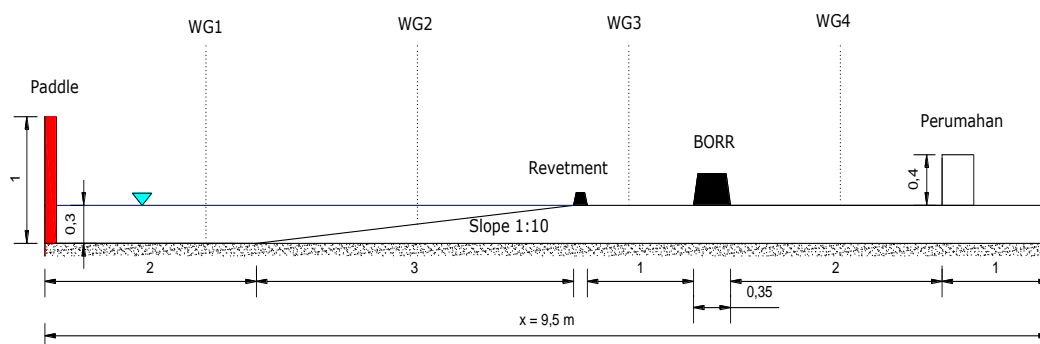
Untuk menggambarkan profil gelombang solitary dapat digunakan persamaan (4), dimana H adalah tinggi gelombang rencana dan k adalah coefficient ouskirt.

$$\eta(x_s, t) = H \cdot \text{sech}^2 [k(c \cdot t - x_s)] \quad (4)$$



Gambar 2. Time series perpindahan paddle untuk menghasilkan gelombang solitary. Dengan waktu perpindahan 5 s, paddle berpindah horizontal sejauh 1.0 m.

2.2 Setup Model



Gambar 3. Sketsa potongan memanjang wave flume pada DualSPHysics dengan titik penempatan sensor Wave Gauge (WG)

Simulasi gelombang tsunami diawali dengan menentukan geometri *wave flume* seperti pada Gambar 3. Panjang flume adalah 9.5 m dengan lebar 1.0 m. Skala model adalah 1 : 20. Tepat di garis pantai diletakkan *revetment* seperti kondisi pantai Banda Aceh saat ini. Tinggi *revetment* 0.05 m (1 m diatas MSL pada kondisi prototip). Pada jarak 1 m dari *revetment* ditempatkan konstruksi BORR. Simulasi menggunakan 4 skenario. Tiga skenario pertama adalah variasi tinggi BORR 3.0 m, 3.5 m dan 4.0 m (skala prototip) dan simulasi tanpa BORR menjadi skenario ke-4 sebagai pembanding.

Secara ringkas setup domain pada DualSPHysics adalah sebagai berikut :

- Dimensi flume ($p \times l \times t$) = (9.5 x 1 x 1) m
- Skala model = 1 : 20
- Slope pantai = 1 : 10
- Kedalaman air (h) = 0.3 m
- Dimensi *paddle* = (0.1 x 1 x 1) m
- Posisi BORR = pada $x = 6.13$ m
- Jarak antar partikel (dp) = 0.02 m

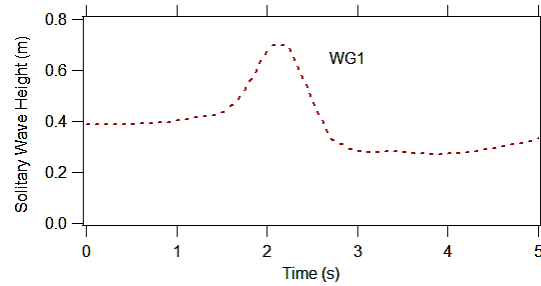
Untuk mengobservasi tinggi dan kecepatan gelombang, ditempatkan 4 buah *Wave Gauge* (WG) seperti pada Gambar 3. WG1 untuk mengamati proses penjalaran gelombang solitay di laut dalam. WG2 ditempatkan di laut dangkal (*nearshore*) untuk mengamati proses hidrodinamik saat gelombang akan pecah. WG3 ditempatkan di sebelah kiri BORR dan WG4 ditempatkan di sebelah kanan BORR untuk observasi kemampuan BORR dalam mereduksi gelombang tsunami.

Gelombang tsunami di dibangkitkan dengan satu kali pergerakan *paddle* yaitu *wave maker* tipe piston yang bergerak maju-mundur. *Paddle* bergerak selama 5 s. Pada $t=0$ s, *paddle* mulai bergerak maju sampai $t=2.5$ s sejauh $x = 1$ m. Selanjutnya pada $t=2.5$ s sampai $t=5$ s, *paddle* bergerak mundur ke posisi awal. DualSPHysics di *run* menggunakan GPU tipe NVIDIA® GeForce GTX1060 6GB. Dengan ukuran $dp=0.02$ m, jumlah partikel yang terbentuk adalah 280.484 buah partikel. Total waktu simulasi pada penelitian ini adalah 20 s dengan *timestep* 0.05 s. Simulasi tersebut dapat diselesaikan dengan komputer dalam waktu ± 3 jam.

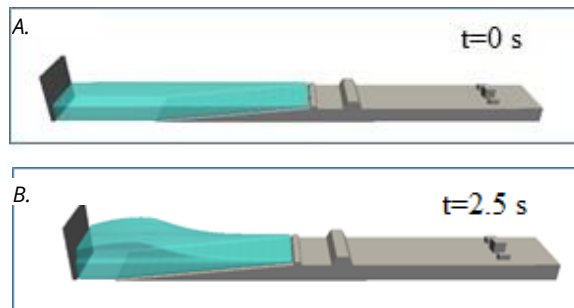
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penjalaran Gelombang

Gelombang solitary terbentuk di laut dalam berdasarkan observasi pada WG1. Gelombang mencapai ketinggian maksimum pada $t=2.5$ s. Tinggi gelombang dari MSL adalah 0.3 m seperti pada Gambar 4.

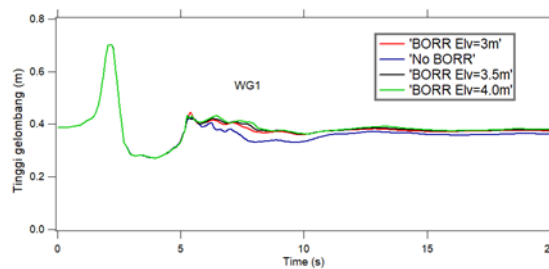


Gambar. 4 Gelombang solitary



Gambar 5. Penjalaran gelombang

Perambatan gelombang pada model flume dapat dilihat pada Gambar 5. Pada $t=0$, gelombang belum terbentuk karena paddle belum bergerak. Pada $t = 2.5$ s, gelombang maksimum terbentuk. Air yang terdorong oleh paddle tidak melewati garis pantai karena ada revetment tepat di garis pantai.

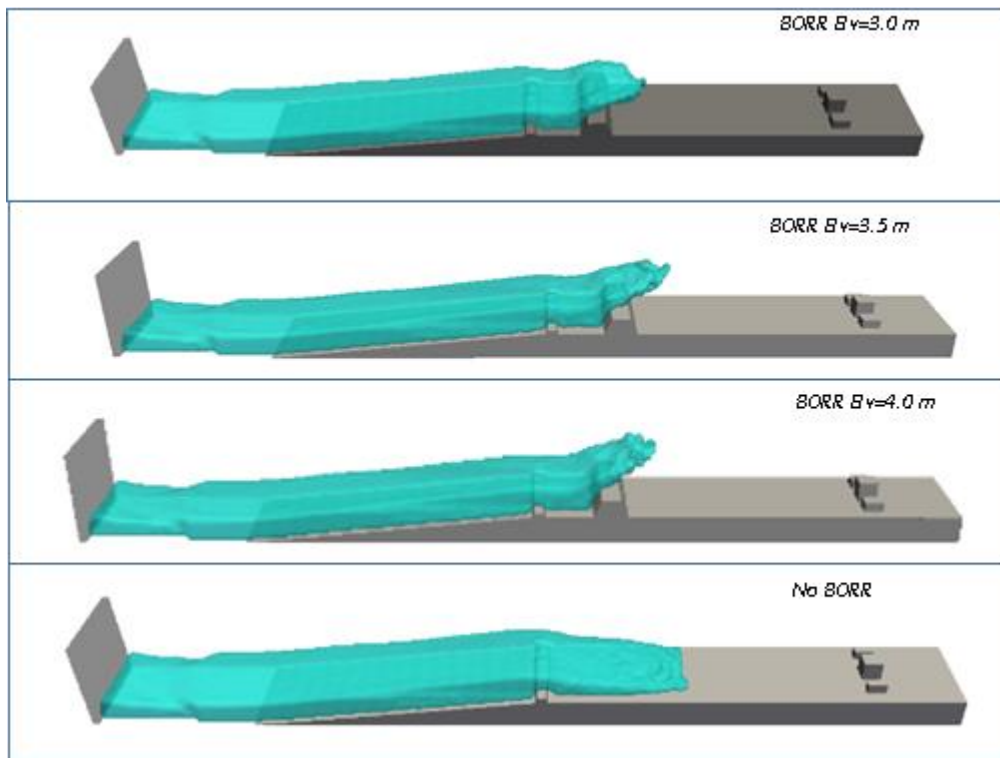


Gambar 6. Tinggi gelombang di laut dalam

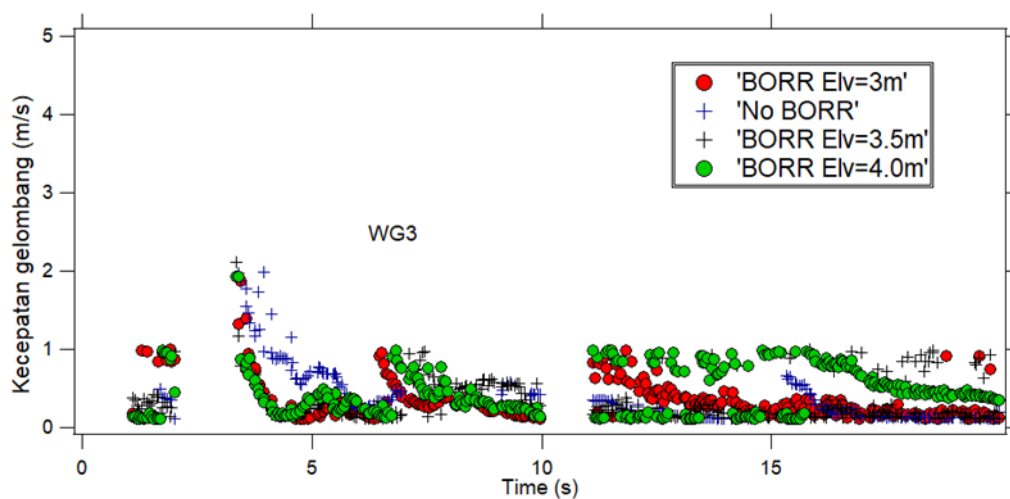
Time series tinggi gelombang di laut dalam seperti Gambar 6, terlihat sama sampai menit ke-5. Selanjutnya tinggi gelombang berbeda pada ke-4 skenario akibat refleksi dari bangunan.

3.2 Interaksi Gelombang dengan Konstruksi BORR

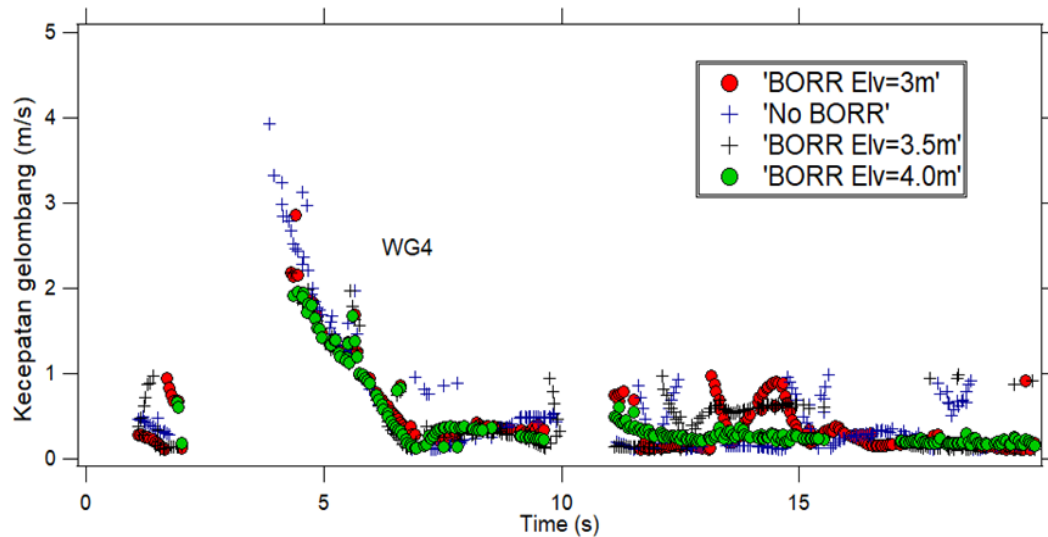
Perilaku gelombang saat mengenai dan melewati BORR dapat dilihat seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Interaksi gelombang terhadap konstruksi BORR



Gambar 8. Perbandingan kecepatan gelombang di depan BORR (WG3). Kecepatan gelombang tsunami pada flume tanpa BORR lebih tinggi dibandingkan setelah ada BORR

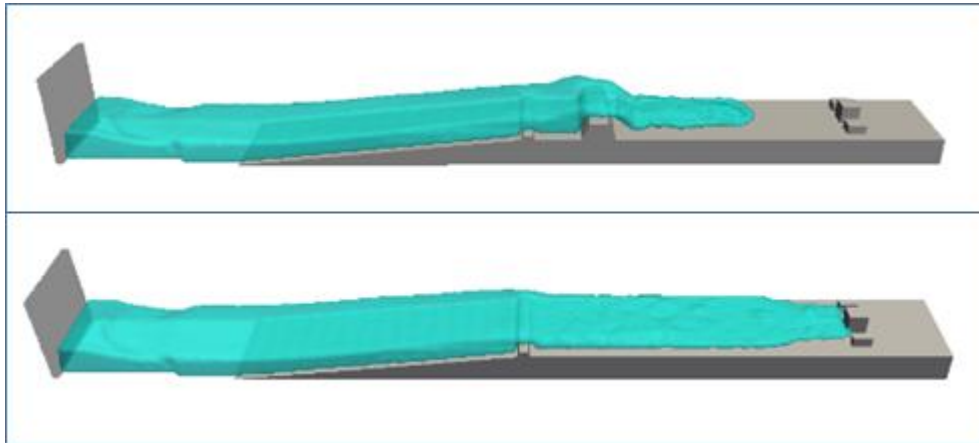


Gambar 9. Perbandingan kecepatan gelombang di depan BORR (WG4)

3.3 BORR Mereduksi Gelombang Tsunami

Pengamatan dilakukan pada 4 skenario, ada BORR dan tanpa BORR. Hasil simulasi menunjukkan, dengan kedalaman laut 0.3 m tinggi gelombang yang dihasilkan di laut dalam adalah 0.7 m dan kecepatan gelombang 1.2 m/s. Mendekati daratan, tinggi gelombang menurun dan kecepatan gelombang meningkat menjadi 2 m/s pada kondisi tanpa BORR.

Sedangkan setelah dibangun BORR, kecepatan gelombang adalah 1.4 m/s. Pada keempat skenario, gelombang tsunami sama-sama melampaui jalan BORR sehingga menggenangi daratan. Tinggi genangan maksimum pada keempat kondisi adalah 0.45 m. Hal ini menunjukkan, pengaruh BORR relatif tidak signifikan dalam mereduksi tinggi genangan. Kecepatan gelombang maksimum tanpa BORR 4 m/s menjadi 2.3 m/s setelah dibangun BORR. Artinya, kecepatan gelombang dapat tereduksi hingga 80%.



Gambar 10. Penjalaran gelombang menuju perumahan penduduk

Kecepatan gelombang yang berkurang sangat bermanfaat dalam proses evakuasi. Seperti terlihat pada screenshot gambar penjalaran gelombang tsunami, gelombang sudah menjalar ke pemukiman untuk kondisi tanpa BORR pada $t = 4.1$ s. Namun hal itu belum terjadi pada kondisi setelah dibangun BORR. Gelombang baru tiba di kawasan pemukiman pada $t=4.5$ s.

4. KESIMPULAN

BORR relatif tidak signifikan berpengaruh dalam mereduksi tinggi genangan. Namun cukup signifikan dalam mereduksi kecepatan gelombang tsunami yaitu 80%. Kecepatan gelombang tsunami yang tereduksi dapat bermanfaat untuk memperlama proses evakuasi dan mengurangi kerusakan infrastruktur.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pemberi dana dalam penelitian ini yaitu *USAID in the Partnership Enhanced Engagement in Research (PEER) Cycle 5 and National Academy of Sciences (NAS) with the research title: "Incorporating Climate Change Induced Sea Level Rise Information into Coastal Cities' Preparedness towards Coastal Hazards"* under Federal Award Identification Number (FAIN): AID-OAA-A-11-00012 (sub-award Number 2000007546). Penulis juga berterima kasih kepada Bapak Dr. Kuswandi, S.T.M.T yang telah memberi training DualSPHysics kepada para penulis dan masukannya yang sangat membantu pada proses pemodelan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- A.J.C. Crespo, J.M. Domínguez, B.D. Rogers, M. Gómez-Gesteira, S. Longshaw, R. Canelas, R. Vacondio, A. Barreiro, O. García-Feal. DualSPHysics: Open-source parallel CFD solver based on Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH), *Computer Physics Communications* 187 (2015) 204–216.
- B. Ren, H. Wen, P. Dong, Y. Wang., Numerical simulation of wave interaction with porous structures using an improved smoothed particle hydrodynamic method. *Coastal Engineering* 88 (2014) 88–100.

- C. Altomare, A.J.C. Crespo, J. M. Domínguez, M. Gómez-Gesteira, T. Suzuki, T. Verwaest. Applicability of Smoothed Particle Hydrodynamics for estimation of sea wave impact on coastal structures. *Coastal Engineering* 96 (2015) 1–12.
- C. Altomare, P. Lomonaco, J. Gonzalez-Cao, J.M. Domínguez, A.J.C. Crespo, M. Gómez-Gesteira., *Generation of trains of tsunami-like solitary waves in DualSPHysics model*, 12th Conference paper of International SPHERIC workshop, Ourense, Spain, 2017.
- Natawidjaja D H, and Wahyu T 2007 The Sumatran Fault Zone-From Source to Hazard *Journal of Earthquake and Tsunami* 1(01) pp 21-47.
- Syamsidik, Tursina, A. Meutia, M. Al'ala, M. Fahmi, E. Meilianda, Numerical simulations of impacts of the 2004 Indian Ocean tsunami on coastal morphological changes around the Ulee Lheue Bay of Aceh, Indonesia, *J. Earthq. Tsunami* 11 (2017) 1740005, <http://dx.doi.org/10.1142/S179343111740005X>.

PENGARUH BEBAN TSUNAMI PADA BANGUNAN GEDUNG BLOK B TAMAN BUDAYA YANG BERLOKASI DI PINGGIR PANTAI PADANG, SUMATERA BARAT, INDONESIA

Fauzan¹, Febrin Anas Ismail², dan Annisa Dalifa³

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang
Email: fauzan@ft.unand.ac.id

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang
Email: febrin@ft.unand.ac.id

³Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang
Email: annisadalifaceftaua@gmail.com

ABSTRACT

Geographically, the Indonesian territory lies in the discovery of three tectonic plates resulting in the existence of earthquake-prone paths and even tsunamis. This causes most of Indonesia area, especially Padang City, West Sumatra very vulnerable to earthquake and tsunami hazard. Therefore, buildings located on the coast should be planned in such a way that the building is resistant to earthquake and tsunami load. One of them is Block B Taman Budaya Building located in Padang Beach. The building has a total height of 29.40 m, building length 80.3 m, building width 34 m, number of floor 6 (six) floor, and uses a reinforced concrete structure designed based on SNI 1726-2012 using Indonesian Earthquake Hazard maps 2017. This paper discussed the effect of tsunami loads based on FEMA P-46 on Block B Taman Budaya Building. The analysis results show the inter-story drift values of the building without using tsunami loads almost similar to those using tsunami loads, however, the value of internal forces in the building with tsunami load greater than the force in without using tsunami load, especially in the first floor of the building.

Keywords : Earthquake, Tsunami, Reinforced Concrete, Structural Response

ABSTRAK

Secara Geografis, wilayah Indonesia terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik yang mengakibatkan terdapatnya jalur – jalur rawan gempa bumi bahkan tsunami. Hal ini menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia, khususnya Kota Padang, Sumatera Barat sangat rentan terhadap bahaya gempa dan tsunami. Oleh karena itu, bangunan gedung yang berada di pesisir pantai seharusnya direncanakan sedemikian rupa sehingga gedung tersebut tahan terhadap beban gempa dan tsunami. Salah satunya yaitu gedung Blok B Taman Budaya yang berlokasi di daerah Pantai Padang. Gedung ini memiliki ketinggian total 29.40 m, panjang bangunan 80.3 m, lebar bangunan 34 m, jumlah lantai 6 (enam) lantai dan menggunakan struktur beton bertulang yang didesain berdasarkan SNI 1726-2012 dengan menggunakan peta bahaya gempa Indonesia 2017. Dalam makalah ini akan dibahas mengenai pengaruh beban tsunami berdasarkan FEMA P-46 terhadap gedung Blok B taman budaya Padang. Hasil analisis menunjukkan

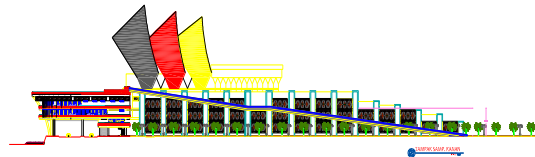
bahwa nilai simpangan antar lantai dari gedung blok B Taman budaya Padang tanpa menggunakan beban tsunami hampir sama dengan yang menggunakan beban tsunami, tetapi nilai-nilai bidang gaya dalam pada struktur gedung dengan beban tsunami lebih besar daripada tanpa menggunakan beban tsunami, terutama pada lantai dasar bangunan.

Kata Kunci : Gempa, Tsunami, Beton Bertulang, Respon Struktur

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia terletak dipertemuan tiga lempeng tektonik yang mengakibatkan terdapatnya jalur – jalur rawan gempa bumi bahkan tsunami. Tercatat beberapa gempa yang disusul tsunami ke daerah pesisir, antara lain yang terjadi di Aceh dan Pangandaran. Berdasarkan Peta Resiko Tsunami Indonesia, daerah yang rawan terhadap ancaman bencana tsunami meliputi pantai barat Sumatera, pantai selatan Jawa-Bali, Kepulauan Nusa Tenggara, serta pantai utara Sulawesi-Maluku dan pantai utara Papua (Badan Nasional Penanggulangan Bencana [BNPB], 2012).

Sumatera Barat memiliki potensi yang cukup besar terhadap bahaya gempa dan tsunami. Gempa yang terjadi di Padang pada tanggal 30 september 2009 dengan kekuatan ± 7.9 SR menyebabkan beberapa bangunan gedung hancur dan rusak total. Oleh karena itu, dibutuhkan perencanaan bangunan tahan gempa dan tsunami. Salah satunya Gedung Blok B Taman Budaya Kota Padang yang terletak di jalan Diponegoro no 31 kota Padang, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampak Samping Gedung Taman Budaya Kota Padang

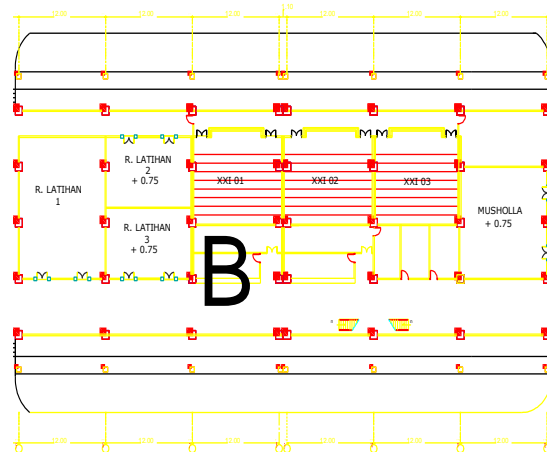
Kondisi kawasan daerah pembangunan gedung taman budaya kota padang yang berada di pesisir pantai kota padang termasuk zona merah terhadap dampak bahaya gempa bumi dan tsunami, sehingga untuk perancangan strukturnya harus mengikuti peraturan yang berlaku untuk daerah rawan resiko gempa tinggi. Namun saat ini banyak bangunan yang berada di zona merah terhadap bahaya tsunami tidak didesain menggunakan beban tsunami, seperti beberapa shelter di kota Padang. Salah satu bangunan shelter di kota padang yang didesain tidak menggunakan beban tsunami yaitu bangunan shelter yang terletak di Ulak Karang kota Padang (Fauzan dkk, 2017).

Dengan adanya peraturan SNI 2847:2013 tentang Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, serta FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) tentang beban tsunami, peneliti tertarik

untuk melihat perbandingan pengaruh beban tsunami terhadap respon struktur gedung Blok B Taman Budaya Kota Padang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penulisan makalah ini sebelum dilakukan analisis terhadap respon struktur Gedung Blok B Taman Budaya Kota Padang, dilakukan pengumpulan data dan informasi awal mengenai struktur Gedung Blok B Taman Budaya Kota Padang. Informasi awal yang didapatkan yaitu Gedung ini memiliki tinggi bangunan 29,4 m dengan Panjang 80,3 m. Lebar dari Gedung taman budaya kota padang yaitu 34 m, dan terdiri dari 6 (enam) lantai dengan jenis struktur beton bertulang. Mutu bahan yang digunakan beton K-350 (f'_c 29,05 Mpa) dan mutu baja f_y 420 Mpa. Data awal yang diperoleh juga terdiri dari gambar arsitektur (gambar 1 dan 2) dan dimensi struktur Gedung blok B taman budaya Kota Padang. Berikut merupakan denah dan dimensi struktur Gedung Blok B Taman Budaya kota Padang (Gambar 2).



Gambar 2. Denah Lantai 1 Gedung Blok B Taman Budaya Kota Padang

2.1 Dimensi Komponen Struktur :

Struktur Balok

- Balok Induk (50/85) cm
- Balok Kantilever (50/90) cm
- Balok Ramp (35/60) cm
- Balok Anak (30/50) cm
- Ring Balok (50/80) cm

Struktur Kolom

Kolom yang digunakan yaitu kolom bundar dengan mutu K-350 dengan rincian diameter sebagai berikut :

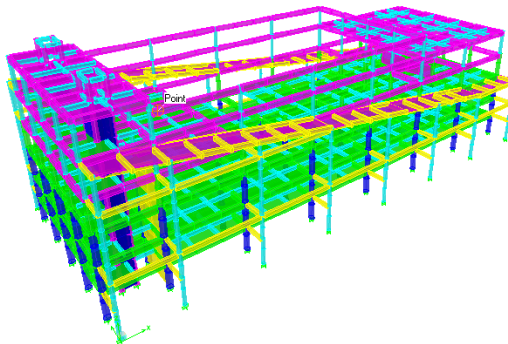
- Lantai 1-3 diameter 90 cm
- Lantai 4-5 diameter 80 cm

- Lantai Atap diameter 60 cm

Struktur Plat

- Plat Lantai, tebal 130mm
- Plat Ram, tebal 130mm
- Dinding Geser dengan tebal 200mm

Setelah mendapatkan data awal Gedung taman budaya kota padang, dilakukan Studi literature yang sesuai dengan kasus yang dianalisis. Studi literature yang dilakukan diantaranya yaitu mengenai prinsip umum perencanaan struktur dan komponen struktur pada gedung, teori tentang konsep gedung tahan gempa dan tsunami, wilayah yang terkena dampak gempa bumi dan tsunami di kota Padang berdasarkan peta dan sumber bahaya gempa tahun 2017 serta peta tsunami, dan teori Analisa gaya gempa dan tsunami terhadap bangunan Gedung. Kemudian melakukan analisis struktur dengan membuat permodelan Gedung Blok B taman budaya kota padang menggunakan software ETABS 9.7.2 seperti terlihat pada Gambar 3 dengan pembebanan yang digunakan yaitu beban mati, beban hidup, beban gempa berdasarkan peta sumber dan bahaya gempa tahun 2017, serta beban tsunami.



Gambar 3. Permodelan Struktur Gedung Blok B Taman Budaya Kota Padang

Berdasarkan Peta Gempa 2017, percepatan respon spektrum dengan probabilitas 2% dalam 50 tahun tercatat untuk periode pendek, S_s sebesar 1,5 g dan untuk periode 1 detik, S_1 sebesar 0,6 g. Sesuai SNI 1726:2012, kategori desain seismic kota padang untuk semua kategori resiko memiliki KDS D yang artinya bangunan tersebut dapat didesain dengan system struktur rangka pemikul momen khusus (SRPMK), dan penambahan dinding geser beton bertulang

2.2 Beban – beban yang Bekerja

2.2.1 Beban Gravitasi

Beban Mati (*dead load*)

- Berat jenis beton = 2400 kg/m³
- Adukan semen (per-cm tebal) = 21 kg/ m²
- Plafond/ langit-langit = 20 kg/ m²
- Tembok batu bata (1/2 batu) = 250 kg/ m²
- Keramik = 24 kg/ m²
- Waterproofing = 14 kg/ m²
- MEP = 25 kg/ m²

Beban Hidup (*live load*)

- Pengungsi = 250 kg/m²
- Toilet = 200 kg/m²
- Selasar = 383 kg/m²
- Hujan = 299 kg/m²
- Bordes = 300 kg/m²
- Tangga = 300 kg/m²
- Ramp = 479 kg/m²
- Ruang Pertemuan = 479 kg/m²

2.2.2 Beban Gempa

Sebelum dilakukan perhitungan beban gempa, terlebih dahulu ditentukan parameter struktur yang dibutuhkan yaitu seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan pemetaan gempa yang digambarkan dalam grafik respon spektrum seperti yang terlihat pada Gambar 4.

2.2.3 Beban Tsunami (Tsunami Load)

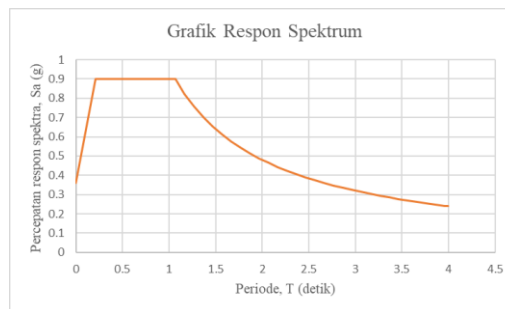
Ada beberapa jenis beban tsunami yang diperhitungkan, Nilai dari masing-masing beban dihitung berdasarkan prediksi tinggi gelombang tsunami, elevasi tanah dasar wilayah rencana, jarak dari tepi pantai dan asumsi lain yang digunakan.

- Gaya Hidrostatik (Fh)

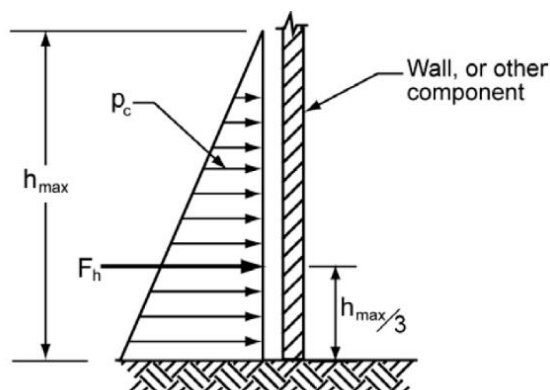
Gaya hidrostatik adalah gaya horizontal yang disebabkan oleh tekanan air terhadap permukaan. Jumlah kekuatan ini tergantung pada kedalaman air. Beban ini dapat diberikan merata segitiga pada daerah yang terendam Tsunami (setinggi h_{max}) ataupun beban terpusat setinggi $1/3(h_{max})$ seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Tabel 1. Parameter Struktur untuk Perhitungan Beban Gempa Dinamik

No.	Variabel	Nilai	Ket/ satuan
1 kategori resiko			
		IV	
2 faktor keutamaan			
	le	1.5	
3 parameter percepatan tanah (peta gempa 2017)			
	Ss	1.5	g
	S1	0.6	g
	PGA	0.6	g
4 klasifikasi situs			
	N SPT	4.890326	SE (tanah lunak)
5 koefisien situs			
	Fa	0.9	
	Fv	2.4	
	Fpga	0.9	
6 parameter percepatan untuk gempa tertimbang maksimum			
	Sms	1.350	g
	Sm1	1.440	g
	PGAm	0.540	g
7 parameter percepatan spektra desain			
	Sds	0.900	g
	Sd1	0.960	g
8 periode fundamental pendekatan			
	T0	0.213333333	dtk
	Ts	1.066666667	dtk
	Ta	0.977008887	dtk
9 Spektrum respons desain			
	Sa	0.90	g



Gambar 4. Grafik Respon Spektrum Rencana Berdasarkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017



Gambar 5. Distribusi Gaya Hidrostatik

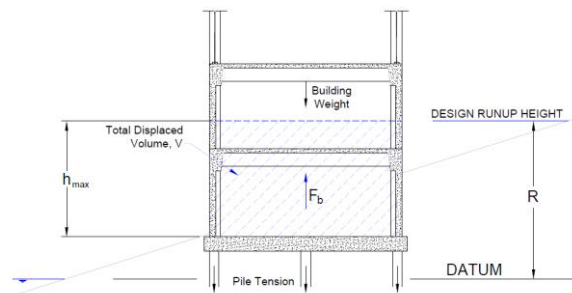
Gaya hidrostatik dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} F_h &= 0,5 \rho_s b h_{\max}^2 \\ &= 42812,55 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Apung (F_b)

Gaya apung merupakan gaya yang bekerja secara vertikal pada titik berat volume bangunan atau komponen struktural yang terendam sebagian atau keseluruhan. Nilai gaya apung sama dengan berat air yang dipindahkan.

Beban ini diberikan merata pada lantai teratas yang tergenang tsunami seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Distribusi Gaya Apung

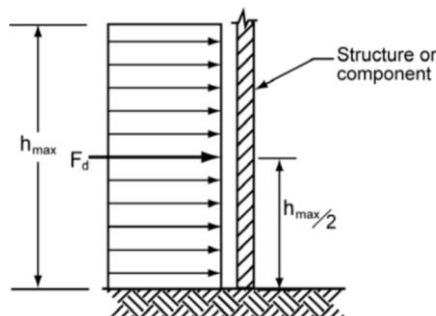
Gaya apung dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} F_b &= \rho_s g V \\ &= 5830 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Hidrodinamik (F_d)

Gaya hidrodinamik merupakan kombinasi gaya horizontal yang disebabkan oleh gaya tekan dari masa air yang bergerak dan gaya gesek yang disebabkan oleh aliran di sekeliling struktur.

Beban ini dapat diberikan merata pada kolom setinggi genangan air (h_{\max}) ataupun beban terpusat setinggi $1/2(h_{\max})$, dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 .Distribusi Gaya Hidrodinamik

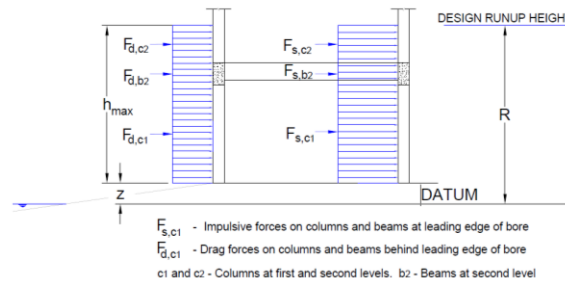
Gaya hidrodinamik dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} F_d &= 0,5 \rho_s C_d B (h_{\max})^2 \\ &= 11393,6625 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Impuls (F_s)

Gaya impuls adalah gaya yang disebabkan oleh gelombang air secara tiba-tiba. Besar gaya impulsif (F_s) terhadap bangunan adalah 1,5 kali gaya hidrodinamis.

Gaya impuls diberikan merata pada dinding struktural, seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Distribusi Gaya Impuls

Gaya impuls dapat dihitung dengan persamaan :

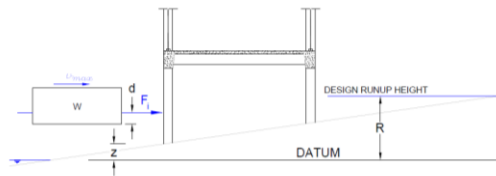
$$F_s = 1,5 \times \text{Gaya Hidrodinamis (Fd)}$$

$$= 17090,49375 \text{ kg}$$

- Gaya Akibat Benturan Puing - Puing (F_i)

Pengaruh dari massa puing-puing yang terseret air dapat menjadi penyebab utama kerusakan bangunan.

Gaya akibat benturan puing diberikan merata pada elemen struktur pertama yang terkena hantaman Tsunami, setinggi genangan air. Distribusi gaya akibat benturan puing seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Gaya Akibat Benturan Puing

Gaya akibat puing ini sulit untuk ditentukan nilai akuratnya. Sebagai pendekatan, nilai ini dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_i = 1,3 \text{ umaks}$$

$$= 63593,17951$$

- Gaya Bendung Puing - Puing (F_{dm})

Dampak bendung yang disebabkan oleh penumpukan puing diasumsikan sebagai penambahan gaya hidrodinamis dan tergantung pada ketebalan lapisan puing. Untuk menghitung gaya bendung puing, digunakan persamaan:

$$F_{dm} = 0,5 \rho_s C_d B_d (h_u)^2 \max$$

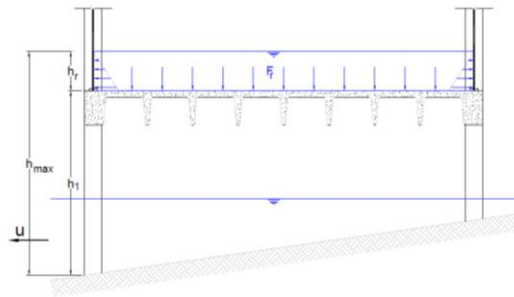
$$= 151916 \text{ kg}$$

Gaya akibat bendung puing diberikan merata pada elemen struktur dengan lebar minimal 12 m.

- Tambahan Beban Gravitasi (F_r)

Air yang tertahan di atas lantai akan memberikan beban tambahan gravitasi sebelum seluruh genangan kembali surut. Kedalaman air yang menggenang tergantung pada tinggi genangan air maksimum dan kekuatan horizontal dinding yang digenangi air. Karena tingkat penyusutan tinggi air berlangsung cepat, ada kemungkinan bahwa akan banyak air yang tertahan di lantai sehingga menyebabkan terjadinya penambahan gaya gravitasi yang cukup signifikan pada lantai

Tambahan beban gravitasi diberikan merata pada lantai teratas yang terkena genangan Tsunami, seperti terlihat pada gambar 10.



Gambar 10. Distribusi Tambahan Beban Gravitasi

Potensi beban tambahan gravitasi per satuan luas dapat dihitung dengan persamaan:

$$F_r = \rho_s g h_r$$

$$= 5610 \text{ kg/ m}^2$$

- Gaya Angkat Hidrodinamis (F_u)

Gaya angkat hidrodinamis dimodelkan pada pelat yang tergenang air. Gaya angkat hidrodinamis dihitung dengan persamaan :

$$F_u = 0,5 \rho_s C_u A_f u^2$$

$$= 249,05833 \text{ kg/ m}^2$$

Dari keseluruhan jenis pembebanan Tsunami, Gaya akibat bendung puing tidak digunakan dalam pemodelan struktur ini. Hal ini dikarenakan, pada gedung ini tidak ada dinding struktural yang lebarnya 12 m.

Setelah membuat permodelan dan melakukan Analisa pembebanan, dilakukan analisis untuk mendapatkan perbandingan respon struktur Gedung Blok B taman budaya kota Padang yang menggunakan beban tsunami dan tanpa menggunakan

beban tsunami. Respon struktur yang dianalisa yaitu gaya dalam balok dan kolom, serta simpangan dari struktur Gedung Blok B Taman Budaya Kota Padang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai

Perhitungan Simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726:2012 yaitu :

$$\Delta = \frac{\delta \cdot Cd}{I}$$

$$\Delta a = \frac{0,025 \cdot h}{\rho}$$

Dimana :

Δ = Displacement yang telah diperbesar

Δa = Simpangan antar lantai ijin (SNI 1726:2012, Tabel 16)

Cd = Faktor Pembesaran defleksi (SNI 1726: 2012, Tabel 9)

I = Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2012, Tabel 2)

H = Tinggi lantai

Δ = Selisih simpangan antar lantai

P = Faktor Redudansi (SNI 1726:2012, pasal 7.3.4)

Tabel 2 sampai 5 menunjukkan nilai simpangan struktur bangunan yang dianalisis dengan menggunakan SNI 03-1726-2012 dan FEMA P646-2012 masing- masing di arah x dan arah y.

Tabel 2. Displacement dan Simpangan Antar Lantai Arah X Tanpa Menggunakan Beban Tsunami

No.	Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Displacement (mm)	Displacement yang telah diperbesar (mm)	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan yg di izinkan (mm)	$\Delta s < \Delta s$ ijin
1	Lantai 1	0	0	0	0	0	OK !!
2	Lantai 2	4900	0.03	0.165	0.165	72.485	OK !!
3	Lantai 3	3800	0.85	4.675	4.51	56.213	OK !!
4	Lantai 4	4500	1.62	8.91	4.235	66.568	OK !!
5	Lantai 5	4500	2.65	14.575	5.665	66.568	OK !!
6	Lantai Dak	4500	3.72	20.46	5.885	66.568	OK !!

Tabel 3. Displacement dan Simpangan Antar Lantai Arah Y Tanpa Menggunakan Beban Tsunami

No.	Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Displacement (mm)	Displacement yang telah diperbesar (mm)	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan yg di izinkan (mm)	$\Delta s < \Delta s$ ijin
1	Lantai 1	0	0	0	0	0	OK !!
2	Lantai 2	4900	0.38	2.09	2.09	72.485	OK !!
3	Lantai 3	3800	0.57	3.135	1.045	56.213	OK !!
4	Lantai 4	4500	0.99	5.445	2.31	66.568	OK !!
5	Lantai 5	4500	1.43	7.865	2.42	66.568	OK !!
6	Lantai Dak	4500	1.83	10.065	2.2	66.568	OK !!

Tabel 4. *Displacement* dan Simpangan Antar Lantai Arah X dengan Menggunakan Beban Tsunami

No.	Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Displacement (mm)	Displacement yang telah diperbesar (mm)	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan yg diizinkan (mm)	As < As ijin
1	Lantai 1	0	0	0	0	0	OK !!
2	Lantai 2	4900	0.03	0.165	0.165	72.485	OK !!
3	Lantai 3	3800	0.87	4.785	4.62	56.213	OK !!
4	Lantai 4	4500	1.64	9.02	4.235	66.568	OK !!
5	Lantai 5	4500	2.70	14.85	5.83	66.568	OK !!
6	Lantai Dak	4500	3.78	20.79	5.94	66.568	OK !!

Tabel 5. *Displacement* dan Simpangan Antar Lantai Arah Y dengan Menggunakan Beban Tsunami

No.	Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Displacement (mm)	Displacement yang telah diperbesar (mm)	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan yg diizinkan (mm)	As < As ijin
1	Lantai 1	0	0	0	0	0	OK !!
2	Lantai 2	4900	0.40	2.2	2.2	72.485	OK !!
3	Lantai 3	3800	0.61	3.355	1.155	56.213	OK !!
4	Lantai 4	4500	0.99	5.445	2.09	66.568	OK !!
5	Lantai 5	4500	1.43	7.865	2.42	66.568	OK !!
6	Lantai Dak	4500	1.89	10.395	2.53	66.568	OK !!

Dari tabel, dapat dilihat bahwa nilai maksimum displacement struktur untuk arah x dan y yaitu 3,78 mm dan 1,8 mm dimana nilai ini kurang dari nilai simpangan yang diijinkan sebesar 66,568 mm, sehingga struktur bangunan Gedung blok B taman budaya kota Padang mampu menahan beban kerja.

3.2 Perbandingan Simpangan Antarlantai Struktur dengan Beban Tsunami dan Tanpa Beban Tsunami

Perbandingan simpangan antarlantai struktur yang ditinjau yaitu simpangan struktur arah x dan arah y dijelaskan pada grafik yang terdapat pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. Perbandingan Simpangan Antar Lantai Gedung Arah X

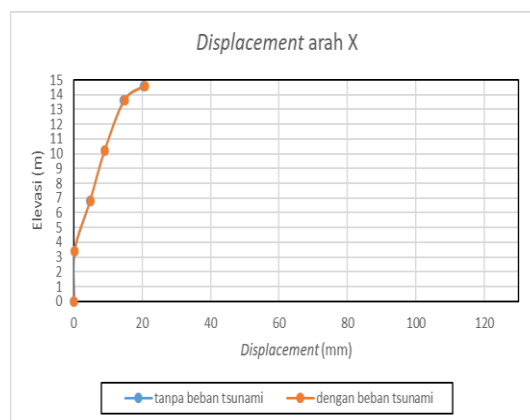


Gambar 12. Perbandingan Simpangan Antar Lantai Gedung Arah Y

Berdasarkan Gambar 11 dan Gambar 12 dapat dilihat bahwa nilai simpangan antar lantai struktur dengan beban tsunami dan tanpa beban tsunami nilainya hampir sama.

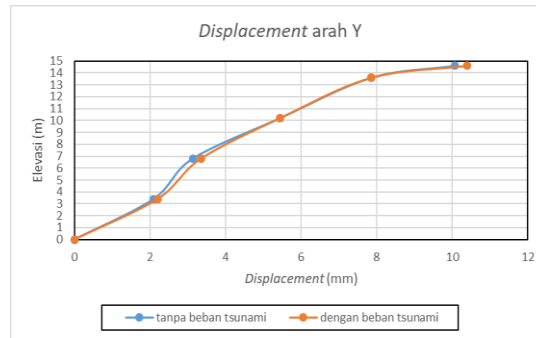
3.3 Perbandingan Displacement Struktur dengan Beban Tsunami dan Tanpa Beban Tsunami

Perbandingan displacement yang telah diperbesar dengan koefisien perbesaran defleksi (C_d) dan faktor ketamaan gempa (I_e) struktur yang ditinjau adalah simpangan struktur arah x dan arah y dijelaskan pada grafik yang terdapat pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Perbandingan Displacement Arah X

Berdasarkan Gambar 13 dan Gambar 14 dapat dilihat bahwa nilai *displacement* struktur dengan beban tsunami dan tanpa beban tsunami nilainya hampir sama.



Gambar 14. Perbandingan *Displacement* Arah Y

3.4 Perbandingan Gaya Dalam Struktur dengan Beban Tsunami dan Tanpa Beban Tsunami

Perbandingan gaya dalam elemen struktur yang ditinjau yaitu gaya dalam balok dan kolom. Berdasarkan hasil analisis diperoleh perbandingan gaya dalam dengan peningkatan nilai gaya dalam pada struktur dengan menggunakan beban tsunami. Peningkatan yang terjadi yaitu : pada kolom terjadi peningkatan 17.28% - 47.67% untuk gaya aksial, 43.25% - 130% untuk gaya geser, dan 62.63% - 118% untuk momen seperti terlihat pada tabel 6 dan tabel 7. Dan pada balok terjadi peningkatan 16.92% - 122.42% untuk gaya geser, dan 73.23% - 170.45% untuk momen seperti terlihat pada tabel 8 dan tabel 9 sebagai berikut:

3.4.1 Kolom

Kolom Eksterior

Tabel 6. Perbandingan Gaya Dalam Kolom Eksterior

UKURAN KOLOM	TITIK	GAYA AKSIAL (KN)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
Ø 90 CM	C68 (LT.1)	-4334.82	-5240.26	17.28
	C68 (LT.2)	-3385.77	-4561.53	25.78
UKURAN KOLOM	TITIK	GAYA GESER (KN)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
Ø 90 CM	C374	17.21	-379.08	104.54
	C82	64.68	113.97	43.25
UKURAN KOLOM	TITIK	MOMEN (KN.M)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
Ø 90 CM	C374	41.854	-232.467	118.00
	C82	45.218	-288.157	115.69

Kolom Interior

Tabel 7 Perbandingan Gaya Dalam Kolom Interior

UKURAN KOLOM	TITIK	GAYA AKSIAL (KN)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
Ø 90 CM	C122	-5019.66	-7487.51	32.96
	C140	-3456.68	-6605.82	47.67
UKURAN KOLOM	TITIK	GAYA GESER (KN)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
Ø 90 CM	C94	190.17	-614.7	130.94
	C138	333.93	704	52.57
UKURAN KOLOM	TITIK	MOMEN (KN.M)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
Ø 90 CM	C94	280.837	751.467	62.63
	C138	-340.003	-1306.843	73.98

3.4.2 Balok

Balok Interior

Tabel 8 Perbandingan Gaya Dalam Balok Interior

UKURAN BALOK	TITIK	GAYA GESER (KN)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
BI (50/85)cm	B97	-291.58	-350.97	16.92
	B78	-374.12	-1390.08	73.09
BA (30/50)cm	B795	-68.29	-240.59	71.62
UKURAN BALOK	TITIK	MOMEN (KN.M)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
BI (50/85)cm	B97	154.832	-726.04	121.33
	B78	179.863	-650.04	127.67
BA (30/50)cm	B795	-167.252	-624.863	73.23

Balok Eksterior

Tabel 9 Perbandingan Gaya Dalam Balok Eksterior

UKURAN BALOK	TITIK	GAYA GESER (KN)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
BI (50/85)cm	B112	27.83	240.83	88.44
	B41	7.9	346.31	97.72
BR (35/60)cm	B920	7.73	-34.48	122.42
UKURAN BALOK	TITIK	MOMEN (KN.M)		PERSENTASE BEDA (%)
		TANPA BEBAN TSUNAMI	DENGAN BEBAN TSUNAMI	
BI (50/85)cm	B112	154.139	-485.972	131.72
	B41	21.311	549.49	96.12
BR (35/60)cm	B920	44.745	-63.514	170.45

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis tentang pengaruh beban tsunami terhadap respon struktur Gedung Blok B Taman Budaya Kota Padang, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada Kolom dan balok terjadi peningkatan gaya dalam akibat beban tsunami. Peningkatan yang diperoleh cukup besar yaitu mencapai

170.45% pada balok di lantai dasar dan 130% untuk gaya geser kolom pada lantai dasar. Peningkatan gaya dalam ini berpengaruh pada dimensi struktur yang digunakan agar mampu memikul beban yang ada.

2. Nilai *displacement* dan simpangan antar lantai struktur dengan beban tsunami dan tanpa beban tsunami yang diperoleh hampir sama dan tidak terjadi peningkatan yang cukup signifikan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *"Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI 1726:2012. Jakarta : BSN.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2012. *"Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana"*. Jakarta: BNPB.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *"Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 2847:2013"*. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain*, SNI 1727:2013 . Jakarta: BSN.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *"Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983"*. Jakarta.
- Fauzan,dkk. 2017. *Effect of Tsunami Loads on Ulak Karang Shelter Building in Padang City*. International Conference on Advanced Engineering and Information Technology. Malaysia.
- FEMA P646-2012 Guidelines for Design of Structure for Vertical Evacuation from Tsunami. Federal Emergency Management Agency. Washington D.C, USA.
- Husna, Annisa El. 2017. *"Sistem Perkuatan Struktur Pada Bangunan Shelter/Tempat Evakuasi Sementara (Tes) Padang Jl.Ulak Karang Padang Utara Yang Tidak Kuat Terhadap Beban Tsunami"*.Padang : Unand.

PERBAIKAN DAN PERKUATAN BANGUNAN PASCA GEMPA SUMATERA BARAT TAHUN 2009

Zaidir, Fauzan, Abdul Hakam dan Febrin Anas Ismail

Pusat Studi Bencana, Universitas Andalas, Kampus Universitas Andalas, Padang 25000
email : zaidir@eng.unand.ac.id

ABSTRAK

Makalah ini membahas jenis kerusakan dan metoda perbaikan serta perkuatan bangunan yang terdampak gempa Sumatera Barat tahun 2009. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan survey dan asesmen pada bangunan secara langsung, baik untuk bangunan engineered maupun non-engineered. Beberapa penyebab kerusakan, diantaranya adalah detailing tulangan yang tidak mengikuti standard yang ada, efek soft-story, kegagalan pondasi, kualitas material yang rendah dan tidak memenuhi persyaratan serta perencanaan dan pelaksanaan konstruksi yang tidak mengikuti kaidah-kaidah dan ketentuan teknis standard bangunan tahan gempa. Perbaikan dan perkuatan pada bangunan dapat dilakukan setelah diketahui jenis dan tipe kerusakan bangunan maupun komponen/bagian-bagian bangunan dan mutu bahan bangunan yang digunakan. Kemudian dilakukan analisis struktur untuk mengetahui penyebab elemen bangunan rusak dan jika hasil analisis dengan beban gempa sesuai peraturan terbaru, struktur bangunan mampu menahan beban gempa maka perkuatan tidak diperlukan, tetapi jika tidak, maka diperlukan perkuatan.

Katakunci : kerusakan, metoda perbaikan, perkuatan, asesmen, beban gempa, analisis struktur.

ABSTRACT

This paper discusses the damage type and method of repairs as well as retrofitting the damage's building which affected due to West Sumatra earthquake 2009. Data collecting is done by doing a survey and assessment on buildings directly, both for the building engineered or non-engineered. Some of the causes of damage, including the detail of reinforcement not meet the existing standard, the soft-story effect, failure of the building foundation, materials quality are low and do not meet the requirements as well as planning and implementation of construction do not follow the the technical standard of the buildings earthquake resistant. Repair and retrofitting on the building can be made after the known type of damage to buildings as well as the components/parts of buildings and the quality of the building materials used. Then conducted an analysis of the structure to find out the cause of the damages building element and if the results of the analysis with the latest earthquake regulations, building structures able to withstand the earthquake then retrofitting is not required, but if not, then required retrofitting.

Keywords : damage, method of repairs, retrofitting, assessment, earthquake load , structural analysis

1. PENDAHULUAN

Bencana gempa dapat menyebabkan banyak bangunan rusak dan juga dapat menyebabkan keruntuhan. Setelah terjadi gempa, banyak bangunan yang rusak

tersebut dirubuhkan atas saran dari pakar, konsultan maupun pihak pemangku kepentingan, sementara sebenarnya bangunan tersebut masih bisa diperbaiki dan dilakukan perkuatan sehingga bangunan tersebut dapat digunakan kembali (Febrin dkk, 2011, 2014). Memberi saran untuk merubuhkan bangunan yang rusak setelah gempa merupakan keputusan yang mudah, tetapi tidak didukung oleh data yang memadai. Sampai saat ini Indonesia belum punya standar dalam melakukan asesmen kerusakan serta metoda perbaikan dan perkuatan bangunan yang rusak pasca gempa. Keuntungan utama melakukan perbaikan dan perkuatan bangunan yang rusak pasca gempa akan dapat menghemat waktu dan biaya (Febrin dkk, 2011, 2014).

Secara umum, bangunan teknik sipil dapat dikelompokkan kedalam bangunan *non-engineered building* dan *engineered building*. *Non engineered building* merupakan bangunan sederhana seperti rumah masyarakat yang tidak dilakukan perhitungan struktur sementara *engineered building* merupakan bangunan yang direncanakan dan dilakukan perhitungan struktur dengan baik oleh konsultan atau ahli struktur (Teddy Boen, 2010). Akibat gempa Sumatera Barat tahun 2009 beberapa tahun lalu, banyak bangunan yang rusak, baik *non engineered building* maupun *engineered building*.

Kerusakan yang terjadi akibat gempa dapat dibedakan atas kerusakan non-struktural (*non-structural damages*) dan struktural (*structural damages*). Kerusakan non-struktural merupakan kerusakan yang terjadi pada bagian non-struktur bangunan seperti plasteran dinding terlepas, dinding bata retak atau pecah, plafond rusak dlsb. Sedangkan kerusakan struktur merupakan kerusakan yang terjadi pada elemen struktur bangunan, seperti retak pada bagian kolom, pelat atau balok, terlepasnya selimut beton balok/kolom atau pecahnya bagian kepala atau bawah kolom (Teddy Boen, 2010)

Perbaikan dan perkuatan bangunan pasca gempa dikenal juga dengan istilah *retrofitting* yang meliputi pekerjaan perbaikan (*repair*), restorasi (*restoration*) dan perkuatan (*strengthening*) pada suatu bangunan yang mengalami kerusakan.

Pekerjaan perbaikan (*repair*) adalah pekerjaan untuk mengembalikan bentuk arsitektur bangunan agar dapat berfungsi kembali dengan baik, seperti ; menambal retak-retak pada dinding dan memperbaiki plasteran yang retak, memperbaiki dan memplaster kembali dinding-dinding pemisah, memperbaiki kabel-kabel listrik, pipa air, pipa gas, saluran pembuangan, pintu-pintu, jendela atau mengganti kaca, dll.

Pekerjaan restorasi (*restoration*) adalah pekerjaan dengan tujuan untuk memperbaiki komponen-komponen struktur penahan beban dan dan mengembalikan kepada kekuatan semula, seperti ; melakukan injeksi semen grout atau bahan *epoxy/polyurethane* kedalam retak-retak kecil yang terjadi pada dinding, balok maupun kolom, menambah jumlah tulangan pada dinding pemikul, balok maupun kolom yang mengalami retak besar dan kemudian diplaster kembali, membongkar bagian kolom/balok yang hancur/rusak, menambah dan memperbaiki tulangannya kemudian di *cor/grouting* kembali.

Pekerjaan perkuatan (*strengthening*) adalah pekerjaan dengan tujuan untuk membuat bangunan menjadi lebih kuat dari kekuatan semula, seperti; menghilangkan sumber-sumber kelemahan atau yang dapat menyebabkan konsentrasi tegangan pada bagian-

bagian tertentu, antara lain : letak kolom/dinding yang tidak simetris, beda kekakuan yang besar antara lantai bangunan, bukaan yang berlebihan, menambah kapasitas bangunan terhadap gaya lateral, dengan cara menambah dinding geser (*shear wall*), *bracing*, menambah dan memperbesar dimensi kolom, menambah daktilitas bangunan, dengan cara memperbaiki, menambah dan memasang tulangan tambahan (geser, lentur, aksial atau torsi) pada detail-detail yang diperlukan, menjadikan bangunan sebagai satu kesatuan dengan cara mengikat semua komponen-komponen penahan beban satu dengan yang lainnya (Anand S Arya, 2013)

Dalam makalah ini dibahas sebab-sebab kerusakan yang terjadi dan metoda perbaikan serta perkuatan yang dilakukan pada sejumlah bangunan yang rusak pasca gempa Sumatera Barat 2009.

2. METODOLOGI

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara langsung pasca gempa Sumatera Barat 2009 oleh tim asesmen bangunan (*building assesment*) Universitas Andalas dengan melakukan survey dan asesmen pada puluhan bangunan yang terdampak gempa di kota Padang. Asesmen dilakukan terhadap *engineered building* dan *non-engineered building*. Data yang diambil meliputi tipe atau jenis kerusakan setiap elemen bangunan, mutu material bangunan (beton dan baja tulangan), konfigurasi bangunan, pondasi dan perkiraan penyebab terjadinya kerusakan. Perbaikan dan perkuatan bangunan yang rusak dilakukan pada elemen struktural maupun pada elemen non struktural pada beberapa bangunan publik seperti sekolah dan hotel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tipe dan Penyebab Kerusakan

Dari hasil survey dan asesmen yang telah dilakukan pada sejumlah bangunan yang rusak di Kota Padang pasca gempa Sumatera Barat 2009, diperoleh beberapa penyebab kerusakan atau keruntuhan yang terjadi pada *engineered building* diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Detailing tulangan yang tidak mengikuti standard yang ada termasuk pada sambungan balok-kolom. Gambar 1 dan Gambar 2 berikut memperlihatkan detailing penulangan yang tidak sesuai standard.



Gambar 1. Detailing penulangan balok-kolom yang buruk.



Gambar 2. Detailing penulangan geser yang tidak sesuai standard.

- b. *Soft-story* yang diikuti oleh keruntuhan sambungan balok-kolom seperti diperlihatkan pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Efek soft-story pada bangunan

- c. Kegagalan pada pondasi, terutama pada sambungan kolom-pondasi (*soil-structure interaction*, efek liquifaksi) seperti diperlihatkan pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Kegagalan pondasi diakibat efek liquifaksi

- d. Kualitas material yang rendah dan tidak memenuhi persyaratan, baik kekuatan maupun kualitas materialnya, diperlihatkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Keruntuhan akibat kualitas material yang tidak memenuhi persyaratan

- e. Perencanaan dan pelaksanaan konstruksi yang tidak mengikuti kaidah-kaidah dan ketentuan teknis standard bangunan tahan gempa.

Pada bangunan non-engineered kerusakan banyak terjadi pada bangunan tanpa penulangan (*unreinforced masonry*). Beberapa tipe kerusakan yang terjadi pada umumnya adalah sebagai berikut :

- a. terjadi retak pada dinding di sudut-sudut bukaan.
- b. terdapat retak diagonal pada dinding.
- c. terjadi pemisahan pada pertemuan 2 dinding.

- d. dinding bata roboh.
- e. kegagalan sambungan balok-kolom.
- f. bangunan roboh.

Gambar-Gambar 6, 7 dan 8 berikut memperlihatkan beberapa tipe keruntuhan yang terjadi pada bangunan *non-engineered*.



Gambar 6. Dinding bata roboh total



Gambar 7. Terjadi pemisahan pada 2 dinding



Gambar 8. Sebagian dinding bata roboh

Secara umum, penyebab utama kerusakan yang terjadi, terutama pada *engineered building* akibat bencana gempa Sumatera Barat 30 September 2009 dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a) Pemahaman dan kesadaran pelaku konstruksi (pemilik, kontraktor dan konsultan) mengenai ketentuan peraturan/standard bangunan tahan/aman gempa masih rendah.
- b) Pelaksanaan penggunaan peraturan/standard gempa ditingkat pelaku konstruksi rendah.
- c) Pengawasan pelaksanaan pembangunan dari pemangku kepentingan, terutama untuk bangunan publik masih kurang.
- d) Kecenderungan kurang memperhatikan kebutuhan struktural (keamanan) dan lebih mementingkan kebutuhan keindahan (arsitektural).
- e) Khusus untuk bangunan non-engineered yang banyak mengalami kerusakan adalah bangunan yang tidak ada penulangan pada elemen strukturnya (*unreinforced masonry building, URM*).

3.2 Metoda Perbaikan dan Perkuatan Bangunan Pasca Gempa

Langkah-langkah pekerjaan perbaikan dan perkuatan pada suatu bangunan yang rusak pasca gempa dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Melakukan survey lapangan untuk menentukan jenis kerusakan bangunan maupun komponen/bagian-bagian bangunan dan mutu bahan bangunan yang digunakan.
2. Khusus bangunan *engineered* dilakukan analisis struktur berdasarkan standard gempa terbaru untuk mengetahui penyebab suatu elemen bangunan rusak, apakah akibat gaya geser, tekan, tarik, lentur, torsi atau sebab lainnya.
3. Setelah jenis kerusakan dapat ditentukan, perbaikan dan restorasi komponen secara terpisah dapat dilakukan.
4. Jika hasil analisis dengan beban gempa sesuai peraturan terbaru, struktur bangunan mampu menahan beban gempa maka perkuatan tidak diperlukan, tetapi jika tidak, maka diperlukan perkuatan.

3.2.1 Perbaikan dan Perkuatan Elemen

Struktur Bangunan

Beberapa jenis pekerjaan perbaikan elemen struktural dan non struktural yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Gambar 9 memperlihatkan proses perbaikan kolom yang mengalami kerusakan pada bagian bawahnya (9.a). Sebelum dilakukan perbaikan, dipasang terlebih dahulu penopang sementara (9.b), kemudian dilakukan pembobokkan (9.c) dan penambahan tulangan longitudinal dan geser (9.d). Kemudian dipasang bekisting dan di cor beton (9.e), dan hasil akhirnya pada (9.f)



(a) kolom rusak



(b) penopang sementara



(c) pembobokan beton



(d) penambahan tulangan



(e) bekisting dan cor beton



(d) setelah perbaikan dan perkuatan

Gambar 9. Proses perbaikan dan perkuatan kolom rusak pada bagian bawah



- | | | | |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|
| (a) kolom atas rusak,
tulangan kurang | (b). penambahan tu-
langan geser dan
longitudinal | (c). pemasangan
bekisting dan
pengecoran beton | (d). setelah perbaikan |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|

Gambar 10. Proses perbaikan dan perkuatan kolom rusak pada bagian atas

Gambar 10. memperlihatkan proses perbaikan dan perkuatan kolom yang rusak pada bagian atasnya. Kolom yang rusak dengan tulangan longitudinal dan geser yang kurang (10.a), diperbaiki dengan penambahan tulangan geser dan longitudinal (10.b). Kemudian dipasang bekisting dan dilakukan cor beton (10.c), dan hasil akhirnya seperti pada (10.d).

Proses perbaikan dan perkuatan balok yang rusak diperlihatkan pada Gambar 11. berikut. Perbaikan dan perkuatan dilakukan dengan menambah tulangan geser pada tumpuan balok, kemudian dilakukan grouting beton.



Gambar 11. Proses perbaikan dan perkuatan balok

Perbaikan dan perkuatan bangunan *non-engineered* diperlihatkan pada Gambar 12 berikut. Bangunan yang sebelumnya tanpa penulangan (*Unreinforced Masonry, URM*) ditambahkan tulangan sloof, kolom dan ring balok. Untuk perkuatan dinding bata dilakukan pemasangan kawat anyam.



Gambar 12. Perbaikan dan perkuatan bangunan *non-engineered* dengan penambahan tulangan sloof, kolom dan ring balok

3.2.2 Perbaikan dan perkuatan elemen non

Struktur

Perbaikan dan perkuatan pada bangunan non-engineered diperlihatkan seperti pada Gambar 13 berikut. Dinding yang akan diperkuat dilakukan pembobokan plasterannya secara diagonal (13a), kemudian dilakukan pemasangan kawat anyam dan kemudian di plaster kembali (13b). Untuk pemasangan dinding baru, perkuatan dapat dilakukan dengan pemasangan kawat anyam secara diagonal (13c) atau dipasang pada seluruh bagian dinding (13d), kemudian baru diplaster.



(a) pembobokan plaster dinding bata



(b) pemasangan kawat anyam dan plasteran



(c) pemasangan kawat anyam diagonal



(d) pemasangan kawat pada dinding bata

Gambar 13 Proses perbaikan dan perkuatan dinding bata dengan pemasangan kawat anyam

4. KESIMPULAN

Dari evaluasi dan pembahasan yang telah dilakukan, beberapa hal dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbaikan dan perkuatan dapat digunakan untuk mengembalikan dan memperkuat bangunan yang rusak akibat gempa, baik bangunan *engineered* maupun bangunan *non-engineered*.
2. Sebelum perkuatan dilakukan, untuk bangunan *engineered* terlebih dahulu harus dilakukan simulasi numerik untuk mengetahui kapasitas bangunan dalam memikul beban gempa sesuai standar terbaru.
3. Tipe perkuatan yang dilakukan terhadap elemen struktur dan non-struktur tergantung dari tingkat kerusakan dari struktur itu sendiri.
4. Keuntungan utama dari perbaikan dan perkuatan bangunan yang rusak akibat gempa dapat menghemat biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan dibandingkan jika dibangun baru.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Febrin Anas I, Abdul Hakam and Fauzan, 2011, Kerusakan Bangunan Hotel Bumi Minang Akibat Gempa 30 September 2009" Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, Vol 10 no. 2 pp 119-125.
- Febrin Anas I, et.al, 2014, Retrofitting of Bumiminang Hotel Building in Padang, The 6th Civil Engineering Conference in Asia Region (CECAR6), Jakarta.
- Teddy Boen dan Rekan, 2010, Cara Memperbaiki Bangunan Sederhana yang Rusak Akibat Gempa Bumi, Cetakan Kedua, WSSI.
- Anand S. Arya, Teddy Boen, Yuji Ihiyama, 2013, Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction.
- Gujarat State Disaster Management Authority Government of Gujarat, 2002, Repair, Restoration and Retrofitting of Masonry Buildings in Kachchh Earthquake Affected Areas of Gujarat.
- Giuseppe Oliveto and Massimo Marletta, 2005, Seismic Retrofitting of Reinforced Concrete Buildings using Traditional and Innovative Techniques, ISET Journal of Earthquake Technology, Paper No. 454, Vol. 42, No. 2-3, pp. 21-46.
- Central Public Works Department in Association with Indian Institute of Technology, 2007, Handbooks on seismic retrofitting of building, Madras.
- Fauzan, Zaidir and Laura M. P, 2010, Analisa kegagalan Struktur dan Perkuatan (Retrofitting) Kolom Gedung B SMA N 10 Padang yang rusak akibat Gempa 30 September 2009", Jurnal Teknik ISSN : 0854-8471, No. 34, Vol 1.
- I Ketut Sulendra, 2005, Kerusakan Akibat Gempa dan Metode Perbaikan Elemen Struktur Pasca Gempa, Jurnal SMARTek, Vol. 3, No. 1.

- Paul Grundy, 2009, The Padang Earthquake 2009 – Lessons and Recovery, Australian Earthquake Engineering Society 2010 Conference, Perth, Western Australia, Department of Civil Engineering, Monash University.
- Zaidir , Fauzan, Abdul Hakam, Febrin A Ismail dan Teddy Boen, 2014, Retrofitting Gedung Balaikota Padang dengan Menggunakan Kawat Anyam, Seminar Nasional Strategi Pengembangan Infrastruktur , Kampus ITP, ISBN : 978-602-70570-1-2.

PENGARUH BEBAN GEMPA BERDASARKAN PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017 TERHADAP RESPON STRUKTUR GEDUNG RUSUNAWA UNIVERSITAS ANDALAS

Fauzan¹, Ruddy Kurniawan², dan Ravinda Mashelvia³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manih, Padang, Indonesia, email;
fauzan@ft.unand.ac.id

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manih, Padang, Indonesia, email;
ruddy142@gmail.com

³Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang email;
ravindamashelvia31@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah rawan gempa, khususnya di daerah Sumatera Barat. Aktivitas gempa di Indonesia meningkat tiap tahunnya sehingga Kementerian PUPR bersama para ahli pakar gempa telah melakukan pemutakhiran Peta Gempa dan mengeluarkan Peta bahaya Gempa Indonesia terbaru tahun 2017. Dengan dikeluarkannya peta bahaya gempa terbaru ini, maka perlu dilakukan analisis terhadap pengaruh perubahan peta gempa ini terhadap bangunan-bangunan eksisting. Dalam penelitian ini dibahas tentang pengaruh perubahan peta bahaya gempa 2017 terhadap struktur bangunan gedung rusunawa universitas Andalas, Padang. Struktur gedung rusunawa memiliki total tinggi bangunan 15.45 m, panjang bangunan 64 m, lebar bangunan 19.20 m, jumlah lantai 4 (empat) lantai dengan jenis struktur beton bertulang. Beban gempa yang digunakan pada penelitian ini adalah beban gempa respon spektrum yang dihitung dari dua peta gempa, yaitu peta gempa tahun 2017 dan peta gempa berdasarkan SNI 1726-2012. Dari hasil analisis, diperoleh hasil bahwa terjadi peningkatan simpangan antar lantai dan displacement dari peta gempa SNI 1726-2012 ke peta gempa tahun 2017 yaitu sebesar 11.02% untuk simpangan antar lantai dan 10.27% untuk displacement, serta peningkatan pada gaya dalam yaitu: 0.06% - 0.96% untuk gaya aksial, 0.69% - 7.26% untuk gaya geser, dan 0.43% - 7.67% untuk momen pada kolom dan 2.93% - 3.82% untuk gaya geser dan 4.22% - 5.44% untuk momen pada balok.

Katakunci: gedung rusunawa, peta bahaya gempa 2017, peta gempa SNI1726-2012, respon struktur

ABSTRACT

Indonesia is an area prone to earthquakes, especially in the area of West Sumatra. Earthquake activity in Indonesia increases every year so that the Ministry of PUPR together with the earthquake experts have done updating Earthquake Map and issued the latest Indonesia Earthquake Hazard Map 2017. With the publishing of this new earthquake hazard map, it is necessary to analyze the effect of earthquake map changes to the existing. This study discussed the effect of

earthquake hazard map changes in 2017 on the structure of the University of Andalas dormitory building, Padang. The structure of dormitory building has total building height 15.45 m, building length 64 m, building width 19.20 m, number of floor is 4 (four) floors, which is made of reinforced concrete structure. Earthquake load used in this study is the earthquake load spectrum response calculated from two earthquake maps: the earthquake map of 2017 and earthquake maps based on SNI 1726-2012. From the analysis result, it was found that the inter-story drift and displacement was increased from the earthquake hazard map of 2017 to SNI 1726-2012 map that reached 11.02% and 10.27%, respectively and the increase in the internal forces are: 0.06% - 0.96% for axial force, 0.69% - 7.26% for shear force and 0.43% - 7.67% for the moment on the column, and 2.93% - 3.82% for shear forces and 4.22% - 5.44% for the moment on the beam.

Keywords: dormitory, earthquake hazard map 2017, earthquake map in SNI 1726-2012, structural response.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah rawan gempa, khususnya daerah Sumatera Barat. Aktivitas gempa di Indonesia meningkat tiap tahunnya. Pada tahun 2016, jumlah gempa yang tercatat oleh BMKG adalah sebanyak 5.578 gempa, sementara pada tahun 2017 tercatat sebanyak 6.929 kali gempa (National Geographic, 2018). Berdasarkan Peta Gempa SNI 2012 terdapat sesar aktif pemicu gempa berjumlah 81 dan sekarang ini ditemukan 295 sesar aktif (Nationalgeographic.co.id/berita/2018/01/bmkg-aktivitas-gempa-di-indonesia-meningkat-drastis-pada-tahun-2017#, diakses 27 Maret 2018).

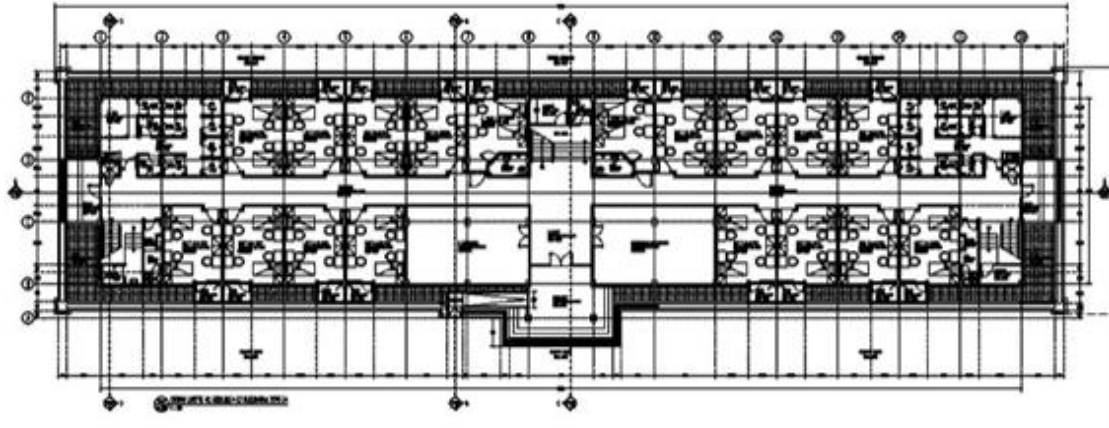
Kementrian PUPR bersama para ahli pakar gempa melakukan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana gempa dengan menyiapkan pemutakhiran Peta Gempa setiap lima tahun yang menjadi acuan perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan bangunan gempa. Penyusunan pembaharuan Peta Gempa 2017 mengacu konsep Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) dan Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) dengan menggunakan semua data dan informasi serta metode terkini untuk wilayah Indonesia (<https://www.pu.go.id/berita/view/11416/kementrian-pupr-luncurkan-peta-sumber-dan-bahaya-gempa-indonesia-tahun-2017>, diakses 27 Maret 2018).

Dengan adanya peta gempa terbaru tahun 2017 yang lebih mengacu pada kondisi terkini untuk wilayah Indonesia, peneliti tertarik untuk mengetahui pengaruh perubahan peta bahaya gempa Indonesia terhadap struktur gedung rusunawa Universitas Andalas, Padang.

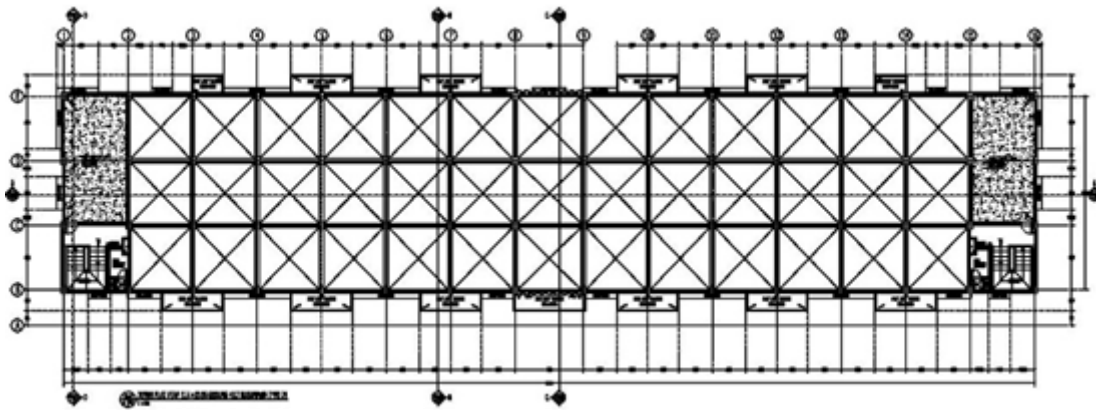
2. METODOLOGI PENELITIAN

Sebelum dilakukan analisis terhadap respon struktur gedung, perlu dilakukan pengumpulan data dan informasi mengenai struktur gedung. Struktur gedung rusunawa memiliki total tinggi bangunan 15.45 m, panjang bangunan 64 m, lebar bangunan 19.20 m, jumlah lantai 4 (empat) lantai dengan jenis struktur beton

bertulang. Mutu beton yang digunakan f'_c 29.42 MPa dan mutu baja f_y 420 MPa. Perencanaan Pemodelan dan analisis struktur dilakukan dengan menggunakan software ETABS 9.7.1. Denah bangunan rusunawa dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Denah Lantai 1-4 Gedung Rusunawa Universitas Andalas



Gambar 2. Denah Plat Atap Gedung Rusunawa Universitas Andalas

Dimensi komponen struktur :

- a. Struktur balok
 - Balok induk (30/50)
 - Balok anak (20/30)
- b. Struktur kolom
 - Lantai 1 dan 2 (60x50)
 - Lantai 3, 4, atap (50x40)
- c. Struktur pelat
 - Pelat Atap Balkon = 100 mm
 - Pelat Lantai = 130 mm

- Pelat Atap Kontainer Air = 150 mm

Pembebanan yang dilakukan berupa beban mati, beban hidup dan beban gempa.

1. Beban mati

- Berat jenis beton = 2400 kg/m³
- Adukan semen (per-cm tebal)= 21 kg/m²
- Plafond/ langit-langit = 11 kg/m²
- Tembok batu bata (1/2 batu) = 250 kg/m²

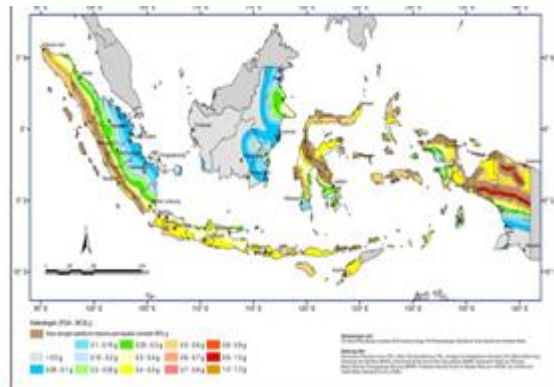
2. Beban hidup

- Ruang tidur = 195 kg/m²
- Balkon = 234 kg/m²
- Toilet = 150 kg/m²
- Koridor = 299 kg/m²
- Ruang kantor = 187 kg/m²
- Lobby = 374 kg/m²

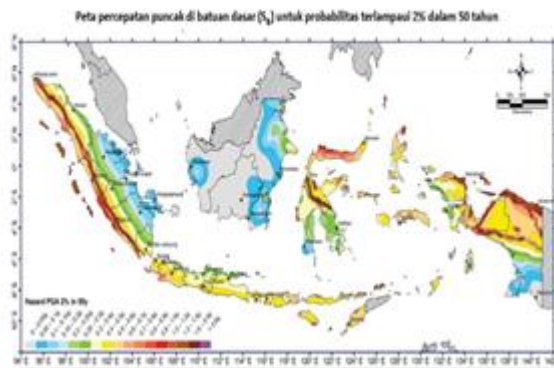
3. Beban gempa

Beban gempa yang digunakan pada penelitian ini adalah beban gempa respon spektrum yang dihitung dari dua peta gempa, yaitu peta gempa berdasarkan SNI 1726-2012 dan peta gempa tahun 2017.

Percepatan gempa tahun 2017 lebih besar daripada peta gempa SNI 1726-2012 dan beberapa lokasi yang sebelumnya belum dilalui gempa, tapi pada peta gempa tahun 2017 sudah dilalui gempa misalnya di pulau Kalimantan, seperti yang dapat terlihat pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Peta Wilayah Gempa Berdasarkan Peta Gempa SNI 1726-2012



Gambar 4. Peta Wilayah Gempa Berdasarkan Peta Gempa Tahun 2017

(Sumber : Peta gempa Indonesia 2017 dan Aplikasinya untuk Perencanaan Gedung dan Infrastruktur Tahan Gempa)

Percepatan gempa (SA) berdasarkan peta gempa tahun 2017 lebih besar dibandingkan percepatan peta gempa SNI 1726-2012 seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

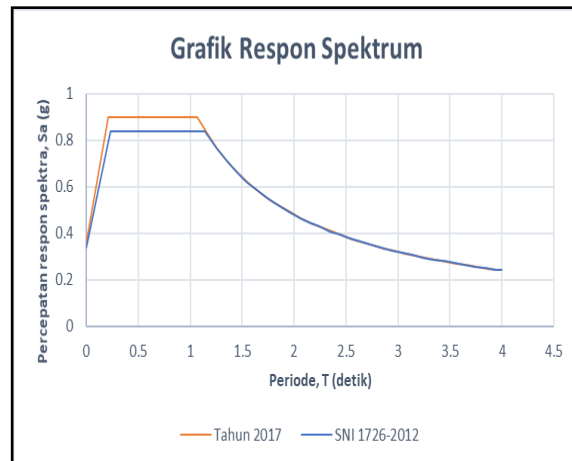
Tabel 1. Data Respon Spektrum Berdasarkan Peta Gempa SNI 1726-2012

Variabel	Nilai	T (detik)	SA (g)
PGA (g)	0.515	0	0.336
SS (g)	1.398	T0	0.839
S1 (g)	0.6	TS	0.839
CRS	1.096	TS+0	0.771
CR1	0.955	TS+0.1	0.714
FPGA	0.9	TS+0.2	0.665
FA	0.9	TS+0.3	0.622
FV	2.4	TS+0.4	0.584
PSA (g)	0.463	TS+0.5	0.550
SMS (g)	1.258	TS+0.6	0.520
SM1 (g)	1.44	TS+0.7	0.494
SDS (g)	0.839	TS+0.8	0.470
SD1 (g)	0.96	TS+0.9	0.448
T0 (detik)	0.229	TS+1	0.428
TS (detik)	1.144	TS+1.1	0.409
		TS+1.2	0.393
		TS+1.3	0.377
		TS+1.4	0.363
		TS+1.5	0.350
		TS+1.6	0.338
		TS+1.7	0.326
		TS+1.8	0.315
		TS+1.9	0.305
		TS+2	0.296
		TS+2.1	0.287
		TS+2.2	0.279
		TS+2.3	0.271
		TS+2.4	0.263
		TS+2.5	0.256
		TS+2.6	0.250
		TS+2.7	0.243
		4	0.240

Tabel 2. Data Respon Spektrum Berdasarkan Peta Gempa Tahun 2017

Variabel	Nilai	T (detik)	SA (g)
PGA (g)	0.6	0	0.360
SS (g)	1.3	T ₀	0.900
S1 (g)	0.6	T _s	0.900
FPGA	0.9	T _s +0	0.823
FA	0.9	T _s +0.1	0.758
FV	2.4	T _s +0.2	0.702
SMS (g)	1.35	T _s +0.3	0.653
SM1 (g)	1.44	T _s +0.4	0.613
SDS (g)	0.9	T _s +0.5	0.576
SD1 (g)	0.96	T _s +0.6	0.543
TO (detik)	0.213333	T _s +0.7	0.514
TS (detik)	1.066667	T _s +0.8	0.488
		T _s +0.9	0.465
		T _s +0.10	0.443
		T _s +0.11	0.424
		T _s +0.12	0.406
		T _s +0.13	0.389
		T _s +0.14	0.374
		T _s +0.15	0.360
		T _s +0.16	0.347
		T _s +0.17	0.335
		T _s +0.18	0.324
		T _s +0.19	0.313
		T _s +0.20	0.303
		T _s +0.21	0.294
		T _s +0.22	0.285
		T _s +0.23	0.277
		T _s +0.24	0.269
		T _s +0.25	0.262
		T _s +0.26	0.255
		T _s +0.27	0.248
		T _s +0.28	0.242
		4	0.240

Peningkatan gempa dari peta gempa SNI 1726-2012 ke peta gempa tahun 2017 untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Respon Spektrum

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 3Simpangan Antar Lantai

Parameter-parameter penentuan simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726-2012 adalah sebagai berikut:

- Faktor Pembesaran Defleksi (C_d)

Berdasarkan Tabel 9 SNI 1726:2012 Sistem Struktur adalah SRPMK dengan $C_d = 5,5$

b. Faktor Keutamaan Gempa (I_e)

Berdasarkan Kategori Resiko, bangunan rusunawa termasuk kategori resiko II sehingga memiliki $I_e = 1$

c. Simpangan antar Lantai (Δa)

Berdasarkan Tabel 16 SNI 1726:2012 simpangan antar lantai diijinkan untuk gedung kategori resiko II adalah $0,025 H$ dan berdasarkan pasal 7.12.1.1 untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi $\Delta a / \rho$ untuk semua tingkat

d. Faktor Redundansi (ρ)

Berdasarkan Tabel 6 SNI 1726:2012 Faktor redundansi untuk gedung KDS E Resiko II ($0,5 \leq SDS$) dan Pasal 7.3.4.2 maka nilai $\rho = 1,3$.

$$\Delta = \frac{\delta \cdot C_d}{I} \quad (1)$$

$$\Delta a = \frac{0,025 \cdot h}{\rho} \quad (2)$$

Dimana :

Δ = Displacement yang telah diperbesar

Δa = Simpangan antar lantai ijin

C_d = Faktor Pembesaran defleksi

I = Faktor Keutamaan Gempa

h = Tinggi lantai

δ = Selisih simpangan antar lantai

ρ = Faktor Redudansi

Berikut nilai simpangan antar lantai gedung akibat gempa arah X dan Y yang dapat dilihat pada Tabel 3 – Tabel 6.

1. Displacement dan simpangan antar lantai akibat beban gempa berdasarkan SNI 1726-2012

Tabel 3. Displacement dan Simpangan Antar Lantai Arah X Akibat Beban Gempa
Berdasarkan SNI 1726-2012

No	Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Displacement (mm)	Displacement yang telah diperbesar (mm)	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan yg di izinkan (mm)	Keterangan
1	Lantai 1	0	0	0	0	0	OK !!
2	Lantai 2	3400	9.74	30.57	20.57	50.296	OK !!
3	Lantai 3	3400	9	49.5	28.93	50.296	OK !!
4	Lantai 4	3400	14.2	78.1	28.6	50.296	OK !!
5	Lantai Dak	3400	17.83	98.065	19.965	50.296	OK !!
6	Atap	1000	18.48	101.64	3.575	14.793	OK !!

Tabel 4. Displacement dan Simpangan Antar Lantai Arah Y Akibat Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012

No.	Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Displacement (mm)	Displacement yang telah diperbesar (mm)	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan yg di izinkan (mm)	Keterangan
1	Lantai 1	0	0	0	0	0	OK !!
2	Lantai 2	3400	4.09	22.495	22.495	50.296	OK !!
3	Lantai 3	3400	10.57	58.135	35.64	50.296	OK !!
4	Lantai 4	3400	16.98	93.39	35.255	50.296	OK !!
5	Lantai Dak	3400	22.05	121.275	27.885	50.296	OK !!
6	Atap	1000	23.32	128.26	6.985	14.793	OK !!

2. Displacement dan simpangan antar lantai akibat beban gempa tahun 2017

Tabel 5. Displacement dan Simpangan Antar Lantai Arah X Akibat Beban Gempa Tahun 2017

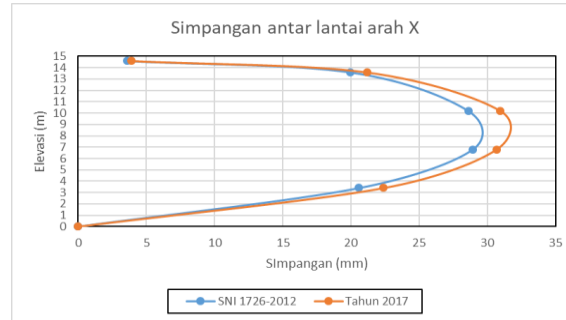
No.	Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Displacement (mm)	Displacement yang telah diperbesar (mm)	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan yg di izinkan (mm)	Keterangan
1	Lantai 1	0	0	0	0	0	OK !!
2	Lantai 2	3400	4.07	22.385	22.385	50.296	OK !!
3	Lantai 3	3400	9.65	53.075	30.69	50.296	OK !!
4	Lantai 4	3400	15.28	84.04	30.965	50.296	OK !!
5	Lantai Dak	3400	19.13	105.215	21.175	50.296	OK !!
6	Atap	1000	19.84	109.12	3.905	14.793	OK !!

Tabel 6. Displacement dan Simpangan Antar Lantai Arah Y Akibat Beban Gempa Tahun 2017

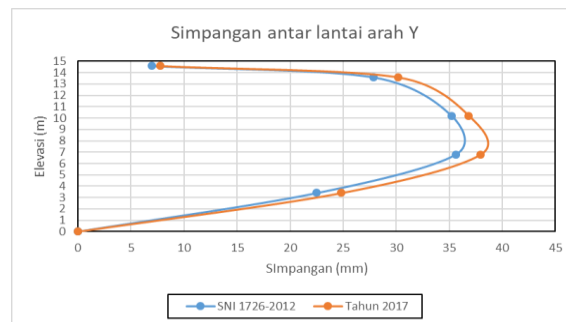
No.	Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Displacement (mm)	Displacement yang telah diperbesar (mm)	Simpangan antar lantai (mm)	Simpangan yg di izinkan (mm)	Keterangan
1	Lantai 1	0	0	0	0	0	OK !!
2	Lantai 2	3400	4.51	24.805	24.805	50.296	OK !!
3	Lantai 3	3400	11.41	62.755	37.95	50.296	OK !!
4	Lantai 4	3400	18.11	99.605	36.85	50.296	OK !!
5	Lantai Dak	3400	23.60	129.8	30.195	50.296	OK !!
6	Atap	1000	25.01	137.555	7.755	14.793	OK !!

3.2 Perbandingan Simpangan Antar Lantai Struktur Berdasarkan Peta Gempa SNI 1726-2012 dan Peta Gempa Tahun 2017

Perbandingan simpangan antar lantai struktur yang ditinjau adalah simpangan struktur arah x dan arah y. Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan simpangan antara beban gempa berdasarkan peta gempa SNI 1726-2012 dan peta gempa tahun 2017 yaitu mencapai 11.02%.



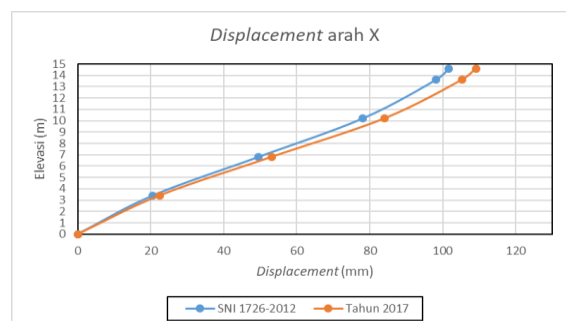
Gambar 6. Perbandingan Simpangan Antar Lantai Gedung Arah X



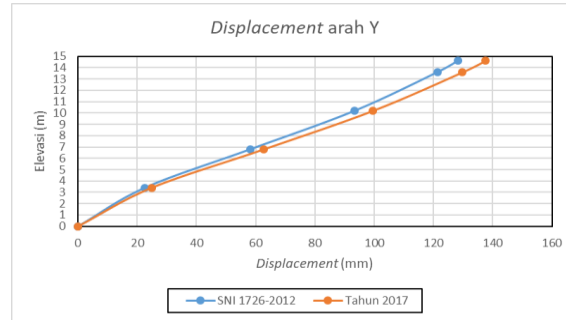
Gambar 7. Perbandingan Simpangan Antar Lantai Gedung Arah Y

3.3 Perbandingan Displacement Berdasarkan Peta Gempa SNI 1726-2012 dan Peta Gempa Tahun 2017

Perbandingan displacement yang telah diperbesar dengan koefisien perbesaran defleksi (C_d) dan faktor ketamaan gempa (I_e) struktur yang ditinjau adalah simpangan struktur arah x dan arah y. Berdasarkan Gambar 8 dan Gambar 9 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan displacement antara beban gempa berdasarkan peta gempa SNI 1726-2012 dan peta gempa tahun 2017 yaitu mencapai 10.27%.



Gambar 8. Perbandingan Displacement Struktur Gedung Arah X



Gambar 9. Perbandingan Displacement Struktur Gedung Arah y

3.4 Perbandingan Gaya Dalam Struktur Berdasarkan Peta Gempa SNI 1726-2012 dan Peta Gempa Tahun 2017

Perbandingan gaya dalam struktur yang ditinjau adalah gaya dalam balok dan gaya dalam kolom. Berdasarkan hasil perbandingan, terjadi peningkatan gaya dalam dari peta gempa SNI 1726-2012 ke peta gempa tahun 2017 yaitu : pada kolom terjadi peningkatan 0.06% - 0.96% untuk gaya aksial, 0.69% - 7.26% untuk gaya geser, dan 0.43% - 7.67% untuk momen seperti yang terlihat pada tabel 7 dan tabel 8 dan pada balok terjadi peningkatan 2.93% - 3.82% untuk gaya geser dan 4.22% - 5.44% untuk momen seperti yang terlihat pada table 9 dan table 10.

1. Kolom

Kolom Eksterior

Tabel 7. Perbandingan Gaya Dalam Kolom Eksterior

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	GAYA AKSIAL		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
60 cm x 50 cm	1	C151	1354.27	1341.34	0.96
	2	C151	1072.58	1063.46	0.86
50 cm x 40 cm	3	C151	790.71	785.45	0.67
	4	C151	536.26	533.81	0.46
	ATAP	C122	31.12	31.1	0.06

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	GAYA GESER		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
60 cm x 50 cm	1	C58	98.25	91.6	7.26
	2	C170	109.6	103.29	6.11
50 cm x 40 cm	3	C170	83.44	78.71	6.01
	4	C151	122.8	120.89	1.58
	ATAP	C120	230.62	229.03	0.69

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	MOMEN		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
60 cm x 50 cm	1	C58	227.432	212.033	7.26
	2	C167	159.726	150.288	6.28
50 cm x 40 cm	3	C167	89.885	84.762	6.04
	4	C151	223.968	220.665	1.50
	ATAP	C120	219.462	218.524	0.43

Kolom Interior

Tabel 8. Perbandingan Gaya Dalam Kolom Interior

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	GAYA AKSIAL		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
60 cm x 50 cm	1	C149	1662.51	1659.91	0.16
	2	C149	1293.53	1291.25	0.18
50 cm x 40 cm	3	C149	927.61	925.59	0.22
	4	C149	580.5	578.92	0.27
	ATAP	C122	31.12	31.1	0.06

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	GAYA GESER		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
60 cm x 50 cm	1	C120	99.49	92.78	7.23
	2	C85	110.76	103.32	7.20
50 cm x 40 cm	3	C85	69.52	65.06	6.86
	4	C120	73.91	71.72	3.05
	ATAP	C132	14.83	14.08	5.33

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	MOMEN		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
60 cm x 50 cm	1	C120	227.432	211.232	7.67
	2	C85	179.675	167.621	7.19
50 cm x 40 cm	3	C112	103.617	97.223	6.58
	4	C120	123.947	121.136	2.32
	ATAP	C132	31.559	29.651	6.43

2. Balok

Balok Eksterior

Tabel 9. Perbandingan Gaya Dalam Balok Eksterior

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	GAYA GESER		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
BU (30/50)c m	1	B109	148	142.7	3.71
	2	B109	152.73	147.11	3.82
	3	B109	140.81	136.23	3.36

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	MOMEN		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
BU (30/50)c m	1	B109	161.313	153.116	5.35
	2	B109	168.974	160.252	5.44
	3	B109	157.796	150.342	4.96

Balok Interior

Tabel 10. Perbandingan Gaya Dalam Balok Interior

UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	GAYA GESER		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
BU (30/50)cm	1	B66	240.13	232.43	3.31
	2	B66	257.58	248.78	3.54
	3	B66	223.12	216.77	2.93
UKURAN KOLOM	LANTAI	TITIK	MOMEN		PERSENTASE BEDA (%)
			2017	SNI 2012	
BU (30/50)cm	1	B106	182.361	174.507	4.50
	2	B106	191.421	183.024	4.59
	3	B106	170.829	163.906	4.22

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis tentang pengaruh perubahan beban gempa terhadap respon struktur gedung rusunawa Universitas Andalas yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Terjadi peningkatan simpangan antara beban gempa berdasarkan peta gempa sni 1726-2012 dan peta gempa tahun 2017 yaitu mencapai 11.02%.
2. Terjadi peningkatan displacement antara beban gempa berdasarkan peta SNI 1726-2012 dan peta gempa tahun 2017 mencapai 10.27%.
3. Pada kolom terjadi peningkatan gaya dalam akibat beban gempa antara SNI 1726-2012 dan peta gempa tahun 2017 yaitu 0.06% - 0.96% untuk gaya aksial, 0.69% - 7.26% untuk gaya geser, dan 0.43% - 7.67% untuk momen.
4. Pada balok terjadi peningkatan gaya dalam akibat beban gempa antara SNI 1726-2012 dan peta gempa tahun 2017 yaitu 2.93% - 3.82% untuk gaya geser dan 4.22% - 5.44% untuk momen.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asrurifak, dkk. 2017, Peta gempa Indonesia 2017 dan Aplikasinya untuk Perencanaan Gedung dan Infrastruktur Tahan Gempa, [pdf]. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 1726:2012". Jakarta: BSN
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2017. Kementrian PUPR meluncurkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. <https://www.pu.go.id/berita/view/11416/kementrian-pupr-luncurkan-peta-sumber-dan-bahaya-gempa-indonesia-tahun-2017>, diakses 27 Maret 2018
- National Geographic. 2018. BMKG: Aktivitas Gempa di Indonesia Meningkat Drastis pada Tahun 2017. nationalgeographic.co.id/berita/2018/01/bmkg-aktivitas-gempa-di-indonesia-meningkat-drastis-pada-tahun-2017#, diakses 27 Maret 2018

EVALUASI KELAYAKAN STRUKTUR BANGUNAN SHELTER NURUL HAQ YANG DIBANGUN DI ATAS TANAH YANG BERPOTENSI LIKUIFAKSI

Rina Yuliet¹, Fauzan², dan Helza Riani³

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang
Email: rina@ft.unand.ac.id

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang,
Email: fauzanrn@yahoo.com

³Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang,
Email: helzariani22@gmail.com

ABSTRACT

The impact caused by an earthquake is the loss of soil stability (failure of the lower structure). Analysis of Liquefaction Potential in Nurul Haq shelter, Padang uses Standard Penetration Test (SPT) data. This liquefaction potential analysis aims to determine the value of safety factor (FS) obtained from Cyclic Resistance Ratio (CRR) and Cyclic Stress Ratio (CSR).

Keywords : earthquake, liquefaction, Standard Penetration Test (SPT), faktor keamanan (FS), Cyclic Resistance Ratio (CRR), Cyclic Stress Ratio (CSR)

ABSTRAK

Dampak yang disebabkan oleh gempa bumi adalah hilangnya kestabilan tanah (kegagalan struktur bagian bawah). Analisa Potensi likuifaksi pada shelter Nurul Haq, Padang menggunakan data Standard Penetration Test (SPT). Analisa potensi likuifaksi ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan (FS) yang didapat dari nilai perbandingan Cyclic Resistance Ratio (CRR) dan Cyclic Stress Ratio (CSR).

Kata Kunci : gempa bumi, likuifaksi, Standard Penetration Test (SPT), faktor keamanan (FS), Cyclic Resistance Ratio (CRR), Cyclic Stress Ratio (CSR)

1. PENDAHULUAN

Kota Padang merupakan kawasan yang rawan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami. Hal ini dikarenakan Kota Padang berdekatan dengan pertemuan lempeng Indo-Australia dengan Eurasia. Pada 30 September 2009 di lepas pantai Sumatera Barat pada pukul 17:16 WIB terjadi gempa bumi yang berpusat sekitar 50 km barat laut Kota Padang (Sumber : BMKG). Gempa yang berkekuatan 7,6 Skala Richter ini menyebabkan kerusakan pada fisik bangunan dan berpotensi terjadinya tsunami. Oleh karena itu, dibutuhkan bangunan TES / *shelter* yang berfungsi sebagai tempat evakuasi sementara sesaat sebelum terjadinya tsunami. Bangunan ini diperlukan pada skala lingkungan agar masyarakat segera mencapai ketinggian yang aman sehingga terhindar dari terjangan arus tsunami (BNPB, 2012).

Namun gempa bumi dapat menyebabkan hilangnya kestabilan tanah (kegagalan struktur bagian bawah). Peristiwa ini terjadi akibat tanah pasir yang mencair saat terjadi gempa yang disebut likuifaksi. Biasanya terjadi pada tanah pasir yang bersifat jenuh dan bergradasi seragam.

Shelter Nurul Haq Kota Padang dibangun di atas tanah yang berpotensi likuifaksi. Oleh karena itu dilakukan perhitungan potensi likuifaksi dan perhitungan daya dukung pondasi terhadap bangunan *shelter*.

2. METODOLOGI

Berikut tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian :

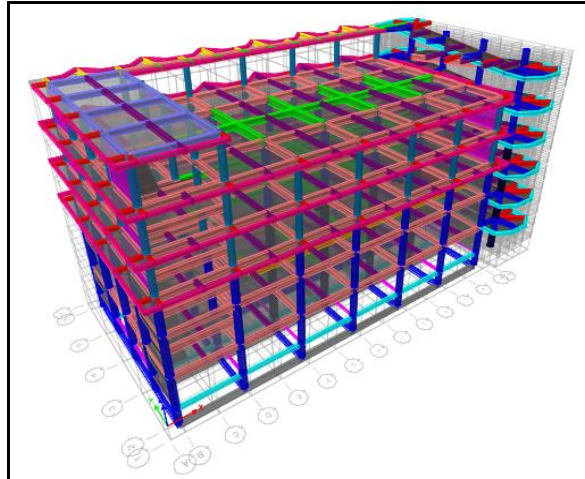
1. Tahap Persiapan
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang sesuai dengan kasus yang akan dianalisis. Hal ini dilakukan agar hasil analisis memiliki dasar dan dapat dipertanggungjawabkan.
2. Permodelan Struktur
Permodelan struktur *Shelter* Nurul Haq menggunakan ETABS 2016. Data struktur yang digunakan didapat dari gambar rencana.
3. Analisis Pembebanan
Pembebanan yang dilakukan berupa beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban tsunami.
4. Analisis Likuifaksi
Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah metode yang disepakati oleh workshop mengenai CRR oleh NCEER pada tahun 1996 dan tahun 1998, yang dimuat dalam Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering.
5. Daya Dukung Pondasi
Data yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi adalah data N-SPT.
6. Hasil dan Pembahasan
Setelah analisis pembebanan, kemudian dilakukan analisis struktur dengan ETABS 2016. Nilai reaksi perletakan yang diperoleh dibandingkan dengan nilai kapasitas pondasi yang dihitung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Struktur

Shelter Nurul Haq terdiri atas 7 (tujuh) lantai yang memiliki total tinggi bangunan 23,12 m, panjang bangunan 40 m dan lebar bangunan 20 m, dengan jenis struktur beton bertulang.

Permodelan dan Analisis struktur dilakukan dengan ETABS 2016.



Gambar 1. Permodelan Struktur Bangunan

Dimensi komponen struktur adalah :

- a. Struktur Balok
 - Balok 1 (30/60)
 - Balok 2 (35/75)
 - Balok 3 (25/60)
 - Balok 4 (20/30)
 - Balok A (25/40)
- b. Struktur Kolom
 - Kolom 1 ($\varnothing 70$)
 - Kolom 2 ($\varnothing 60$)
 - Kolom 3 ($\varnothing 50$)
 - Kolom 4 ($\varnothing 30$)
- c. Struktur Pelat
 - Pelat Lantai = 150 mm
 - Pelat Atap = 120 mm

3.2 Beban-beban yang Bekerja

3.2.1 Beban Mati

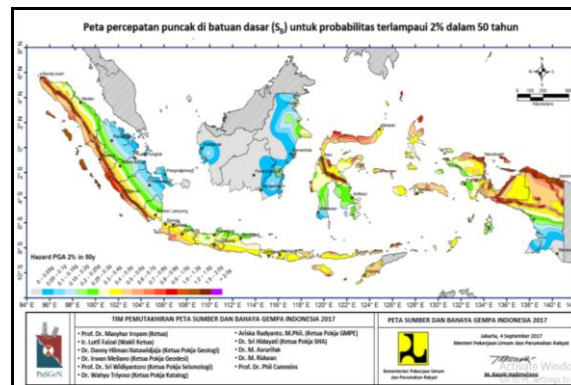
- BV Spesi = 21 Kg/m²/cm
- BV Plafon = 20 Kg/m²/cm
- BV MEP = 25 Kg/m²
- Water Proofing = 14 Kg/m²
- Keramik = 24 Kg/m²/cm
- BV Dinding = 250 Kg/m²

3.2.2 Beban Hidup

Pengungsi	=	250	kg/m ²	FEMA
Toilet	=	200	kg/m ²	PPIUG 1983
Selasar	=	383	kg/m ²	PPIUG 1983
Dapur Umum	=	488,28	kg/m ²	SNI 1727:2013
Tangga	=	300	kg/m ²	PPIUG 1983
Bordes	=	300	kg/m ²	PPIUG 1983
Ramp	=	479	kg/m ²	SNI 1727:2013
Hujan	=	20	kg/m ²	PPIUG 1983
Ruang Serbaguna	=	400	kg/m ²	PPIUG 1983
Balkon	=	300	kg/m ²	PPIUG 1983
Power House	=	400	kg/m ²	PPIUG 1983
Ruang Genset	=	400	kg/m ²	PPIUG 1983
Ruang Mesin	=	400	kg/m ²	PPIUG 1983
Gudang Alat	=	400	kg/m ²	PPIUG 1983
Ruang Ganti	=	250	kg/m ²	PPIUG 1983
Panggung	=	400	kg/m ²	PPIUG 1983
Ruang Rias	=	250	kg/m ²	PPIUG 1983
Ruang Simpan	=	400	kg/m ²	PPIUG 1983
Ruang Alat Kesenian	=	250	kg/m ²	PPIUG 1983
Sekretariat	=	250	kg/m ²	PPIUG 1983
Koridor	=	488,28	kg/m ²	PPIUG 1983
Ruang Rapat	=	400	kg/m ²	PPIUG 1983

3.2.3 Beban Gempa

Beban gempa berdasarkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017.

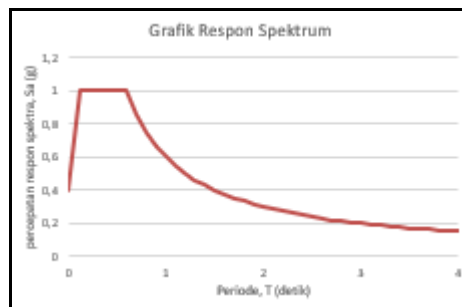


Gambar 2. Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia 2017

1. Beban Dinamik (Respon Spektrum)

Tabel 1. Data Respon Spektrum Rencana Berdasarkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017

Varia	Nilai	T	Sa
PGA (g)	0,6	0	0,4
S ₁ (g)	1,5	0,12	1,000
S ₁ (g)	0,6	0,6	1,000
C _{R5}		0,7	0,857
C _{R1}		0,8	0,750
F _{PGA}	1	0,9	0,667
F _R	1	1	0,600
F _V	1,5	1,1	0,545
PGA (g)	0,60	1,2	0,500
S _{H5} (g)	1,50	1,3	0,462
S _{H1} (g)	0,90	1,4	0,429
S _{D5} (g)	1,00	1,5	0,400
S _{D1} (g)	0,60	1,6	0,375
T ₁	0,12	1,7	0,353
T ₂	0,6	1,8	0,333
		1,9	0,316
		2	0,300
		2,1	0,286
		2,2	0,273
		2,3	0,261
		2,4	0,250
		2,5	0,240
		2,6	0,231
		2,7	0,222
		2,8	0,214
		2,9	0,207
		3	0,200
		3,1	0,194
		3,2	0,188
		3,3	0,182
		3,4	0,176
		3,5	0,171
		3,6	0,167
		3,7	0,162
		3,8	0,158
		3,9	0,154
		4	0,150



Gambar 3. Grafik Respon Spektrum Rencana

Setelah didapat data respon spektrum maka diinputkan di permodelan ETABS 9.71 yang telah dibuat Kemudian isi scale factor pada ETABS dengan rumus :

$$SF = \frac{G \cdot I}{R} \quad (1)$$

Dimana :

G = Gravitasi

- I = Faktor Keutamaan Gedung (SNI 1726:2012, Tabel 2)
R = Koefisien Modifikasi Respon (SNI 1726:2012, Tabel 9)

3.2.4 Beban Tsunami

Perhitungan beban tsunami berdasarkan peraturan FEMA.

Tabel 2. Beban Tsunami

Beban Tsunami		
Gaya Hidrostatik	$F_h = 0,5 \cdot g \cdot \rho_s \cdot B \cdot h \cdot \max$ $= 28541,7 \text{ kg}$	(di ketinggian 1/3 hmax pada bidang terkena aliran tsunami)
Gaya Apung	$F_b = \rho_s \cdot g \cdot V$ $= 5830 \text{ kg}$	(pada lantai yang terendam genangan tsunami)
Gaya Hidronamik	$F_d = 0,5 \cdot \rho_s \cdot C_d \cdot B \cdot (h_u2)_{\max}$ $= 7595,775 \text{ kg}$	(pada elemen struktur terkena genangan tsunami)
Gaya Impuls	$F_s = 1,5 \cdot F_d$ $= 11393,66 \text{ kg}$	(pada dinding struktural)
Gaya hantaman Puing-puing	$F_i = 1,3 \cdot u_{\max} \cdot \sqrt{(k \cdot m_d \cdot (1 + c))}$ $= 63593,18 \text{ kg}$	(pada elemen struktur mengalami benturan)
Gaya akibat bendung puing-puing	$F_{dm} = (1/2) \cdot \rho_s \cdot C_d \cdot B_d \cdot (h_u2)_{\max}$ $= 151916 \text{ kg}$	(pada elemen struktur yang lebar > 12 m)
Gaya tambahan gravitasi	$F_r = \rho_s \cdot g \cdot h_r$ $= 6116 \text{ kg/m}^2$	(pada plat lantai teratas yang berada di bawah permukaan genangan tsunami)
Gaya Angkat Hidrodinamik	$F_u = 1/2 \cdot C_u \cdot \rho_s \cdot A_f \cdot u_v^2$ $= 6,549379 \text{ kg/m}^2$	(pada plat lantai teratas yang berada di bawah permukaan genangan tsunami)

3.3 Respon Struktur

Dari hasil analisis menggunakan software ETABS 2016, diperoleh nilai reaksi perletakan sebesar :

Tabel 3. Nilai Reaksi Perletakan

Label	Nilai Reaksi Perletakan	Label	Nilai Reaksi Perletakan
1	6347,982144	19	1650,745124
2	2080,927002	20	4368,654584
3	1198,185828	21	1889,998894
4	1137,16505	22	1908,656526
5	1134,994252	23	1911,390922
6	1179,60885	24	1907,420452
7	4350,28468	25	5459,418986
8	7878,230878	26	1548,4196
9	7993,20046	27	1426,351192
10	2023,179032	28	1409,01215
11	1906,642332	29	1401,801506
12	1901,210094	30	1449,581504
13	1945,15839	31	4560,973214
14	4127,446008	32	3252,969958
15	2749,41205	33	2236,665662
16	3487,142526	34	2218,515964
17	1080,566032	35	3421,881386
18	4795,460656		

3.4 Analisis Likuifaksi

Tabel 4. Perhitungan Likuifaksi

Depth (m)	N-SPT	γ_{sat} (kN/m ³)	γ_w (kN/m ³)	γ_{dry} (kN/m ³)	GWL (m)
2	34	19,0625	9,81	9,2525	1
4	54	19,0625	9,81	9,2525	1
6	52	19,0625	9,81	9,2525	1
8	48	21,4520	9,81	11,6420	1
10	50	21,4520	9,81	11,6420	1
12	38	19,8730	9,81	10,0630	1
14	22	19,8730	9,81	10,0630	1
16	18	19,8730	9,81	10,0630	1
18	10	19,8730	9,81	10,0630	1
20	8	17,9330	9,81	8,1230	1
22	8	17,9330	9,81	8,1230	1
24	12	17,9330	9,81	8,1230	1
26	10	18,9530	9,81	9,1430	1
28	24	18,9530	9,81	9,1430	1
30	28	18,9530	9,81	9,1430	1
32	19	18,0520	9,81	8,2420	1
34	14	18,0520	9,81	8,2420	1
36	40	18,0520	9,81	8,2420	1
38	44	18,0520	9,81	8,2420	1
40	49	18,0520	9,81	8,2420	1

σ (kN/m ²)	u (kN/m ²)	σ' (kN/m ²)	rd (m)	Magnitudo (SR)	a_{max} (g)
28,315	9,8100	18,5050	0,9847	7,6	0,60
46,820	29,4300	17,3900	0,9694	7,6	0,60
65,325	49,0500	16,2750	0,9541	7,6	0,60
88,609	68,6700	19,9390	0,9388	7,6	0,60
111,893	88,2900	23,6030	0,9070	7,6	0,60
133,598	107,9100	25,6880	0,8536	7,6	0,60
153,724	127,5300	26,1940	0,8002	7,6	0,60
173,850	147,1500	26,7000	0,7468	7,6	0,60
193,976	166,7700	27,2060	0,6934	7,6	0,60
207,890	186,3900	21,5000	0,6400	7,6	0,60
221,804	206,0100	15,7940	0,5866	7,6	0,60
235,718	225,6300	10,0880	0,5520	7,6	0,60
251,818	245,2500	6,5680	0,5360	7,6	0,60
270,104	264,8700	5,2340	0,5200	7,6	0,60
288,390	284,4900	3,9000	0,5040	7,6	0,60
304,874	304,1100	0,7640	0,5000	7,6	0,60
321,358	323,7300	-2,3720	0,5000	7,6	0,60
337,842	343,3500	-5,5080	0,5000	7,6	0,60
354,326	362,9700	-8,6440	0,5000	7,6	0,60
370,810	382,5900	-11,7800	0,5000	7,6	0,60

$g \text{ (m/s}^2\text{)}$	CSR	CN	(N1)60	(N1)60CS	CRR
9,81	0,0599	1,5884	40,5040	40,5040	0,1415
9,81	0,1038	1,6013	64,8519	64,8519	0,4431
9,81	0,1522	1,6144	62,9609	62,9609	0,4270
9,81	0,1659	1,5721	56,5961	56,5961	0,3701
9,81	0,1709	1,5320	57,4501	57,4501	0,3780
9,81	0,1765	1,5101	43,0372	43,0372	0,2034
9,81	0,1867	1,5048	24,8300	24,8300	0,2886
9,81	0,1933	1,4997	20,2454	20,2454	0,2185
9,81	0,1965	1,4945	11,2088	11,2088	0,1239
9,81	0,2460	1,5548	9,3286	9,3286	0,1072
9,81	0,3275	1,6201	9,7206	9,7206	0,1107
9,81	0,5128	1,6912	15,2205	15,2205	0,1623
9,81	0,8170	1,7382	13,0365	13,0365	0,1409
9,81	1,0668	1,7567	31,6208	31,6208	0,6499
9,81	1,4816	1,7756	37,2881	37,2881	-0,0326
9,81	7,9322	1,8217	25,9597	25,9597	0,3122
9,81	-2,6930	1,8703	19,6382	19,6382	0,2110
9,81	-1,2192	1,9215	57,6459	57,6459	0,3798
9,81	-0,8148	1,9756	65,1963	65,1963	0,4460
9,81	-0,6257	2,0329	74,7089	74,7089	0,5239

MSF	CRRMW	FS	REMARKS
0,9667	0,1368	2,2839	TL
0,9667	0,4283	4,1278	TL
0,9667	0,4127	2,7109	TL
0,9667	0,3578	2,1571	TL
0,9667	0,3654	2,1378	TL
0,9667	0,1966	1,1138	TL
0,9667	0,2789	1,4941	TL
0,9667	0,2112	1,0925	TL
0,9667	0,1198	0,6095	L
0,9667	0,1037	0,4214	L
0,9667	0,1070	0,3266	L
0,9667	0,1569	0,3059	L
0,9667	0,1362	0,1667	L
0,9667	0,6283	0,5889	L
0,9667	-0,0315	-0,0213	L
0,9667	0,3018	0,0380	L
0,9667	0,2039	-0,0757	L
0,9667	0,3672	-0,3012	L
0,9667	0,4311	-0,5291	L
0,9667	0,5064	-0,8094	L

Dari perhitungan yang dilakukan, diperoleh tanah pada lapisan 4, 5 dan 6 yaitu pada kedalaman 18-40 m mengalami likuifaksi.

3.5 Daya Dukung Pondasi

Cara 1 Perhitungan Kapasitas Tiang Aksial Statis
dengan Metode SPT Meyerhof
Sub Tahap 1 Hitung tegangan overburden efektif (p_o)

		$\gamma \times z$	
Pada	z=	0	$p_o = 0,0000$
Pada	z=	1	$p_o = 19,0625$
Pada	z=	2	$p_o = 28,3150$
Pada	z=	4	$p_o = 46,8200$
Pada	z=	6	$p_o = 65,325$
Pada	z=	8	$p_o = 88,609$
Pada	z=	10	$p_o = 111,893$
Pada	z=	12	$p_o = 133,598$
Pada	z=	14	$p_o = 153,724$
Pada	z=	16	$p_o = 173,85$
Pada	z=	18	$p_o = 193,976$
Pada	z=	20	$p_o = 207,89$
Pada	z=	22	$p_o = 221,804$
Pada	z=	24	$p_o = 235,718$
Pada	z=	26	$p_o = 251,818$
Pada	z=	28	$p_o = 270,104$
Pada	z=	30	$p_o = 288,39$
Pada	z=	32	$p_o = 304,874$
Pada	z=	34	$p_o = 321,358$
Pada	z=	36	$p_o = 337,842$
Pada	z=	38	$p_o = 354,326$
Pada	z=	40	$p_o = 370,81$

Hitung faktor koreksi dengan menggunakan persamaan (8.10)
untuk menentukan nilai N' SPT terkoreksi

$$N' = C_N N$$

$$C_N = \left[0.77 \log_{10} \left(\frac{40}{0.021 \times p_o} \right) \right] \text{ dan } C_N < 2$$

Kedalaman (m)	Po (kPa)	NSPT Lapang	Faktor Koreksi (CN)	N'SPT Terkoreksi
0	0,0000	0	#DIV/0!	#DIV/0!
1	19,0625	10	1,539738847	15,39738847
2	28,3150	34	1,407424581	47,85243574
4	46,8200	54	1,239245151	66,91923816
6	65,3250	52	1,127866184	58,64904158
8	88,6090	48	1,025919403	49,24413135
10	111,8930	50	0,94789909	47,39495448
12	133,5980	38	0,88861137	33,76723205
14	153,7240	22	0,841686245	18,5170974
16	173,8500	18	0,800542821	14,40977078
18	193,9760	10	0,763911377	7,639113768
20	207,8900	8	0,740745465	5,92596372
22	221,8040	8	0,719080918	5,752647348
24	235,7180	12	0,698734921	8,384819049
26	251,8180	10	0,676640523	6,766405232
28	270,1040	24	0,653198454	15,6767629
30	288,3900	28	0,631292585	17,67619237
32	304,8740	19	0,612704637	11,6413881
34	321,3580	14	0,595095717	8,33134004
36	337,8420	40	0,578367834	23,13471336
38	354,3260	44	0,56243701	24,74722843
40	370,8100	49	0,547230729	26,81430574

PROSIDING PIT KE-5 RISET KEBENCANAAN IABI
UNIVERSITAS ANDALAS, PADANG 2-4 MEI 2018

Sub Tahap 2. Hitung nilai N'SPT terkoreksi rata-rata untuk setiap lapisan tanah
Disepanjang tiang yang tertanam kedalam tanah, profil tanah dibagi dalam
3 lapisan yaitu :

1. Lapisan 1 (1-6m), pasir kelanauan, maka :

$$N1 = 47,205$$

2. Lapisan 2 (6-11m), pasir bergradasi baik sedikit lanau, maka :

$$N2 = 48,32$$

3. Lapisan 3 (11-18m), pasir kelanauan, maka :

$$N3 = 18,583$$

4. Lapisan 4 (18-25m), lanau, maka :

$$N4 = 6,6878$$

5. Lapisan 5 (25-30m), lanau, maka :

$$N5 = 13,373$$

6. Lapisan 6 (30-40m), lanau, maka :

$$N6 = 18,934$$

Sub Tahap 3. Hitung tahanan gesek dinding tiang persatuan luas, f_s (kPa)
untuk setiap lapisan tanah menggunakan persamaan (8.11) untuk tiang
pancang dengan perpindahan sbb :

$$f_s = 2\bar{N} \leq 100 \text{ kPa}$$

$$\text{Lapisan 1} \quad f_{s-1} = 94,41$$

$$\text{Lapisan 2} \quad f_{s-2} = 96,64$$

$$\text{Lapisan 3} \quad f_{s-3} = 37,17$$

$$\text{Lapisan 4} \quad f_{s-4} = 13,38$$

$$\text{Lapisan 5} \quad f_{s-5} = 26,75$$

$$\text{Lapisan 6} \quad f_{s-6} = 37,87$$

Sub Tahap 4. Hitung tahanan gesek ultimit, R_s (kN)

$$R_s = f_s \times A_s = f_s \times C_d \times A_d \quad C_d = 1,1$$

$$\text{Lapisan 1} \quad R_{s1} = 415,4$$

$$\text{Lapisan 2} \quad R_{s2} = 531,5$$

$$\text{Lapisan 3} \quad R_{s3} = 286,2$$

$$\text{Lapisan 4} \quad R_{s4} = 103 \quad \text{diabaikan}$$

$$\text{Lapisan 5} \quad R_{s5} = 147,1 \quad \text{diabaikan}$$

$$\text{Lapisan 6} \quad R_{s6} = 74,98 \quad \text{diabaikan}$$

$$\text{Total} = 1233$$

Tahap 5. Hitung nilai N'-SPT terkoreksi rata-rata dekat ujung tiang No dan NB

Nilai N'-SPT terkoreksi rata-rata pada lapisan atas :
No= 13,373

Nilai N'SPT terkoreksi rata-rata pada lapisan pendukung

NB= 11,641

Sub tahap 6. Hitung tahanan ujung tiang persatuan luas, qt (kPa)

$$q_t = 400\bar{N}_o + \frac{(40\bar{N}_B - 40\bar{N}_o)D_B}{b} \leq 400\bar{N}_B$$

qt= 4993 ≤ 4657

Gunakan qt= 4657

Sub Tahap 7. Hitung tahanan ujung ultimit, RT (kN)

$$R_t = q_t \times A_t ; \quad A_t = 0,096$$

Rt= 448,19

Sub Tahap 8. Hitung kapasitas tiang ultimit, Qu (kN)

$$Q_u = R_t + R_c$$

Qus= 1681,3

Sub Tahap 9. Hitung beban izin rencana, Qa (kN)

$$Q_a = \frac{Q_u}{FS}$$

Qa= 840,65

Qug= n x Qus

Untuk kelompok tiang 4

Qug= 6725,2 Kn

Untuk kelompok tiang 6

Qug= 10088 Kn

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis likuifaksi dan daya dukung pondasi *Shelter* Nurul Haq Padang yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tanah pada kedalaman 18-40 m mengalami likuifaksi sehingga sangat berbahaya pada struktur saat terjadi gempa bumi.
2. Daya dukung pada pondasi *Shelter* Nurul Haq mampu menahan beban struktur yang dipikul.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2013. "*Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727:2013*". Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. "*Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 1726:2012*". Jakarta: BSN
- Vicky, Christian, 2013. "*Analisis Potensi Likuifaksi di PT. PLN (PERSERO) UIP KIT Sulmapa PLTU 2 Sulawesi Utara 2 x 25 MW Power Plan*". Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado

KAJIAN INTERAKSI ANGIN LAUT DAN MONSUN DALAM KAITANNYA TERHADAP BENCANA KEKERINGAN DAN BANJIR DI WILAYAH BANDAR LAMPUNG

Achmad Rafli Pahlevi¹, Ayu Zulfiani²

¹Stasiun Meteorologi Maritim Lampung

²Stasiun Meteorologi Radin Inten II Lampung

Email : achmad.raflie@bmkg.go.id

ABSTRACT

Geographically, the area of Bandar Lampung is directly adjacent to Lampung Bay in the south. The coastal plains of Lampung Bay are classified as narrow coastal plains and proving. The wide area of Lampung Bay certainly has its own weather characteristics that affect the surrounding area of Bandar Lampung which is greatly influenced by diurnal circulation in the form of sea breeze and land breeze. This research will use observation data from the Lampung Marine Meteorology Station and the output of the WRF-ARW model. The result shows that in Lampung Bay Coast, the average wind moves southerly during the year. The main cause of rain in Bandar Lampung region is the water vapor carried by the wind from the sea.

Keywords : Sea Breeze, Monsoon, WRF-ARW Model

ABSTRAK

Secara geografis wilayah Kota Bandar Lampung berbatasan langsung dengan Teluk Lampung di bagian selatan. Dataran wilayah pesisir Teluk Lampung tergolong sebagai daratan pantai sempit dan perbukitan. Wilayah Teluk Lampung yang luas tentunya mempunyai karakteristik cuaca tersendiri yang berpengaruh terhadap daerah di sekitarnya yaitu Kota Bandar Lampung yang tentunya besar dipengaruhi oleh sirkulasi diurnal berupa angin laut dan angin darat. Penelitian ini akan menggunakan data observasi dari Stasiun Meteorologi Maritim Lampung dan hasil keluaran dari model WRF-ARW. Hasil yang didapatkan bahwa di Pesisir Teluk Lampung angin rata-rata bergerak dari arah selatan sepanjang tahun. Penyebab utama hujan di wilayah Bandar Lampung adalah uap air yang dibawa oleh angin dari arah laut.

Kata Kunci : Angin Laut, Angin Monsun, Model WRF-ARW

1. PENDAHULUAN

Secara geografis wilayah Kota Bandar Lampung berbatasan langsung dengan Teluk Lampung di bagian selatan. Dataran wilayah pesisir Teluk Lampung tergolong sebagai daratan pantai sempit dan perbukitan (Lampung: Profil Kota Bandar Lampung). Wilayah Teluk Lampung yang luas tentunya mempunyai karakteristik cuaca tersendiri yang berpengaruh terhadap daerah di sekitarnya yaitu Kota Bandar Lampung. Wilayah Bandar Lampung yang berbatasan langsung dengan laut tentunya besar dipengaruhi oleh sirkulasi diurnal berupa angin laut dan angin darat. Yamanka dkk (2016) [13] dalam penelitiannya mengatakan bahwa cuaca di Indonesia paling dominan dipengaruhi oleh siklus hujan harian dan sirkulasi angin

laut-darat di sekitar garis pantai yang disebabkan perbedaan suhu antara laut dan darat. Sebagai negara tropis, sirkulasi angin laut-darat di kepulauan maritim menjadi faktor penting dalam mekanisme terjadinya hujan (Birch dkk; 2015 [26], Pahlevi dkk; 2017[27]). Angin laut-darat menyebabkan perubahan karakter pada variabel meteorologis. Perubahan pada angin, suhu udara, dan kelembaban yang disebabkan oleh angin laut-darat karena adanya aliran adveksi dan variasi diurnal pada variabel tersebut (Panchal; 1992) [22].

Angin laut dan angin darat sangat dipengaruhi oleh topografi dari suatu wilayah (Qian dkk; 2011) [31]. Angin laut juga berinteraksi dengan aliran induksi panas lainnya seperti angin gunung lembah, sirkulasi panas dari pemukiman, dan sirkulasi angin laut lainnya (Hisada dkk; 2009 [2], Steele dkk; 2013 [11]). Siklus panas harian di atas daerah pesisir yang berbukit adalah kombinasi yang kuat antara pemanasan harian dan pendinginan di atas medan yang lebih tinggi dan perbedaan panas laut-darat (Romatschke; 2011) [6].

Penelitian mengenai angin laut dan angin darat telah banyak dilakukan di tempat yang berbeda sebelumnya. Penelitian ini telah dilakukan di Spanyol (Azorin dkk; 2011), Japan (Tsunematsu dkk; 2009), Australia (Clarke dkk; 1989), Sardinia (Furberg dkk; 2002), Finland (Savijarvi dkk; 1988), Greece (Papanastasiou dkk; 2010), Amerika Serikat (Challa dkk; 2009), Inggris (Miller; 2002) [11], Deli Serdang (Saragih dkk; 2017) [12], Java (Qian dkk; 2010) [26], Jakarta (Hadi dkk; 2002) [25], dan Padang (Pahlevi dkk; 2017) [27].

Penelitian ini akan menggunakan data observasi dari Stasiun Meteorologi Maritim Lampung dan data simulasi dari model WRF-ARW (*Weather Research and Forecasting - Advanced Research Weather*). Simulasi angin laut darat dengan menggunakan model WRF-ARW telah dilakukan sebelumnya oleh Steele (2013), Saragih (2017), dan Pahlevi (2017). Dari hasil penelitian mereka, model ini memiliki hasil yang baik dan akurat dalam mensimulasikan sirkulasi angin laut dan angin darat.

Berdasarkan hal tersebut, sirkulasi angin laut dan angin darat sangat besar pengaruhnya terhadap sistem cuaca skala lokal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian sejauh mana pengaruh dari angin laut dan darat terhadap cuaca di wilayah Bandar Lampung.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif analitik karena menekankan pada analisis dari suatu kejadian yang terjadi di lapangan sebagai bahan kajian lebih lanjut untuk menjawab mengapa dan bagaimana suatu fenomena terjadi. Model penelitian yang dilakukan adalah studi kasus. Studi kasus mengharuskan peneliti mengumpulkan semua data mengenai keadaan subjek penelitian saat sekarang, pengalaman masa lampau, lingkungannya dan bagaimana variabel - variabel ini saling berhubungan.

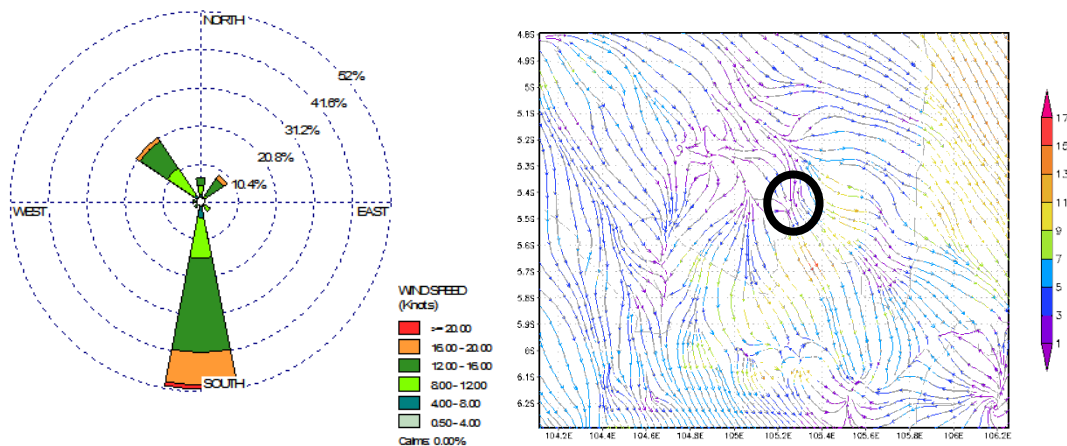
Data yang digunakan adalah data angin permukaan dari Stasiun Meteorologi Maritim Lampung dan data keluaran hasil dari model WRF-ARW dengan resolusi spasial 4 km dan resolusi temporal 1 jam. Penelitian ini dilakukan di Teluk Lampung dan Wilayah Bandar Lampung pada lintang 5.30LS - 5.60 LS dan 105.20BT -

105.50BT dan dilakukan sepanjang tahun 2017 untuk melihat pengaruh monsun Asia, monsun Australia dan pada periode peralihan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas analisis kondisi atmosfer saat terjadinya interaksi angin laut, serta monsun Asia, monsun Australia, dan masa peralihan (dari monsun Asia ke monsun Australia dan monsun Australia ke monsun Asia).

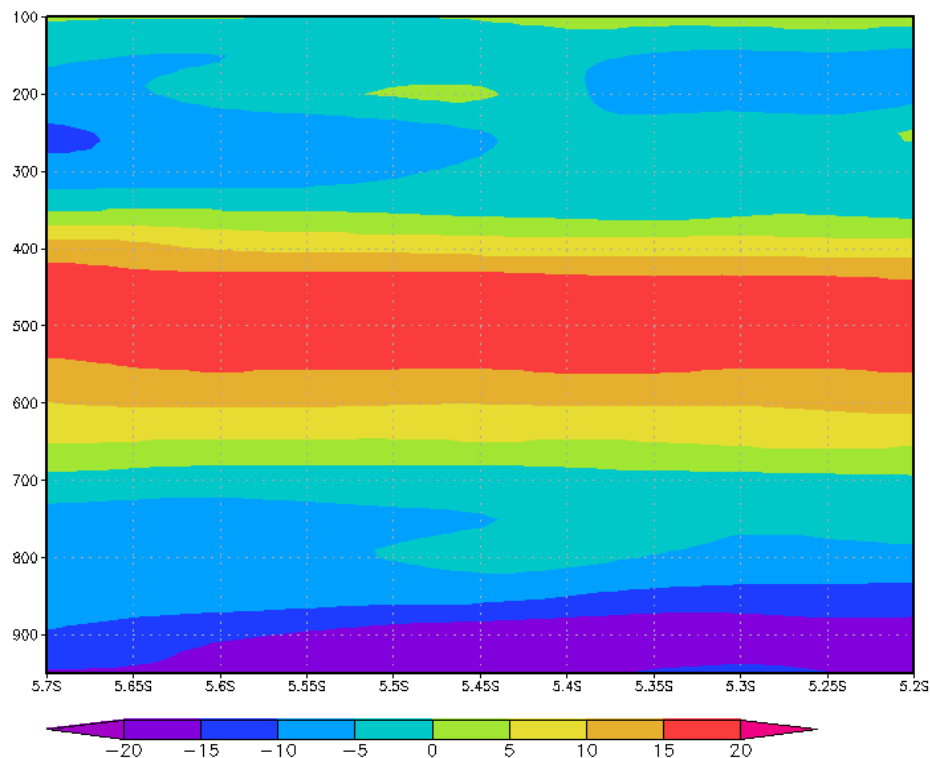
3.1 Simulasi Interaksi Angin Laut Saat Monsun Asia



Gambar 1. Angin permukaan selama terjadinya muson Asia dari a) *Windrose* dari data observasi di pesisir Teluk Lampung dan b) data angin permukaan dari model WRF-ARW

Pada saat terjadinya monsun Asia, pergerakan angin di wilayah Bandar Lampung akan terpengaruh oleh adanya monsun Asia. Pada gambar 1.a, *windrose* di wilayah pesisir Teluk Lampung memiliki arah angin dominan dari selatan dengan persentase sampai 52%. Hal ini berbeda dengan angin permukaan hasil dari keluaran model WRF-ARW. Pada gambar 1.b, angin permukaan dari model WRF-ARW menunjukkan bahwa di Bandar Lampung angin bergerak dari Barat Laut dengan kecepatan yang relatif rendah yaitu antara 5-7 knot.

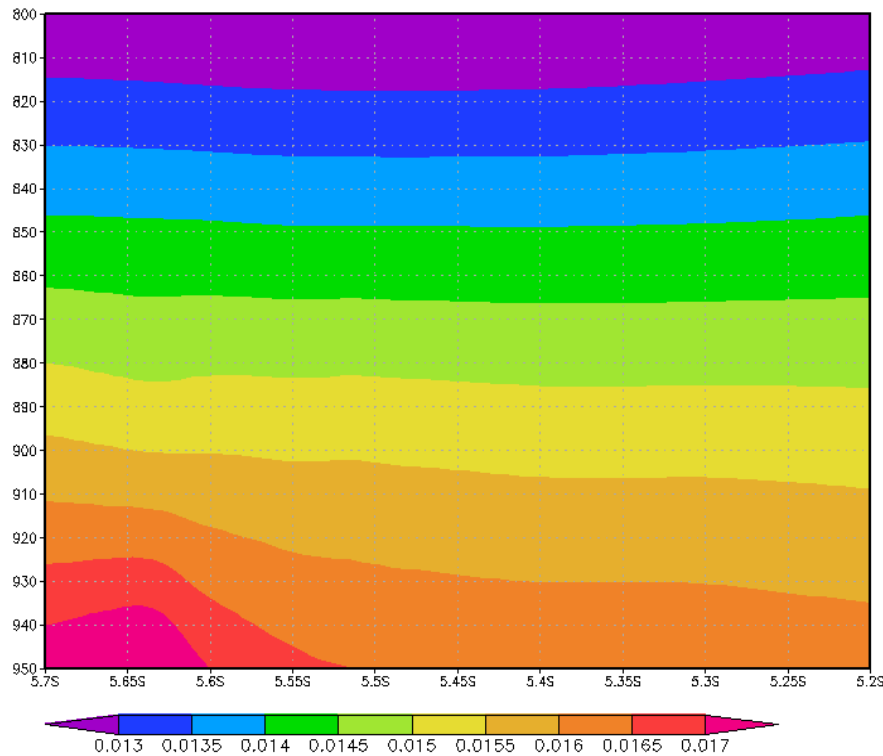
Perbedaan hasil antara observasi dan model dapat disebabkan oleh adanya angin monsun. Angin monsun Asia akan melemahkan pengaruh dari angin laut di wilayah Bandar Lampung. Angin laut hanya terjadi di wilayah Pesisir Teluk Lampung dan mulai melemah ketika mendekati daratan. Adanya angin laut di Teluk Lampung dan pengaruh dari angin monsun di wilayah daratan dapat menyebabkan terbentuknya daerah konvergensi di wilayah Bandar Lampung.



Gambar 2. *Cross Section* angin dengan lintang dan level ketinggian yang berbeda pada bujur 105.30BT saat terjadinya muson Asia

Pada gambar 2, dapat dilihat bahwa angin dari permukaan hingga lapisan 700 mb didominasi oleh angin dari utara dengan kecepatan hingga 20 knot. Pada lapisan 350-700 mb, pergerakan angin berubah dari arah selatan dengan kecepatan hingga 20 knot, kemudian berubah kembali menjadi dari arah utara dengan kecepatan yang relatif lemah. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat terjadinya monsun Asia, angin permukaan hingga lapisan 700 mb di wilayah Bandar Lampung sangat besar dipengaruhi oleh adanya monsun Asia.

Angin, baik itu skala lokal ataupun sinoptik akan membawa variabel atmosfer dari suatu tempat ke tempat lain. Variabel itu bisa berupa debu hingga uap air. Pada saat terjadinya monsun Asia, angin di wilayah Bandar Lampung terdapat dua arah yang berbeda yaitu dari utara dan selatan. Utara di daratan dan selatan di daerah pesisir Teluk Lampung. Pada gambar 3, uap air di wilayah selatan lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah utara. Uap air di selatan melebihi 0.017 kg/kg dan di selatan sekitar 0.016 kg/kg.

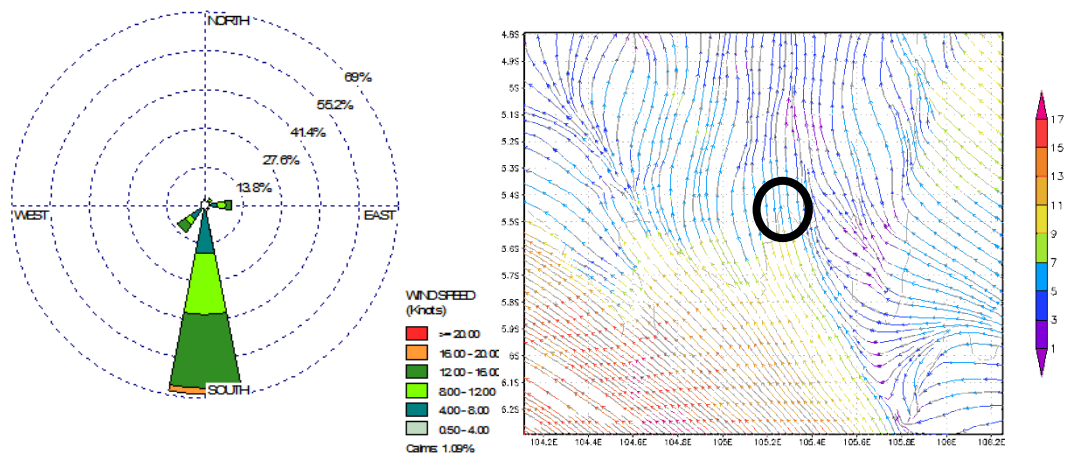


Gambar 3. *Cross Section mixing ratio* uap air dengan lintang dan level ketinggian yang berbeda pada bujur 105.30BT saat terjadinya muson Asia

Angin yang bergerak dari selatan di pesisir dan angin yang bergerak dari utara di daratan menyebabkan terjadinya konvergensi di wilayah Bandar Lampung. Uap air yang lebih banyak di selatan akan terbawa oleh angin laut di wilayah pesisir teluk Lampung menuju Bandar Lampung. Adanya konvergensi antara angin laut dan angin monsun Asia di wilayah Bandar Lampung menyebabkan adanya kenaikan massa udara. Uap air yang terbawa dari Teluk Lampung akan menjadi penyebab terbentuknya awan di wilayah Bandar Lampung.

3.2 Simulasi Interaksi Angin Laut dan Monsun Australia

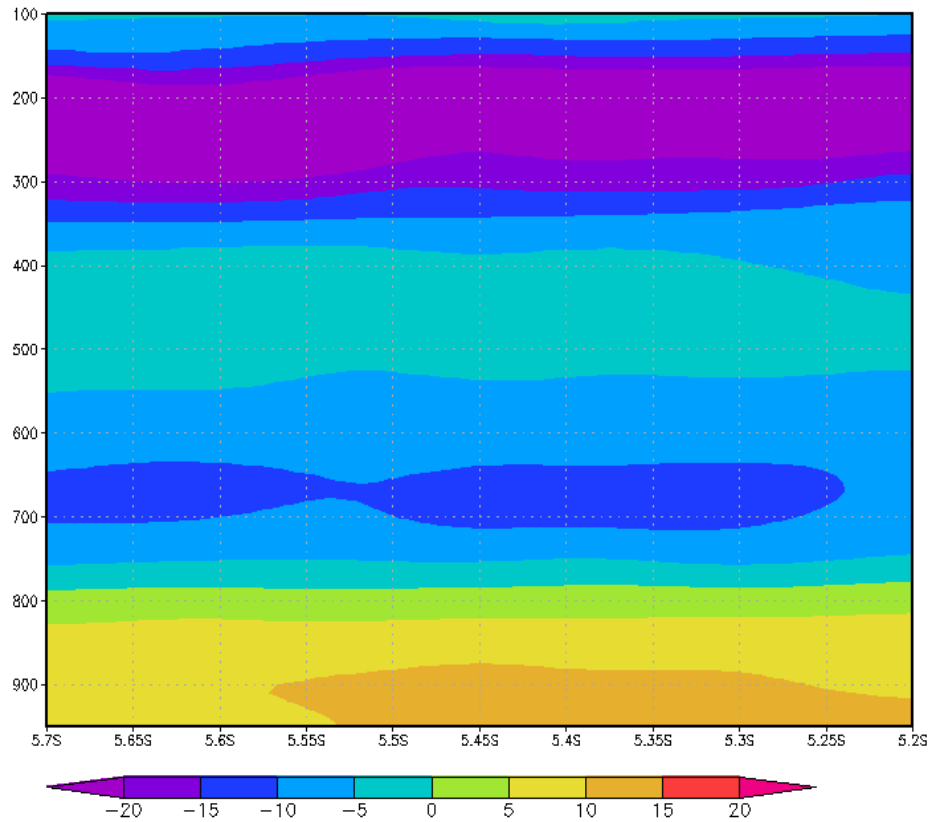
Pada saat terjadinya monsun Australia, pergerakan angin tentunya akan dipengaruhi oleh angin monsun Australia. Pada gambar 4.a, angin dominan keluaran dari *windrose*, menunjukkan bahwa angin di wilayah pesisir Lampung memiliki arah dominan dari Selatan dengan persentase hingga mencapai 69%. Hasil keluaran dari *windrose* memiliki hasil keluaran yang hampir sama dengan hasil keluaran dari model WRF-ARW. Pada gambar 4.b, angin permukaan hasil keluaran dari model WRF-ARW menunjukkan bahwa angin di wilayah pesisir Teluk Lampung hingga wilayah Bandar Lampung memiliki arah dominan dari selatan dengan kecepatan 5-7 knot.



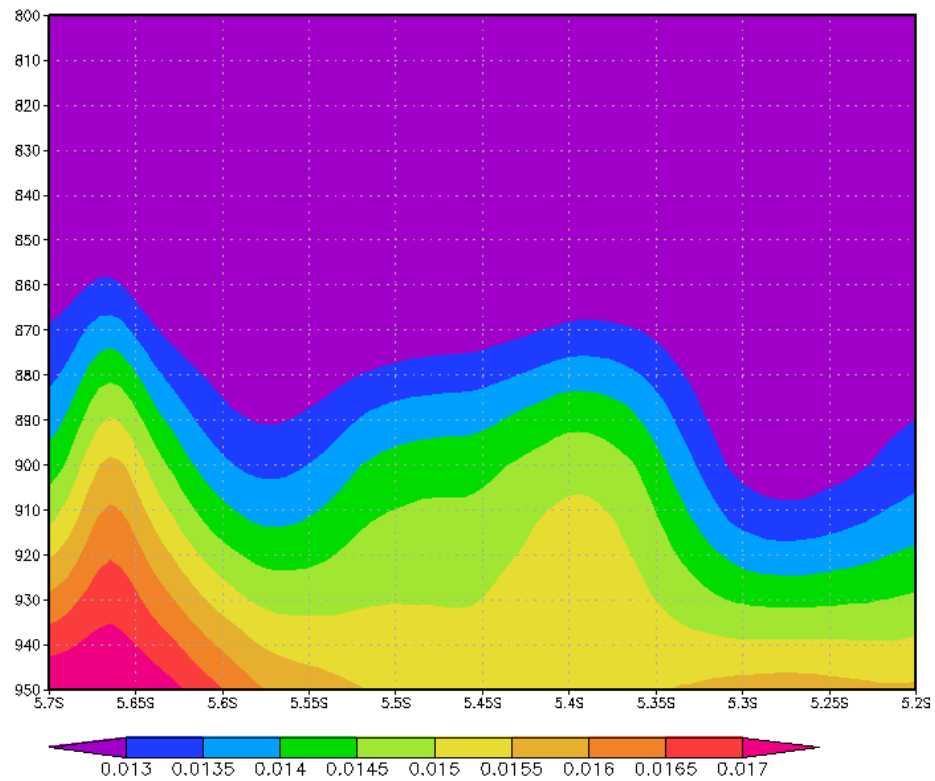
Gambar 4. Angin permukaan selama terjadinya muson Australia dari a) *Windrose* dari data observasi di pesisir Teluk Lampung dan b) data angin permukaan dari model WRF-ARW

Monsun Australia meningkatkan pengaruh dari angin laut di wilayah Pesisir Teluk Lampung. Angin yang bergerak dari laut bukan hanya terjadi di wilayah Pesisir melainkan menjalar hingga seluruh wilayah Bandar Lampung. Angin monsun Australia dan angin laut yang memiliki arah yang sama menyebabkan tidak adanya konvergensi di wilayah Bandar Lampung dan sekitarnya.

Pada gambar *cross section* angin (gambar 5), angin dari permukaan hingga lapisan 800 mb didominasi oleh angin yang bergerak dari selatan dengan kecepatan antara 0-15 knot. Pada lapisan 300-800 mb angin dari arah utara, tetapi memiliki kecepatan yang relatif lemah. Kecepatan angin meningkat pada lapisan 150-300 mb, dengan kecepatan angin dapat melebihi 20 knot. Hal ini menunjukkan bahwa saat adanya monsun Australia pengaruh angin di wilayah Bandar Lampung relatif lemah yaitu hanya mencapai dari lapisan permukaan hingga lapisan 800 mb.



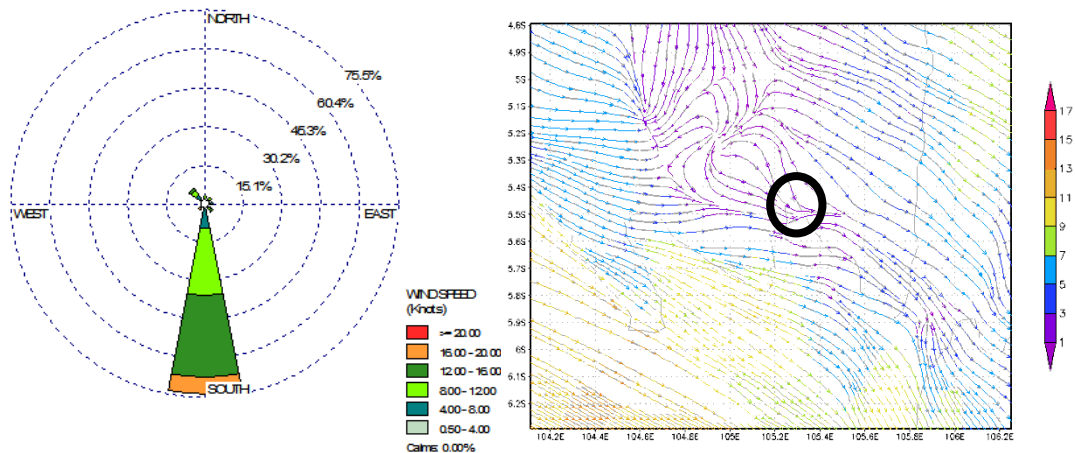
Gambar 5. *Cross Section* angin dengan lintang dan level ketinggian yang berbeda pada bujur 105.30BT saat teriadinya muson Australia



Gambar 6. *Cross Section* mixing ratio uap air dengan lintang dan level ketinggian yang berbeda pada bujur 105.3⁰BT saat teriadinya muson Australia

Berdasarkan gambar *cross section* mixing ratio uap air pada saat terjadinya monsun Australia (gambar 6), uap air di selatan memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan uap air di utara. Uap air di utara memiliki nilai hingga melebihi 0,017 kg/kg dan uap air di selatan memiliki nilai 0.015 kg/kg. Angin laut serta angin monsun yang memperkuat pergerakan angin dari selatan akan membawa uap air menuju wilayah Bandar Lampung.

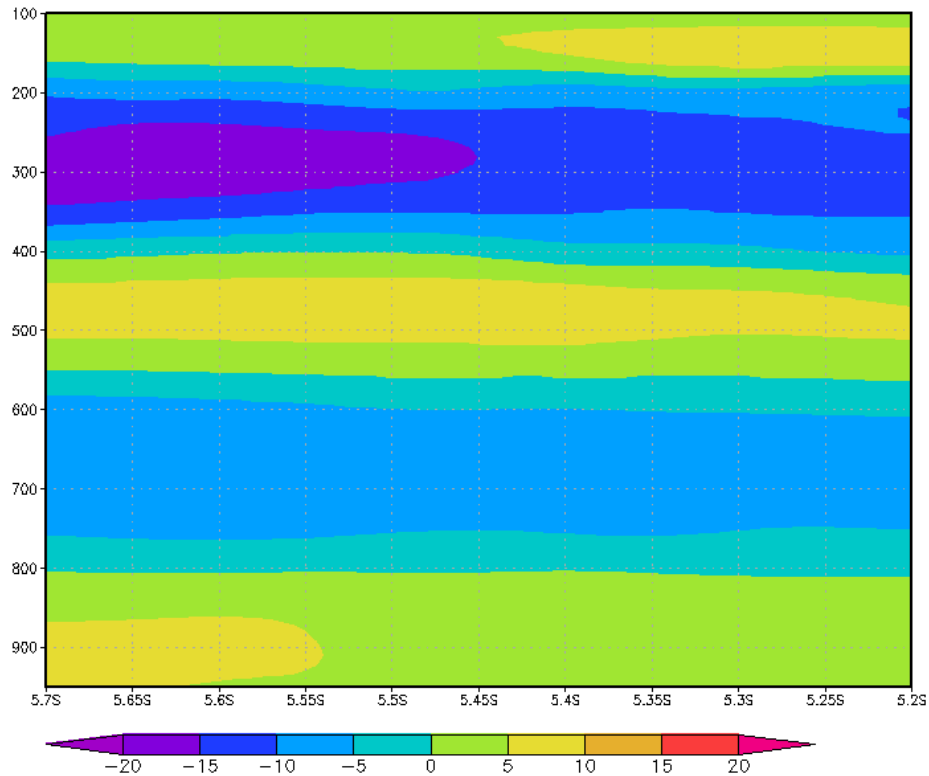
3.3 Simulasi Angin Laut Saat Peralihan (Monsun Asia ke Monsun Australia)



Gambar 7. Angin permukaan selama terjadinya peralihan (muson Asia ke muson Australia dari a) *Windrose* dari data observasi di pesisir Teluk Lampung dan b) data angin permukaan dari model WRF-ARW

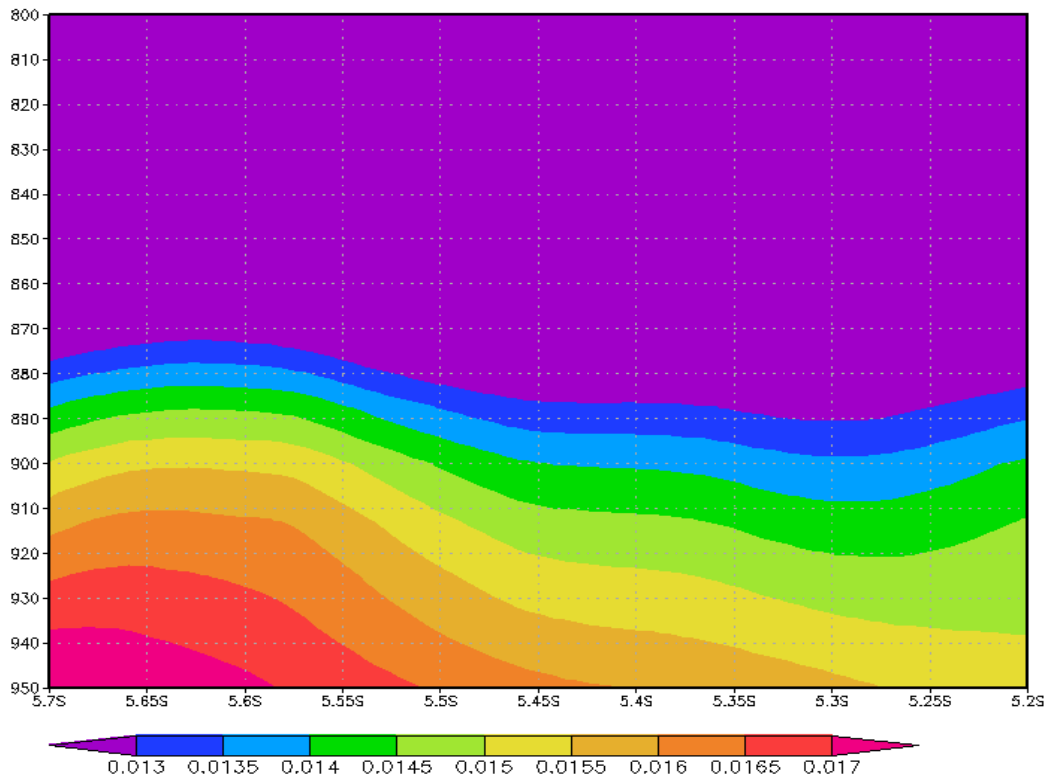
Pada saat terjadinya peralihan dari monsun Asia ke monsun Australia, pengaruh dari monsun Asia masih dapat terlihat meskipun lemah. Seperti terlihat pada gambar 4.b, angin umumnya bergerak dari barat laut tetapi angin permukaan di wilayah Bandar Lampung memiliki arah yang variabel dengan kecepatan yang lemah yaitu 0-3 knot. Pada gambar 7.a, angin di Pesisir Teluk Lampung umumnya bergerak dari selatan dengan kecepatan yang bahkan dapat mencapai 20 knot.

Pelemahan dari monsun Asia dapat menyebabkan terjadinya peningkatan pengaruh lokal terhadap cuaca di wilayah Bandar Lampung. Peningkatan pengaruh lokal ini ditunjukkan dengan peningkatan pengaruh angin laut di pesisir Teluk Lampung yang mencapai 75%. Arah angin yang bervariasi di wilayah Bandar Lampung juga menunjukkan adanya konvergensi di Bandar Lampung.



Gambar 8. *Cross Section* angin dengan lintang dan level ketinggian yang berbeda pada bujur 105.3° BT saat terjadinya muson peralihan (muson Asia ke muson Australia)

Pada gambar 8, kecepatan angin relatif lemah dan arah angin berubah-ubah pada lapisan yang berbeda-beda. Pada lapisan permukaan hingga lapisan 800 mb, arah angin dari selatan dengan kecepatan 0-10 knot. Arah angin berubah dari lapisan 550-800 mb dengan arah angin dari utara dengan kecepatan 0-10 knot. Arah angin kembali berubah pada lapisan 400-550 mb dengan arah dari selatan dengan kecepatan 0-10 knot. Pada lapisan 150-400 mb, perubahan arah angin juga diiringi dengan terjadinya peningkatan kecepatan, angin bergerak dari selatan dengan kecepatan hingga mencapai 20 knot. Angin yang berubah-ubah pada setiap lapisannya, serta kecepatan angin yang relatif lemah menunjukkan bahwa pada masa peralihan ini, kondisi angin lebih dipengaruhi oleh faktor lokal.

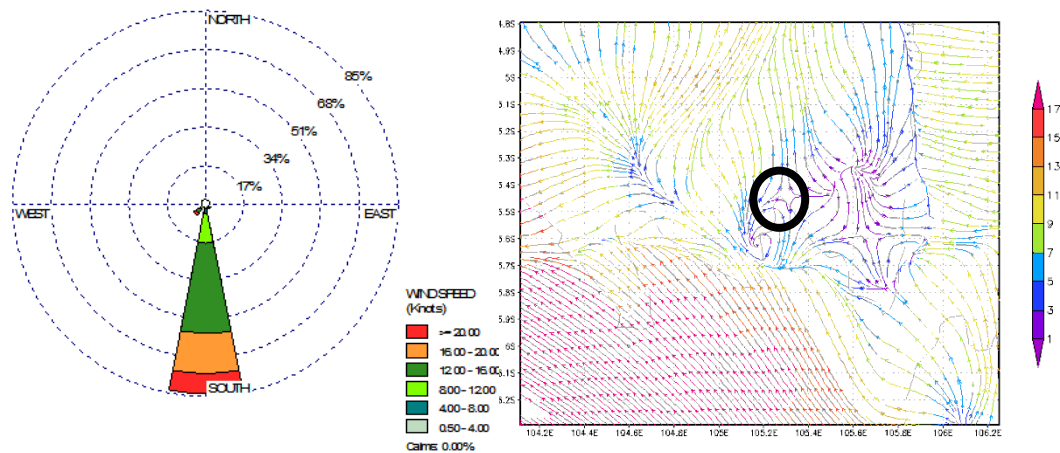


Gambar 9. *Cross Section mixing ratio* uap air dengan lintang dan level ketinggian yang berbeda pada bujur 105.3° BT saat terjadinya masa peralihan dari muson Asia ke Muson Australia

Pada gambar 9, *cross section mixing ratio* menunjukkan bahwa kandungan uap air yang banyak hanya terdapat pada lapisan permukaan hingga lapisan 880 mb. Kandungan uap air terbanyak juga terdapat di selatan 0,017 kg/kg dibandingkan dengan di utara 0.015 kg/kg. Angin yang bertiup dari arah selatan juga akan membawa uap air menuju utara. Adanya konvergensi di wilayah Bandar Lampung akan menyebabkan terjadinya pembentukan awan di Bandar Lampung.

3.4 Simulasi Angin Laut Saat Peralihan Monsun Australia ke Monsun Asia

Pada saat terjadinya peralihan dari Monsun Australia ke Monsun Asia, pengaruh dari monsun Australia terlihat melemah. Pada gambar 10.a, angin dominan bergerak dari selatan dengan persentase hingga mencapai 85%. Pada gambar 10.b, angin di wilayah Lampung umumnya bergerak dari Tenggara, tetapi mulai melemah ketika memasuki wilayah Bandar Lampung.

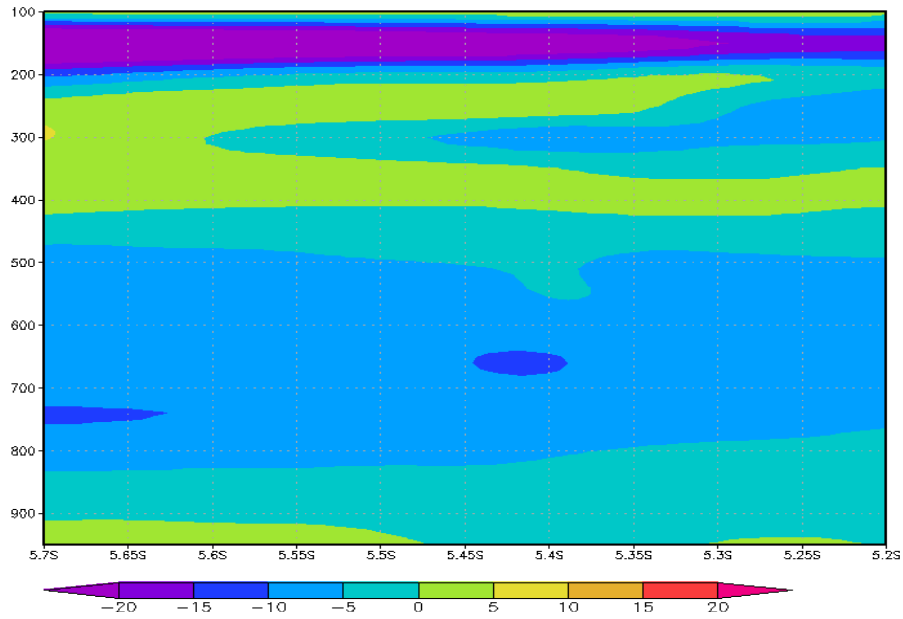


Gambar 10. Angin permukaan selama terjadinya peralihan (muson Australia ke muson Asia dari a) *Windrose* dari data observasi di pesisir Teluk Lampung dan b) data angin permukaan dari model WRF-ARW

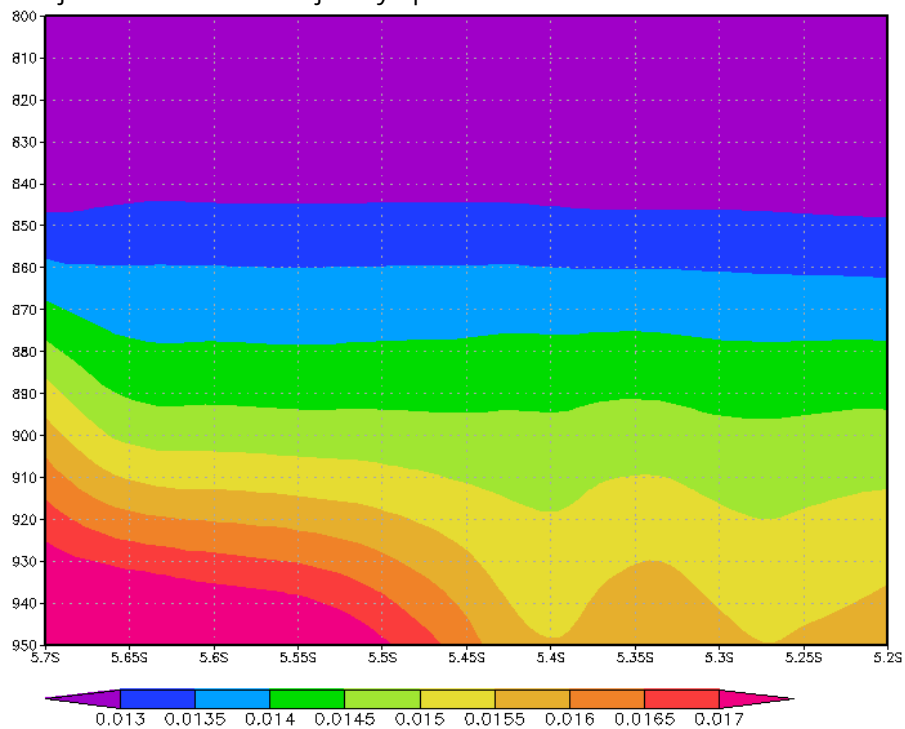
Angin yang bergerak dari utara bertemu dengan angin yang bergerak dari selatan di wilayah Bandar Lampung. Adanya pertemuan massa udara ini akan menyebabkan terjadinya konvergensi yang membuat udara menjadi labil. Pertemuan massa udara ini juga mengakibatkan kecepatan angin yang lemah di wilayah Bandar Lampung berkisar antara 0-3 knot.

Pada gambar 11, *cross section* angin menunjukkan bahwa kecepatan angin relatif lemah dari lapisan permukaan hingga lapisan 200 mb dengan kecepatan angin berkisar antara 0-5 knot. Kecepatan angin mulai meningkat pada lapisan 100-200 mb dengan arah dari utara dan kecepatan angin melebihi 20 knot. Angin yang lemah menggambarkan bahwa adanya daerah konvergensi di wilayah Bandar Lampung.

Pada gambar 12, *cross section mixing ratio* menunjukkan bahwa kandungan uap air yang banyak terdapat pada lapisan permukaan hingga lapisan 850 mb. Kandungan uap air terbanyak juga terdapat di selatan 0,017 kg/kg dibandingkan dengan di utara 0.016 kg/kg. Angin yang bertiup dari arah selatan juga akan membawa uap air yang lebih banyak di selatan menuju utara. Adanya konvergensi di wilayah Bandar Lampung akan menyebabkan terjadinya pembentukan awan di sekitar wilayah Bandar Lampung.



Gambar 11. *Cross Section* angin dengan lintang dan level ketinggian yang berbeda pada bujur 105.30BT saat terjadinya peralihan muson Australia ke muson Asia



Gambar 12. *Cross Section mixing ratio* uap air dengan lintang dan level ketinggian yang berbeda pada bujur 105.30BT saat terjadinya masa peralihan dari muson Asia ke Muson Australia

3.5 Pembahasan

Model WRF-ARW menunjukkan hasil yang baik ketika mensimulasikan angin skala sinoptik, tetapi memiliki hasil yang kurang baik pada angin skala lokal seperti angin laut. Hal ini ditunjukkan dengan perbedaan arah angin di wilayah Teluk Lampung antara hasil observasi dan hasil keluaran model WRF-ARW. Selain itu, kecepatan angin yang ditunjukkan oleh model memiliki kecepatan angin yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kecepatan angin hasil observasi.

Selama empat periode yaitu periode monsun Asia, peralihan dari monsun Asia ke monsun Australia, monsun Australia, dan peralihan dari monsun Australia ke monsun Asia menunjukkan bahwa angin di wilayah pesisir Teluk Lampung memiliki arah dari selatan (angin laut). Angin laut yang dihasilkan model memiliki arah yang berbeda-beda pada keempat periode tersebut. Pada saat monsun Asia angin bergerak dari arah utara, saat kedua masa peralihan angin memiliki arah yang variabel (berubah-ubah), dan saat monsun Australia angin memiliki arah dari selatan di wilayah Bandar Lampung.

Pengaruh monsun terhadap angin ini bukan hanya terjadi pada level permukaan, tetapi hingga ke level atas (100 mb). Pada saat monsun Asia dan monsun Australia, pengaruh monsun berdampak pada kecepatan angin yang tinggi di permukaan hingga mencapai lapisan 800 mb. Hal ini berbeda dengan saat terjadinya peralihan, kecepatan angin relatif lemah dan memiliki arah yang terus berubah-ubah pada setiap lapisannya.

Selain angin di Teluk Lampung, uap air juga memiliki konsentrasi yang konstan dimana uap air di selatan (wilayah Teluk Lampung) memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi uap air di utara. Angin yang selalu konstan di pesisir Teluk Lampung yang bergerak dari selatan ke utara akan membawa uap air dari Teluk Lampung menuju wilayah Bandar Lampung.

Pada saat terjadinya monsun Asia, uap air yang berasal dari Teluk Lampung akan bertemu dengan udara dingin yang dibawa bersamaan dengan monsun Asia, serta menjadi penyebab terbentuknya awan. Hal ini yang menyebabkan terbentuknya hujan dengan intensitas yang tinggi di wilayah Bandar Lampung. Pada saat peralihan, adanya konvergensi di wilayah Bandar Lampung menyebabkan uap air yang dibawa dari Teluk Lampung dapat terkondensasi dan terbentuk awan. Hal ini berbeda dengan saat terjadinya monsun Australia. Angin laut yang diperkuat oleh adanya monsun Australia menyebabkan pengaruh monsun menjadi lebih besar ke daratan, sehingga tidak adanya pertemuan massa udara atau konvergensi yang dapat menyebabkan terjadinya pembentukan awan-awan hujan.

4. KESIMPULAN

Model WRF-ARW dapat digunakan untuk melakukan simulasi angin di wilayah Bandar Lampung, karena memiliki akurasi yang baik saat mensimulasikan angin sinoptik, tetapi memiliki kelemahan saat mensimulasikan angin lokal. Angin lokal

di wilayah Teluk Lampung berbeda dengan angin di wilayah Bandar Lampung. Angin di Teluk Lampung bergerak dari selatan (laut) secara terus-menerus sepanjang tahun, sedangkan angin di wilayah Bandar Lampung lainnya bergantung pada angin skala sinoptik yaitu angin monsun.

Angin yang berasal dari selatan (angin laut) akan membawa uap air, tetapi tidak selalu terjadi pembentukan awan. Pada saat terjadinya monsun Asia dan masa peralihan, uap air yang dibawa oleh angin dari selatan akan bertemu dengan massa udara dari utara, sehingga terjadi pembentukan awan di wilayah Bandar Lampung. Sebaliknya pada saat monsun Australia, tidak adanya konvergensi angin menyebabkan uap air yang dibawa dari selatan tidak dapat terkondensasi menjadi awan. Hal inilah yang menyebabkan hujan terjadi di Bandar Lampung pada masa peralihan dan monsun Asia, sedangkan tidak terjadi pada monsun Australia.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Azorin-Molina, C., Chen, D., Tijm, S., dan Baldi, M. 2011. *A multi-year study of sea breezes in a Mediterranean coastal site: Alicante (Spain)*. International Journal of Climatological
- Birch, C.E., Roberts, M.J., Carreras, L.G., Ackerley, D., Reeder, M.J., Lock, A.P., dan Schiemann, R. 2015. *Sea-Breeze Dynamics and Convective Initiation: The Influence of Convective Parameterization in Weather and Climate Model Biases*. American Meteorological Society: Journal of Climate.
- Challa, V. S., Indracanti, J., Rabarison, M. K., Patrick, C., Baham, J. M., Young, J., Hughes, R., Hardy, M. G., Swanier, S. J., dan Yerramilli, A. 2009. *A simulation study of mesoscale coastal circulations in Mississippi Gulf coast*. Journal of Atmospheric Research
- Clanchy, R.M., Thompson, J.D., Hurlburt, H.E., dan Lee, J.D. 1979. *A Model of Mesoscale Air-Sea Interaction in a Sea Breeze-Coastal Upwelling Regime*. Monthly Weather Review Vol 107
- Clarke, R. H. 1989. *Sea-breezes and waves: the "Kalgoorlie sea-breeze" and the "Goondiwindi breeze"*. Australian Meteorology Magazine
- Dalu, G.A., dan Pielke, R.A. 1989. *An Analytical Study of the Sea Breeze*. Journal of Atmospheric Science Vol.46
- Fovell, R.G. 2004. *Convective Initiation Ahead of The Sea Breeze Front*. Monthly Weather Review Vol 133
- Furberg, M., Steyn, D. G., dan Baldi, M. 2009. *The climatology of sea breezes on Sardinia*. International Journal Climatology Vol. 22
- Hadi, T.W., Horinuchi, T., Tsuda, T., Hasiguchi, H., dan Fukao, S. 2002. *Sea Breeze Circulation over Jakarta, Indonesia: A Climatology Based on Boundary Layer Radar Observations*. Monthly Weather Review Vol. 130

- Hisada, Y., Uechi, T., dan Matsunaga, N. 2009. *A Relationship Between the Characteristics of Sea Breeze and Land-Use in Fukuoka Metropolitan Area*. Proceeding: The Seventh International Conference on Urban Climate
- Holton, J.S. 2004. *An Introduction to Dynamic Meteorologi*. Elsevier Academic Press: California
- Miller, S.T.K., dan Keim, B.D. 2002. *Synoptic-Scale Control on the Sea Breeze of the Central New England Coast*. Journal of Weather and Forecasting Vol.18
- Pahlevi, A.R., dan Zulfiani, A. 2017. *Sea Breeze Simulation of Rain Formation in Padang Using WRF-ARW Model*. BMKG: Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Vol 12 No.2
- Panchal, N.S. 1992. *Onset Characteristics of Land/Sea Breeze Circulation and Its Effect on Meteorological Parameter at Coastal Site*. Atmosfera Vol.6
- Papanastasiou, D., Melas, D., dan Lissaridis, I. 2010. *Study of wind field under sea breeze conditions; an application of WRF model*. Journal of Atmospheric Research
- Saragih, I.J.A., Putra A.W., Nugraheni, I.R., Rinaldy, N., dan Yonas, B.W. 2017. *Identification of the Sea-Land Breeze Event and Influence to the Convective Activities on the Coast of Deli Serdang*. Proceeding: The 5th Geoinformation Science Symposium 2017
- Qian, J.H., Robertson, A.W., dan Moron, V. 2010. *Interactions among ENSO, the Monsoon, and Diurnal Cycle in Rainfall Variablity over Java, Indonesia*. Journal of Atmospheric Sciences Vol. 67
- Qian, T., Epifanio C.C., Zhang, F. 2012. *Topographic Effects on the Tropical Land and Sea Breeze*. Journal of The Atmospheric Science Vol 69
- Ratag, M.A. 2006. *Dinamia Atmosfer*. BMKG, Jakarta
- Romatschke, U., dan Houze Jr, R.A. 2010. *Characteristics of Precipitating Convective Systems in the Premonsoon Season of South Asia*. Journal of Hydrometeorology Vol.12
- Savijarvi, H. and Alestalo, M. 1988. *The Sea Breeze over a lake or Gulf as the function of the prevailing flow*, Beitr. Phys. Atmosph. Vol. 61
- Skamrock, W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D.M., Duda, M.G., Huang, X.Y., Wang, W., dan Powers, J.G. 2008. *A Description of the Advanced Research WRF Version 3*. NCAR TECHNICAL NOTE: NCAR/TN-475+STR
- Steele, C.J., Dorling, S.R., Glasow, R.V., dan Bacon, J. 2013. *Idealized WRF Model Sensitivity Simulations of Sea Breeze Types and Their Effect on Offshore Windfields*. Journal of Atmospheric, Chemistry, and Physics
- Tjasyono, B.H.K. 2008. *Sains Atmosfer*. BMKG, Jakarta
- Tjasyono, B.H.K., Harijono, S.W.B. 2013. *Atmosfer Equatorial*. BMKG, Jakarta
- Tsunematsu, N., Iwai, H., Murayama, Y., Yasui, M., dan Mizutani, K. 2009. *The formation of sharp multi-layered wind structure over Tokyo associated with sea-breeze circulation*. Scientific Online Letters on the Atmosphere

- Walsh, J.E. 1974. *Sea Breeze Theory and Application*. Journal of Atmospheric Science Vol.31.
- Yamanaka, M.D., Ogino, S.Y., Wu, P.M., Hamada, J.I., Mori, S., dan Matsumoto, J. 2016. *Indonesian Coastline Controlling Global Climate*. Proceeding: International Seminar and EXPO on Sustainable Utilization of Coastal Resources in Tropical Zone, Bengkulu
- Yon, H., dan Anthes, R.A. 1986. *The Effect of Latitude on the Sea Breeze*. Monthly Weather Review Vol 115

KAJIAN BENCANA ABRASI PANTAI DAN AKRESI PROVINSI SUMATERA BARAT PERIODE 2003-2016

Haryani

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta,
Jl. Sumatera Ulakkarang, Padang
E-mail: irharyanimtp@yahoo.co.id

ABSTRAK

Dalam UU Kebencanaan No. 24 Tahun 2007, bahwa tindakan yang dapat dilakukan pada penanganan bencana antara lain tindakan pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, dan penanggulangan kedaruratan. Salah satu tindakan yang dapat dilakukan pra bencana (mitigasi) yakni perlunya mengetahui karakteristik kebencanaan sebagai salah satu upaya mitigasi. Provinsi Sumatera Barat memiliki 19 Kota dan Kabupaten dimana 6 diantaranya sering mengalami bencana abrasi dan akresi karena merupakan wilayah pesisir yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik bencana abrasi dan akresi disepanjang pesisir Provinsi Sumatera Barat periode tahun 2003 sampai dengan tahun 2016. Dengan mengetahui karakteristik abrasi dan akresi dari tahun 2003 dan 2016 akan diketahui pantai mana saja yang mengalami abrasi atau akresi. Penelitian ini bersifat penelitian deskriptif kualitatif dan kuantitatif dengan metode analisis Teknik Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mendapatkan karakteristik bencana abrasi dan akresi di wilayah pesisir Sumatera Barat. telah terjadi bencana abrasi dan akresi di 32 titik yang tersebar di 6 Kabupaten dan Kota, yaitu Kabupaten Pasaman Barat, Kabupaten Agam, Kabupaten Padang Pariaman, Kota Pariaman, Kota Padang dan Kabupaten Padang Pariaman. , terjadi bencana abrasi di pesisir Provinsi Sumatera Barat seluas 732.69 Ha dan akresi seluas 55,4 Ha. Hal ini membuktikan bahwa bencana abrasi menyebabkan berkurangnya daratan di Provinsi Sumatera Barat yang cukup besar yaitu rata-rata 56,3 Ha/tahun, sedangkan penambahan daratan hanya 4,26 Ha/tahun. Bencana abrasi terjauh terdapat di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu sejauh 45,70 m atau rata-rata 3,52 m/tahun. Sedangkan akresi terjauh terdapat di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu sejauh 36,91 atau rata-rata 2,84 m/tahun

Katakunci : Abrasi, akresi, pesisir, bencana, Sumatera Barat

ABSTRACT

In the Law No. 24/2007, that actions that can be taken on disaster management include prevention, mitigation, preparedness an emergency response. One of the actions that can be done pre-disaster (mitigation) is the need to know the characteristics of disaster as one of the mitigation efforts. West Sumatera province has 19 cities and regencies where 6 of them often experience abrasion and accretion disaster because it is a coastal area directly adjacent to the Indian Ocean. This study aims to examine the characteristics of abrasion and accretion disasters along the coast of West Sumatra Province from 2003 to 2016. By

knowing the characteristics of abrasion and accretion from 2003 and 2016 it will be known which beaches are experiencing abrasion or accretion. This research is qualitative and quantitative descriptive research with Geographic Information System (GIS) analysis method to get characteristic of abrasion and accretion disaster in coastal area of West Sumatra. there has been a disaster of abrasion and accretion in 32 points spread across 6 districts and cities, namely West Pasaman District, Agam Regency, Padang Pariaman District, Pariaman City, Padang City and Padang Pariaman District. , an abrasion disaster in the coastal area of West Sumatra Province of 732.69 Ha and 55.4 ha of acres. This proves that the abrasion debacle causes the decrease of land in West Sumatera Province which is big enough that is average 56,3 Ha / year, while the addition of land is only 4,26 Ha / year. The farthest abrasion disasters are located in South Pesisir Regency, which is 45.70 m or 3.52 m / year on average. While the farthest accretion is in the South Pesisir Regency is as far as 36.91 or an average of 2.84 m / year.

Keywords: Abrasion, accretion, coastal, disaster, West Sumatra

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia merupakan salah satu negara yang berpotensi tinggi mengalami bencana alam seperti tsunami, gunung merapi dan longsor. Tingginya potensi bencana terutama tsunami dan letusan gunung merapi ini disebabkan karena wilayah Indonesia terdiri dari tatanan dan proses geologi yang terletak di tiga lempeng bumi yaitu Indo-Australia, Eurasia dan Pasifik. Menurut data BNPB 2016 [1], 80 % wilayah Indonesia sangat beresiko terjadi bencana hidrometeorologi.

Ada 10 jenis bencana yang beresiko di Indonesia diantaranya adalah banjir, banjir bandang, cuaca ekstrim, abrasi dan gelombang ekstrim, gempa bumi, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, letusan gunung merapi, longsor dan tsunami. Dibandingkan dengan jumlah bencana pada 2015, peristiwa bencana tahun 2016 meningkat sebesar 35%. Dari jumlah tersebut, sebanyak 92% bencana tahun ini adalah bencana hidrometeorologi yang didominasi oleh banjir, longsor dan puting beliung.

Selama 2016 terjadi 766 bencana banjir, 612 longsor, 669 puting beliung, 74 kombinasi banjir dan longsor, 178 kebakaran hutan dan lahan, 13 gempa, tujuh gunung meletus, dan 23 gelombang pasang dan abrasi. Di Indonesia resiko bencana abrasi dan gelombang ekstrim terdapat pada wilayah seluas 1.888.085 Ha, dengan jumlah manusia terpapar 4.917.327 jiwa serta dapat menimbulkan kerugian fisik Rp. 22.042.350 M, kerugian ekonomi Rp. 1.290.842 M dan kerusakan lingkungan 460.252 Ha [1].

Di Pulau Sumatera terdapat 21 Kota/Kabupaten yang beresiko bencana tinggi. Adapun risiko bencana yang dominan adalah banjir, gempa bumi, kebakaran hutan dan lahan, tanah longsor, tsunami, erupsi gunung api dan banjir bandang. Target penurunan indek risiko bencana di Indonesia sebesar 30 % sampai dengan

tahun 2019 yaitu dengan strategi peningkatan indeks kapasitas di Kabupaten/Kota. Peningkatan indeks kapasitas dimaksud diantaranya adalah kesiapan komponen kelembagaan, peringatan dini, pendidikan, mitigasi dan kesiapsiagaan. Sejalan dengan RPJMN arah kebijakan dan strategi, penurunan tingkat kerentanan terhadap bencana salah satunya adalah "membangun dan menumbuhkan kearifan lokal dalam membangun dan bencana".

Secara historis Sumatera Barat merupakan kawasan yang telah banyak mengalami bencana. Bencana-bencana yang pernah terjadi di Sumatera Barat berdasarkan urutan persentasi tertinggi antara lain banjir 43 %, tanah longsor 18 %, kebakaran 7%, banjir dan tanah longsor 7%, gempa bumi 6%, gelombang pasang/abrasi 3%, dan bencana lainnya 7% (Sumber: Data dan Informasi Bencana Indonesia /DIBI). Bencana-bencana ini telah banyak menimbulkan korban jiwa, kerusakan, dan kerugian yang tidak sedikit baik dari masyarakat maupun pemerintah Indonesia.

Walaupun bencana gelombang pasang dan abrasi hanya terjadi sebanyak 3 %, namun menurut penelitian Bambang Istijono [2] dari tahun 1918 telah terjadi pengikisan pantai Padang rata-rata 2,20 m/tahun. Bentuk pantai Padang relatif lurus, sebagian besar pantainya disusun oleh pasir, dibelakang pantai berupa dataran alluvial yang luas. Konsep dasar penanggulangan abrasi pantai Padang adalah meredam pengaruh energi gelombang laut dengan pemasangan batu diameter 0,50-1,50 m dan pasir pantai yang terancam stabilitasnya. Groin dengan material batu yang dipasang menjorok ke laut 15-25 m dengan interval 50 m dan tanggul pantai adalah bentuk proteksi pantai yang cukup berhasil di Kota Padang yang mulai dibangun tahun 1974 sampai sekarang.

Hasil penelitian Haryani [3] tingkat kerentanan bencana yang mengancam Pantai Padang (studi kasus Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah) terdiri dari bencana utama dan bencana ikutan. Bencana utama diantaranya; badai dan ancaman tsunami merupakan kerentanan utama, abrasi pantai dan gelombang pasang kerentanan kedua, instruksi air laut dan sedimentasi kerentanan ketiga dan kerentanan rendah adalah bencana banjir. Sedangkan untuk bencana ikutan yang menduduki kerentanan utama adalah kerentanan ekonomi, kedua kerentanan fisik, kerentanan ketiga lingkungan dan kerentanan keempat kerentanan sosial.

Sementara itu dari 19 kota dan kabupaten yang ada di Provinsi Sumatera Barat, 6 diantaranya adalah kota/kabupaten pesisir yang berbatasan dengan Samudera Hindia. kota dan kabupaten pesisir tersebut adalah Kabupaten Pasaman Barat, Kabupaten Agam, Kabupaten Padang Pariaman, Kota Pariaman, Kota Padang dan Kabupaten Pesisir Selatan. Kota dan Kabupaten pesisir tersebut umumnya merupakan wilayah yang padat salah satunya Kota Padang yang merupakan Ibukota Provinsi.

Kondisi geografis Provinsi Sumatera Barat yang berbatasan dengan Samudera Hindia, berpotensi terjadinya abrasi dan akresi. Oleh sebab itu permasalahan

dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik bencana abrasi pantai dan akresi dari tahun 2003 dan 2016 di wilayah pesisir Provinsi Sumatera Barat.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji karakteristik bencana abrasi dan akresi dari tahun 2003 dan 2016 di pesisir Provinsi Sumatera Barat dan pantai mana saja yang mengalami abrasi atau akresi.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Pendekatan Penelitian

Metode pendekatan studi yang digunakan yaitu secara deskriptif kuantitatif. Pendekatan secara deskriptif kuantitatif, yakni data dan informasi yang diperoleh, diolah dan disajikan dengan menggunakan bentuk tabel-tabel frekuensi dan persentase. Peta garis pantai tahun 2003 dengan peta garis pantai tahun 2016 ditumpang tindihkan (*overlay*). Hasil yang diperoleh adalah pantai mana saja yang mengalami abrasi dan atau akresi.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu dengan metode survey sekunder. Survei sekunder adalah metode dengan pengumpulan data dari berbagai instansi maupun studi literatur terkait substansi objek studi dalam bentuk peta-peta tematik buku-buku dan artikel dalam jurnal ilmiah yang relevan yang diolah menjadi satu data dan informasi. Secara detail peta-peta (data sekunder) dan sumber dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Jenis Data Dan Sumber

Data	Jenis Data	Metode Analisis	Sumber Data
Data citra Landsat ETM tahun 2003 Data citra Landsat OLI tahun 2016	Data Sekunder berupa : Citra Satelit dari Landsat yang di peroleh dari USGS (<i>U.S. Geological Survey</i>)	Menggunakan metode <i>Band-Ratio</i> dan Metode <i>Single Band</i> untuk mendapatkan deliniasi Batas darat dan air (batas nilai pixel) yang kegunaanya untuk mendapatkan garis pantai pada masing-masing citra baik landsat ETM tahun 2003 dan landsat OLI 2016.	USGS <i>U.S. Department of the Interior Geological Survey</i> (USGS) atau Departemen Dalam Negeri Bidang Survei Geologi Amerika Serikat

2.3 Metode Analisis

Metode analisis yang dipakai adalah metode perbandingan garis pantai tahun 2003 dengan garis pantai tahun 2016. Adapun metode analisis dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Metode Analisis

Tahap Pertama	Tahap Kedua	Tahap Ketiga	Tahap Keempat
Data citra Landsat ETM tahun 2003 dan Landsat OLI tahun 2016 atau akuisisi yang tahun berdekatan dengan kriteria utama masing-masing dataset yang dipilih adalah bebas awan, Persyaratan dataset Landsat yang digunakan untuk analisis dan didownload adalah data citra kandungan awan $\leq 10\%$ dan belum mengalami cacat pada Scan Line Corrector (SLC)	Untuk memudahkan dalam analisis, jenis band multi-spectral kedua dataset (Landsat-7 ETM dan Landsat-8 OLI) dibuat dalam bentuk stacking layer band (digabung) pada masing-masing dataset. Karena cakupan daerah penelitian (seluruh Pesisir Sumatera Barat) membutuhkan 3 buah scene (path/row) maka dengan langkah seperti ini dihasilkan 6 buah file stacking untuk	Deliniasi Batas darat dan air untuk mendapatkan garis pantai dengan menggunakan metode Band-Ratio sehingga diperoleh batas nilai piksel yang lebih informatif. Pada metode Band-Ratio, rasio band NIR dengan band Green (b4/b2 pada Landsat-7; b5/b3 pada Landsat-8) akan menghasilkan batas darat-air pada daerah pantai yang tertutup oleh vegetasi. Daerah darat yang tidak bervegetasi ikut	Untuk membantu pengekstraksian informasi batas darat-laut yang akan menjadi fitur garis pantai maka digunakan teknik komposit band atau kombinasi false color untuk menampilkan batas tiap obyek yang diamati. Hasil konversi raster ke vector. File vector polyline ini berukuran vertex yang sama dengan resolusi spasial dataset asal (Landsat ETM dan Landsat OLI) yakni 30 meter. Sehingga untuk menghaluskan dan mengeditnya dilakukan perbaikan. Perbaikan dilakukan menggunakan line smooth tools pada ArcGIS

	kebutuhan analisa garis pantai.	terkelaskan ke dalam piksel air (laut). Sebaliknya dengan rasio band SWIR-1 dengan band Green (b5/b2 pada Landsat-7; b6/b3 pada Landsat-8) maka diperoleh garis pantai dari daerah yang tertutup oleh pasir dan tanah.	
--	---------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perkembangan Abrasi dan Akresi Tahun 2003 dan 2016

Hasil analisis perkembangan abrasi dan akresi pantai yaitu dengan melakukan tumpang tindih peta tahun 2003 dengan peta tahun 2016 terhadap garis pantai Sumatera barat didapatkan garis pantai yang mengalami abrasi (pemunduran garis pantai) atau akresi (penambahan pantai). Analisis peta dilakukan dengan cara deliniasi batas darat dan air untuk mendapatkan garis pantai yang tertutup oleh vegetasi. Daerah darat yang tidak bervegetasi ikut terkelaskan ke dalam piksel air (laut). Sebaliknya dengan rasio band SWIR-1 dengan band *Green* (b5/b2 pada Landsat-7; b6/b3 pada Landsat-8) maka diperoleh garis pantai dari daerah yang tertutup oleh pasir dan tanah.

Abrasi dan akresi pantai Sumatera Barat periode tahun 2003 sampai 2016 dapat dilihat pada tabel dan peta berikut.

Tabel 3 Bencana Abrasi Pantai Dan Akresi Provinsi Sumatera Barat 2003 – 2016

No	Kordinat		Panjang (m)	Perubahan	Lokasi
	X	Y			
1	623020	9934204	21.30	Akresi	Pariaman
2	618248	9941318	26.63	Akresi	Padang Pariaman
3	594519	9964605	27.22	Akresi	Agam

4	706582	9766915	16.72	Akresi	Pessel
5	696741	9801707	27.61	Akresi	Pessel
6	682308	9822788	28.96	Akresi	Pessel
7	676526	9846948	12.93	Akresi	Pessel
8	674485	9850775	36.91	Akresi	Pessel
9	638703	9916028	23.73	Abrasi	Padang Pariaman
10	637659	9916994	24.26	Abrasi	Padang Pariaman
11	635030	9919600	14.80	Abrasi	Padang Pariaman
12	623781	9932734	18.77	Abrasi	Pariaman
13	616836	9943023	7.66	Abrasi	Padang Pariaman
14	595941	9963671	21.42	Abrasi	Agam
15	597213	9962799	17.65	Abrasi	Agam
16	591843	9966170	17.40	Abrasi	Agam
17	589217	9972094	23.40	Abrasi	Agam
18	585107	9981676	28.98	Abrasi	Pasaman Barat
19	584171	9989685	24.72	Abrasi	Pasaman Barat
20	546839	1001620 8	22.69	Abrasi	Pasaman Barat
21	720378	9732211	16.57	Abrasi	Pesisir Selatan
22	712287	9740537	38.12	Abrasi	Pesisir Selatan
23	690377	9811442	26.18	Abrasi	Pesisir Selatan
24	689557	9812399	24.74	Abrasi	Pesisir Selatan
25	682175	9824383	16.35	Abrasi	Pesisir Selatan
26	682077	9825964	35.14	Abrasi	Pesisir Selatan
27	680472	9830554	18.70	Abrasi	Pesisir Selatan
28	677849	9835173	45.70	Abrasi	Pesisir Selatan
29	674753	9843750	31.37	Abrasi	Pesisir Selatan
30	651126	9890829	10.54	Abrasi	Padang
31	650338	9892911	13.55	Akresi	Padang
32	647709	9905662	15.68	Abrasi	Padang

Sumber : Hasil analisis Peta Citra Arc Gis, 2018

Terdapat 32 titik terpantau terjadi abrasi dan akresi di sepanjang pantai Sumatera Barat periode tahun 2003 sampai dengan tahun 2016. Berikut adalah hasil analisis bencana abrasi dan akresi yang terjadi pada masing-masing wilayah di Kota/Kabupaten periode tahun 2003 sampai tahun 2016.

Di Kabupaten Pasaman Barat selama periode 2003 – 2016 terpantau terjadi abrasi ditiga (3) titik. Adapun abrasi terjadi rata-rata sejauh 25,46 m, abrasi menggerus

pantai terjauh 28,98 m dan yang terdekat 22,69 m. Sedangkan akresi tidak terdapat di Kabuapten Pasaman Barat. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4 Abrasi Pantai di Kabupaten Pasaman Barat 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Abrasi/Akresi
1	28.98	Abrasi
2	24.72	Abrasi
3	22.69	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Di Kabupaten Agam terdapat 5 lokasi terpantau abrasi maupun akresi dimana 4 lokasi terjadi abrasi dan 1 lokasi akresi. Abrasi terjadi sejauh 23,40 m sedangkan akresi terjadi sejauh 27,22 m. Berbeda dengan Kabupaten Pasaman Barat yang hanya terjadi abrasi, di Kabupaten Agam terjadi abrasi rata-rata sejauh 19,97 m sekaligus terjadi akresi. Selengkapan titik abrasi dan besar masing-masing akresi dan akresi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5 Abrasi Pantai Dan Akresi di Kabupaten Agam 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Abrasi/Akresi
1	27.22	Akresi
2	21.42	Abrasi
3	17.65	Abrasi
4	17.40	Abrasi
5	23.40	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Akresi dan abrasi terjadi juga di Kabupaten Padang Pariaman. Rata-rata abrasi terjadi sejauh 17,61 m, dimana abrasi terjadi pada 5 titik, sedangkan akresi terjadi di 1 titik sejauh 26,63 m. Hampir sama dengan Kota Pariaman terjadi 1 titik akresi sejauh 21,30 m dan 1 titik abrasi sejauh 18.77 m. Selengkapnya abrasi dan akresi yang terjadi di Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6 Abrasi Pantai Dan Akresi di Kabupaten Padang Pariaman 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Abrasi/Akresi
1	26.63	Akresi
2	23.73	Abrasi
3	24.26	Abrasi
4	14.80	Abrasi
5	7.66	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Tabel 7 Abrasi Pantai Dan Akresi di Kota Pariaman 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Abrasi/Akresi
1	21.30	Akresi
2	18.77	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Di Kota Padang abrasi terjadi di 2 titik yaitu sejauh 10,5 m dan 15,68 m sedangkan akresi terdapat di 1 titik sejauh 13,55 m.

Dibandingkan dengan Kota/Kabupaten di Sumatera Barat, sebaran abrasi dan akresi yang terbanyak adalah di Kabupaten Pesisir Selatan. Terdapat 14 lokasi abrasi dan akresi dengan 5 titik akresi dan 9 titik abrasi pantai. Akresi terjauh 36,91 m sedangkan abrasi terjauh 45,7 m dan terdekat 16,35 m.

Selengkapnya abrasi dan akresi yang terjadi di Kota Padang dan Kabupaten Pesisir Selatan periode tahun 2003 sampai tahun 2016 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8 Abrasi Pantai Dan Akresi di Kota Padang 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Abrasi/Akresi
1	10.54	Abrasi
2	13.55	Akresi
3	15.68	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Tabel 9 Abrasi Pantai Dan Akresi di Kabupaten Pesisir Selatan 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Abrasi/Akresi
1	16.72	Akresi
2	27.61	Akresi
3	28.96	Akresi
4	12.93	Akresi
5	36.91	Akresi

6	16.57	Abrasi
7	38.12	Abrasi
8	26.18	Abrasi
9	24.74	Abrasi
10	16.35	Abrasi
11	35.14	Abrasi
12	18.70	Abrasi
13	45.70	Abrasi
14	31.37	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

3.2 Analisis Luas Abrasi dan Akresi Pesisir Sumbar Tahun 2003-2016

Dengan metode yang sama, hasil analisis luas abrasi dan akresi yang terjadi pantai Provinsi Sumatera Barat yaitu dengan melakukan tumpang tindih peta tahun 2003 dengan peta tahun 2016 didapatkan garis pantai yang mengalami abrasi (pemunduran garis pantai) atau akresi (penambahan pantai) dan panjang wilayah yang mengalami perubahan. Dengan mengetahui panjang dan perubahan yang terjadi terhadap garis pantai, maka didapat luas wilayah pesisir/pantai yang mengalami abrasi ataupun akresi pantai.

Hasil analisis terhadap luas abrasi dan akresi pesisir Sumatera Barat periode 2003–2016 selengkapnya dapat dilihat pada Tabel IX berikut. Terdapat 32 titik yang mengalami perubahan baik abrasi maupun akresi selama periode tersebut yang tersebar disepanjang pantai Provinsi Sumatera Barat. Sebaran abrasi maupun akresi yang terbanyak terjadi di Pesisir Selatan yaitu 14 lokasi, yang terdiri dari 9 titik abrasi dan 5 titik akresi pantai. Sedangkan sebaran lokasi abrasi dan akresi terkecil terdapat di Kota Pariaman yaitu 2 titik (abrasi dan akresi).

Tabel 10 Luas Abrasi Pantai Dan Akresidi Provinsi Sumatera Barat 2003-2016

No	Kordinat		Perubahan	Lokasi	Luas (Ha)
	X	Y			
1	638703	9916028	Abrasi	Pariaman	18.66
2	637659	9916994	Abrasi	Padang Pariaman	3.32
3	635030	9919600	Abrasi	Agam	8.30
4	623781	9932734	Abrasi	Pessel	2.03
5	623020	9934204	Akresi	Pessel	4.84
6	618248	9941318	Akresi	Pessel	3.42
7	616836	9943023	Abrasi	Pessel	3.68
8	595941	9963671	Abrasi	Pessel	6.59
9	597213	9962799	Abrasi	Padang Pariaman	2.25

10	594519	9964605	Akresi	Padang Pariaman	9.86
11	591843	9966170	Abrasi	Padang Pariaman	21.78
12	589217	9972094	Abrasi	Pariaman	8.70
13	585107	9981676	Abrasi	Padang Pariaman	133.42
14	584171	9989685	Abrasi	Agam	265.90
15	546839	1001620 8	Abrasi	Agam	25.79
16	720378	9732211	Abrasi	Agam	16.89
17	712287	9740537	Abrasi	Agam	108.97
18	706582	9766915	Akresi	Pasaman Barat	13.58
19	696741	9801707	Akresi	Pasaman Barat	4.09
20	690377	9811442	Abrasi	Pasaman Barat	7.77
21	689557	9812399	Abrasi	Pesisir Selatan	7.79
22	682308	9822788	Akresi	Pesisir Selatan	2.74
23	682175	9824383	Abrasi	Pesisir Selatan	1.57
24	682077	9825964	Abrasi	Pesisir Selatan	27.06
25	680472	9830554	Abrasi	Pesisir Selatan	9.47
26	677849	9835173	Abrasi	Pesisir Selatan	21.62
27	674753	9843750	Abrasi	Pesisir Selatan	25.39
28	676526	9846948	Akresi	Pesisir Selatan	10.28
29	674485	9850775	Akresi	Pesisir Selatan	6.26
30	650338	9892911	Akresi	Padang	0.33
31	651126	9890829	Abrasi	Padang	1.94
32	647709	9905662	Abrasi	Padang	3.80

Sumber: Haryani, 2018

Di Kabupaten Pasaman Barat hanya terdapat 3 titik abrasi pantai tanpa adanya akresi, namun luas abrasi di Kabuapten ini merupakan terluas kedua setelah abrasi dan akresi pantai di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu 425,11 Ha. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut. Kehilangan daratan yang cukup besar di Kabupaten Pasaman Barat akibat abrasi pantai, dikhawatirkan semakin hari semakin membesar karena ternyata tidak dibarengi dengan akresi (penambahan daratan).

Tabel 11 Luas Abrasi Pantai Dan Akresi di Kabupaten Pasaman Barat 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Luas (ha)	Abrasi/Akresi
1	28.98	133.42	Abrasi
2	24.72	265.90	Abrasi
3	22.69	25.79	Abrasi
Jumlah		425,11	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Di Kabupaten Agam terdapat 5 lokasi terjadi abrasi dan akresi, terdiri dari abrasi di 4 titik dan hanya 1 titik terjadi akresi. Luas abrasi yang terjadi adalah 39,32 Ha dan akresi seluas 9,86. Artinya berkurangnya luas daratan akibat abrasi tidak sebanding dengan luas akresi pantai yang terjadi. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 12 Luas Abrasi Pantai Dan Akresidi Kabupaten Agam 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Luas (ha)	Abrasi/Akresi
1	27.22	9.86	Akresi
2	21.42	6.59	Abrasi
3	17.65	2.25	Abrasi
4	17.40	21.78	Abrasi
5	23.40	8.70	Abrasi
Jumlah		9.86	Akresi
		39.32	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Begitupun di Kabupaten Padang Pariaman terdapat 5 lokasi yang terdiri dari abrasi di 4 titik dan akresi di 1 titik. Luas akibat bencana abrasi di pantai Padang Pariaman adalah 33,96 Ha, sementara akresi hanya 3,42 Ha. Hal inipun menunjukkan tidak sebandingnya luas daratan yang hilang dengan penambahan daratan di Kabupaten Padang Pariaman.

Tabel 13 Luas Abrasi Pantai Dan Akresidi Kabupaten Padang Pariaman 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Luas (ha)	Abrasi/Akresi
1	26.63	3.42	Akresi
2	23.73	18.66	Abrasi
3	24.26	3.32	Abrasi
4	14.80	8.30	Abrasi
5	7.66	3.68	Abrasi
Jumlah		3.42	Akresi

	33.96	Abrasi
--	-------	--------

Sumber: Haryani, 2018

Di Kota Pariaman hanya terapat 1 titik lokasi abrasi dan 1 titik akresi pantai dengan maaing-masing luas abrasi 2,03 Ha dan luas akresi 4,84 Ha. Hal ini berbeda dengan daerah lainnya dimana luas abrasi justru lebih kecil (2.03 Ha) dibanding luas akresi yang lebih besar dua kali dibanding abrasi yaitu 4,84 Ha. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel XIII berikut.

Tabel 14 Luas Abrasi Pantai Dan Akresi di Kota Pariaman 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Luas (ha)	Abrasi/Akresi
1	21.30	4.84	Akresi
2	18.77	2.03	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Sebagai Ibu Kota Provinsi Sumatera Barat, Kota Padang pun tidak luput dari bencana abrasi dan akresi pantai. Telah terjadi pengurangan daratan akibat abrasi pantai seluas 5,74 Ha sementara penambahan daratan hanya 0,33 Ha. Kondisi ini sangat mempriatinkan mengingat sebagai ibukota Provinsi, Kota Padang membutuhkan lahan yang cukup tinggi untuk pembangunan. Dari analisis tersebut dapat disimpulkan rata-rata pertahun terjadi pengurangan lahan sebesar 0,44 Ha. Angka ini cukup tinggi mengingat Kota Padang adalah kota pesisir yang cukup padat penduduk dan daerah terbangunnya.

Selengkapnya data abrasi dan akresi pantai yang terjadi 13 tahun terakhir di Kota Padang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 15 Luas Abrasi Pantai Dan Akresi di Kota Padang 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Luas (ha)	Abrasi/Akresi
1	10.54	1.94	Abrasi
2	13.55	0.33	Akresi
3	15.68	3.80	Abrasi
Jumlah		0.33	Akresi
		5.74	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Bencana abrasi dan akresi terbanyak terdapat di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu tersebar di 14 titik. Bencana abrasi selama 13 tahun terakhir adalah seluas 226,53 Ha dan akresi seluas 36,95 Ha. Rata-rata pertahun telah terjadi pengurangan daratan seluas 17,4 Ha dan ini angka yang cukup besar untuk agar menjadi perhatian Pemda Kabupaten Pesisir Selatan.

Tabel 16 Luas Abrasi Pantai Dan Akresi di Kabupaten Pesisir Selatan 2003-2016

Titik	Panjang (m)	Luas (ha)	Abrasi/Akresi
1	16.72	13.58	Akresi
2	27.61	4.09	Akresi
3	28.96	2.74	Akresi
4	12.93	10.28	Akresi
5	36.91	6.26	Akresi
6	16.57	16.89	Abrasi
7	38.12	108.97	Abrasi
8	26.18	7.77	Abrasi
9	24.74	7.79	Abrasi
10	16.35	1.57	Abrasi
11	35.14	27.06	Abrasi
12	18.70	9.47	Abrasi
13	45.70	21.62	Abrasi
14	31.37	25.39	Abrasi
Jumlah		36.95	Akresi
		226.53	Abrasi

Sumber: Haryani, 2018

Abrasi pantai terluas yang terjadi di pesisir Sumatera Barat 13 tahun terakhir adalah di Kabupaten Pasaman Barat yaitu 265,90 Ha dan di Kabupaten Pesisir Selatan 108.97 Ha. Ini sangat mengkhawatirkan jika terus-menerus daratan akan berkurang luasnya terutama di wilayah pesisir. Dengan luas daratan yang semakin hari semakin berkurang, akan memicu terjadinya permasalahan pemanfaatan lahan maupun status kepemilikan lahan.

Sedangkan akresi yaitu penambahan daratan terluas yaitu terdapat di Kabupaten Pesisir Selatan seluas 10.28 Ha dan Kabupaten Agam seluas 9.86 Ha. Luas akresi yaitu penambahan luas daratan pesisir di wilayah Sumatera Barat hanya sebesar 55,4 Ha dan jauh lebih kecil hilangnya daratan akibat abrasi pantai yaitu sebesar 732,69 Ha.

Tabel 17 Luas Abrasi Pantai Dan Akresi di Provinsi Sumatera Barat 2003-2016

No	Kota/Kab	Abrasi (Ha)	Akresi (Ha)
1	Pasaman Barat	425.11	-
2	Agam	39.32	9.86
3	Padang Pariaman	33.96	3.42

4	Pariaman	2.03	4.84
5	Padang	5.74	0.33
6	Pesisir Selatan	226.53	36.95
Jumlah		732.69	55.4

Sumber: Haryani, 2018

4. KESIMPULAN

- a) Dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2016 (13 tahun pengamatan) di pesisir Provinsi Sumatera Barat telah terjadi bencana abrasi dan akresi di 32 titik yang tersebar di 6 Kabupaten dan Kota, yaitu Kabupaten Pasaman Barat, Kabupaten Agam, Kabupaten Padang Pariaman, Kota Pariaman, Kota Padang dan Kabupaten Padang Pariaman. Jumlah titik abrasi dan akresi terbanyak terdapat di Kabupaten Pesisir Selatan dan hanya 2 titik abrasi dan akresi terdapat di Kota Pariaman.
- b) Selamat 13 tahun pengamatan, terjadi bencana abrasi di pesisir Provinsi Sumatera Barat seluas 732.69 Ha dan akresi seluas 55,4 Ha. Hal ini membuktikan bahwa bencana abrasi menyebabkan berkurangnya daratan di Provinsi Sumatera Barat yang cukup besar yaitu rata-rata 56,3 Ha/tahun, sedangkan penambahan daratan hanya 4,26 Ha/tahun. Angka ini membuktikan tidak signifikan antara luas abrasi pantai dan akresi pantai di Sumatera Barat.
- c) Bencana abrasi terjauh terdapat di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu sejauh 45,70 m atau rata-rata 3,52 m/tahun. Sedangkan akresi terjauh terdapat di Kabupaten Pesisir Selatan yaitu sejauh 36,91 atau rata-rata 2,84 m/tahun. Dari angka kemunduran garis pantai dan majunya garis pantai di Kabupaten Pesisir Selatan terdapat angka yang cukup signifikan yang artinya pada satu lokasi hilangnya daratan sejauh 3,52 m/tahun dan pada lokasi lainnya terdapat penambahan daratan (akresi)sejauh 2,84 m/tahun.

5. DAFTAR PUSTAKA

- BNPB, 2016. *Penurunan Indeks Resiko Bencana di Indonesia*. 14 Desember.
- Istijono,B.2013. Tinjauan Lingkungan dan Penanggulangan Abrasi Pantai Padang, Sumatera Barat. *Jurnal Rekayasa Sipil*. vol. 9 No. 2 Oktober 2013.
- Haryani, 2012. Model Mitigasi Bencana di Wilayah Pesisir dengan Pemberdayaan Masyarakat. *Jurnal Nasional Tataloka*. ISSN 0852-7458. Vol.14 No.3 Agustus 2012.
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana, (2007). *Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Editor: Triutomo, Sugeng, Widjaja, B. Wisnu , Amri, M.Robi. Jakarta.

- Bengen,G.D.2002. *Ekosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut serta PrinsipPengelolaannya*. IPB. Bogor.
- Dahuri, R.2001. *Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut Secara Terpadu*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Departemen Kelautan dan Perikanan, 2002. *Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No.Kep. 34/Men/2002 tentang Pedoman Umum Penataan Ruang Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, Menteri Kelautan dan Perikanan*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2001. *Petunjuk Pelaksanaan Perbaikan Lingkungan Permukiman Nelayan. PLP-KIP Nelayan*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Direktorat Jenderal Perumahan dan Permukiman. Jakarta.
- Diposaptono, S.,dkk (2009). *Menyiasati Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Buku Ilmiah Populer. Bogor
- Undang-Undang No. 24 Tahun 2007. *Penanggulangan Bencana*. Departemen Dalam Negeri. Jakarta.
- Undang-Undang No. 27 Tahun 2007. *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Departemen Dalam Negeri. Jakarta.
- PP No.21 tahun 2008 tentang *Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana RPJMN 2015-2019 (Bidang kebencanaan)*. 2015
- Permendagri No. 9 Tahun 1998 tentang *Tata Cara Peran Serta Masyarakat dalam Proses Penataan Ruang di Daerah*
- Sadyohutomo, Mulyono,2008, *Managemen Kota dan Wilayah, Realita dan Tantangan, Bumi Aksara*, Jakarta
- Undang-undang No. 26 Tahun 2007 tentang *Penataan Ruang*

ANALISIS RISIKO DAN MITIGASI BENCANA BANJIR UNTUK DAERAH MUARA LABUH DAN SEKITARNYA

Irwan Fitriades¹, Febrin Anas Ismail², Bambang Istijono³

¹Mahasiswa Pasca Sipil Fakultas Teknik Unievrstas Andalas (fitriadespdg@gmail.com)

²Staf Pengajar Jurusan Sipil Fakultas Teknik Unievrstas Andalas (febrin@eng.unand.ac.id)

³Staf Pengajar Jurusan Sipil Fakultas Teknik Unievrstas Andalas (bistijono@ft.unand.ac.id)

ABSTRAK

Daerah Muara Labuh merupakan salah satu daerah dengan seluas 596,00 km² dengan jumlah penduduk tahun 2016 sebanyak 32.182 jiwa, yang mana bagian barat daerah Muara Labuh merupakan kawasan lembah di kaki pegunungan yang dilalui dua aliran sungai besar Batang Suliti dan Batang Bangko. Kerentanan kawasan Muara Labuh terhadap bencana banjir yang berulang dan penanganan yang tidak komprehensif menyebabkan korban dan kerugian yang cukup banyak. Kompleksitas penyelenggaraan penanggulangan bencana memerlukan suatu penataan dan perencanaan yang matang, terarah dan terpadu. Kajian ini dilakukan dengan mengumpulkan data wilayah Muara Labuh kependudukan, topografi, infrastruktur, tata guna lahan dan lain-lain. Pengumpulan data dilakukan observasi, interview dan literature. Hasil kajian menunjukkan lahan tempat air tersimpan mengalami degradasi sehingga simpanan air berkurang dan mempengaruhi debit sungai. Sungai Batang Suliti, memiliki debit sebesar 27,8527 m³/dt, sedangkan kapasitas sungai hanya mampu menampung sebesar 25,3429 m³/dt. Sementara Sungai Batang Bangko, memiliki debit sebesar 41,3779 m³/dt, sedangkan kapasitas sungai hanya mampu menampung sebesar 18,7624 m³/dt. Setelah dilakukan analisis terhadap ancaman (hazard), kerentanan (vulnerability), dan kapasitas (capacity), sebagian besar kawasan ini memiliki resiko tinggi dan sebagian kecilnya beresiko sedang.

Kata kunci : Muaralabuh, resiko, bencana, banjir, mitigasi.

1. PENDAHULUAN

Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia memiliki kondisi geografis, geologis, hidrologis dan demografis yang memungkinkan terjadinya bencana, baik yang disebabkan oleh faktor alam, faktor non alam maupun faktor manusia yang menyebabkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Salah satu daerah di Provinsi Sumatera Barat yaitu Muara Labuh yang mengalami potensi bencana. Muara Labuh adalah pusat Kecamatan Sungai Pagu yang merupakan salah satu dari tujuh kecamatan yang ada di Kabupaten Solok Selatan, Provinsi Sumatera Barat. Kecamatan Sungai Pagu meliputi wilayah seluas 596,00 km² dengan jumlah penduduk tahun 2016 sebanyak 32.182 jiwa. Bagian barat daerah Muara Labuh merupakan kawasan lembah di kaki pegunungan yang dilalui dua aliran sungai besar yakni Batang Suliti dan Batang Bangko, disamping beberapa anak sungai seperti Batang Lolo dan

Anak Batang Lolo. Saat ini Muara Labuh dihadapkan dengan permasalahan lingkungan yang kompleks. Salah satu ancaman bencana kawasan Muara Labuh akibat hal di atas adalah banjir dan longsor. Bencana tersebut tidak disebabkan oleh alam semata tapi juga non alam dan kombinasi antara berbagai risiko ancaman dan kondisi kerentanan (BPS, 2016; BNPB, 2018).

Kerentanan kawasan Muara Labuh terhadap bencana banjir yang berulang dan penanganan yang tidak komprehensif menyebabkan korban dan kerugian yang cukup banyak. Kompleksitas penyelenggaraan penanggulangan bencana memerlukan suatu penataan dan perencanaan yang matang, terarah dan terpadu. Pemaduan dan penyelarasan arah penyelenggaraan penanggulangan bencana pada suatu kawasan membutuhkan dasar yang kuat dalam pelaksanaannya. Dibutuhkan penyelenggaraan penanggulangan bencana yang bertujuan untuk menjamin terselenggaranya pelaksanaan penanggulangan bencana secara terencana, terpadu, terkoordinasi dan menyeluruh dalam rangka memberikan perlindungan kepada masyarakat dari ancaman, risiko, dan dampak bencana. Perlu dilakukan kajian risiko bencana banjir di kawasan Muara Labuh dan sekitarnya dengan melakukan analisis terhadap Ancaman (hazard), Kerentanan (vulnerability) dan Kapasitas (capacity) kawasan Muara Labuh. Dengan demikian dapat merekomendasi mitigasi bencana banjir di kawasan Muara Labuh dan sekitarnya (BNPB, 2012a; BNPB 2012b)

2. PERENCANAAN PENANGGULANGAN BENCANA

Perencanaan dalam penanggulangan bencana dilakukan pada setiap tahapan yang terdiri dari (1) prabencana dalam situasi tidak terjadi bencana, dilakukan penyusunan rencana penanggulangan bencana (sisaster management plan), yang merupakan rencana umum dan menyeluruh, (2) prabencana dalam situasi terdapat potensi bencana dilakukan penyusunan rencana kesiapsiagaan untuk menghadapi keadaan darurat, (3) tangap darurat dilakukan rencana operasi (operational plan) yang merupakan operasionalisasi/aktivasi dari rencana kedaruratan, (4) pemulihan dilakukan penyusunan rencana pemulihan (recovery plan) yang meliputi rencana rehabilitasi dan rekonstruksi yang dilakukan pada pasca bencana. Sedangkan kerentanan (vulnerability) adalah keadaan atau sifat/perilaku manusia atau masyarakat yang menyebabkan ketidakmampuan menghadapi bahaya atau ancaman berupa (1) Kerentanan fisik bentuk kerentanan yang dimiliki masyarakat berupa daya tahan menghadapi bahaya tertentu seperti kekuatan bangunan rumah, (2) Kerentanan ekonomi suatu individu atau masyarakat sangat menentukan tingkat kerentanan terhadap ancaman bahaya, (3) Kerentanan social masyarakat juga mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap ancaman bahaya seperti pendidikan berupa kekurangan pengetahuan tentang risiko bahaya, (4) Kerentanan Lingkungan hidup suatu masyarakat sangat mempengaruhi kerentanan. Masyarakat yang tinggal di daerah yang kering dan sulit air akan selalu terancam bahaya kekeringan (BNPB 2014; BNPB, 2016)

2.1 Kajian Resiko Bencana

Secara teoritis resiko bencana dapat ditentukan berdasarkan pendekatan sebagai berikut :

Risiko = Ancaman x Kerentanan/Kapasitas (1)

Dimana pendekatan ini digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara ancaman, kerentanan dan kapasitas yang membangun perspektif tingkat risiko bencana suatu kawasan. Tingkat risiko bencana amat bergantung pada tingkat ancaman kawasan, tingkat kerentanan kawasan yang terancam, dan tingkat kapasitas kawasan yang terancam. Sedangkan upaya yang dilakukan untuk mengurangi risiko bencana berupa memperkecil ancaman kawasan, mengurangi kerentanan kawasan yang terancam dan meningkatkan kapasitas kawasan yang terancam (BNPB, 2016)

2.2 Indeks Ancaman Daerah

Identifikasi jenis ancaman (hazard) ditentukan berdasarkan kepada jenis ancaman yang di Buku Rencana Nasional Penanggulangan Bencana (Renas PB) dimana terdapat 14 jenis bencana. Peta bahaya menentukan wilayah dimana peristiwa alam tertentu terjadi dengan frekuensi dan intensitas tertentu, tergantung pada kerentanan dan kapasitas daerah tersebut. Demikian juga dengan indeks kerentanan yang dibagi menjadi kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan ekologi/lingkungan. Kerentanan dapat didefinisikan sebagai Exposure kali Sensitivity. "Aset aset" yang terekspos termasuk kehidupan manusia (kerentanan sosial), wilayah ekonomi, struktur fisik dan wilayah ekologi/lingkungan. Indeks penduduk terpapar yang dihitung dari komponen sosial budaya di kawasan yang diperkirakan terlanda bencana. Komponen ini diperoleh dari indikator kepadatan penduduk dan indikator kelompok rentan pada suatu daerah bila terkena bencana. Kelompok ini yang kemudian dibagi dalam 3 kelas ancaman, yaitu rendah, sedang dan tinggi.

2.3 Indeks Kerentanan

Indikator yang digunakan untuk kerentanan sosial adalah kepadatan penduduk, rasio jeniskelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur. Indeks kerentanansosial diperoleh dari rata-rata bobot kepadatan penduduk (60%), kelompok rentan (40%) yang terdiri dari rasio jenis kelamin (10%), rasio kemiskinan (10%), rasio orang cacat (10%) dan kelompok umur (10%).

2.4 Indeks Kerugian

Indeks kerugian diperoleh dari komponen ekonomi, fisik dan lingkungan. Komponen komponen ini dihitung berdasarkan indikator-indikator berbeda tergantung pada jenis ancaman bencana. Sama halnya dengan indeks penduduk terpapar, indeks kerugian baru dapat diperoleh setelah peta ancaman untuk setiap bencana telah selesai disusun. Data yang diperoleh untuk seluruh

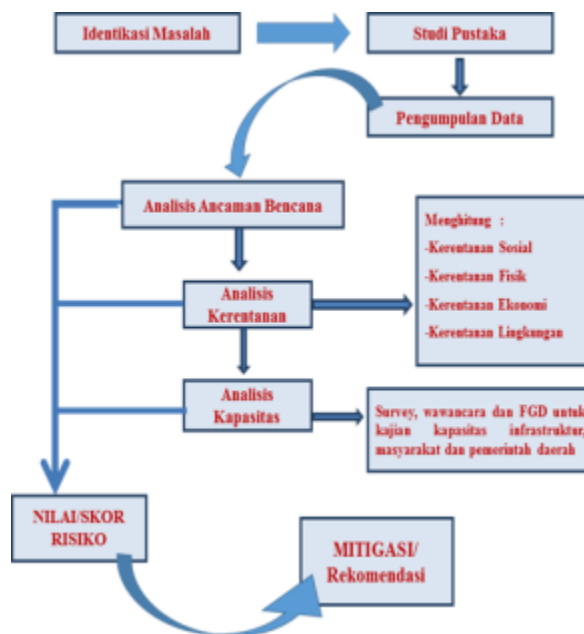
komponen kemudian dibagi dalam 3 kelas ancaman, yaitu rendah, sedang dan tinggi.

2.5 Indeks Kapasitas

Indeks Kapasitas dihitung berdasarkan indikator dalam Hyogo Framework for Actions (Kerangka Aksi Hyogo-HFA). HFA yang disepakati oleh lebih dari 160 negara didunia terdiri dari 5 prioritas program pengurangan risiko bencana. Pencapaian prioritas-prioritas pengurangan risiko bencana ini diukur dengan 22 indikator pencapaian.

3. METODE PENELITIAN

Adapun rencana kerja dari penelitian ini dilakukan secara bertahap, dengan tahapan sebagaimana dapat dilihat pada bagan alir Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini kegiatan diawali dengan mengumpulkan sebanyak mungkin informasi umum wilayah Muara Labuh (Kecamatan Sungai Pagu) seperti kependudukan, topografi, infrastruktur, tata guna lahan dan lain-lain. Data ini didapat dari Kabupaten Solok Selatan Dalam Angka 2017, Kecamatan Sungai Pagu Dalam Angka 2016, Kecamatan Koto Parik Gadang Diatesh Dalam Angka 2016, Kecamatan Pauh Duo Dalam Angka 2016, dan beberapa referensi lainnya. Riwayat

kebencanaan, khususnya banjir, di kawasan Muaralabuh dan sekitarnya diperoleh dari berbagai media online dan surat kabar lokal. Selanjutnya informasi tersebut dipelajari untuk melakukan identifikasi masalah (BPS, 2016; BPS 2017)

3.2 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini, secara umum dibagi menjadi dua, yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Pengumpulan data primer merupakan pengumpulan data yang dilakukan secara langsung kepada objek penelitian di lapangan, dalam hal ini keadaan daerah secara langsung. Hal ini, baik melalui pengamatan (observasi) langsung maupun wawancara (interview) serta penyebaran angket/kuisener, sedangkan pengumpulan data sekunder dilakukan peneliti dengan cara tidak langsung ke objek penelitian tetapi melalui penelitian terhadap dokumen-dokumen yang berkaitan dengan objek penelitian (Singarimbun, 1989). Dalam penelitian ini pengambilan data primer dilakukan dengan metode survey yang meliputi kegiatan pengamatan/observasi langsung ke wilayah Muara Labuh (Kecamatan Sungai Pagu) dan wawancara dengan masyarakat setempat.

3.3 Analisis dan Pengolahan Data

Dalam kajian ini, dilakukan beberapa analisis berdasarkan data-data yang diperoleh, baik data primer maupun data sekunder, yaitu menghitung indeks ancaman bencana dengan bantuan peta zonasi daerah rawan bencana banjir dari Bakosurtanal, BMKG atau Kementrian PU dan divalidasi dengan data kejadian. Kemudian juga menghitung dan menganalisis tingkat kerentanan, tingkat kapasitas dan tingkat risiko dengan berpedoman kepada Perka BNPB No. 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan RPB, Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana dan Perka BNPB No. 3 Tahun 2012 tentang Panduan Penilaian Kapasitas Daerah dalam Menanggulangi Bencana (BNPB, 2012; BNPb 2014; BNPB 2016).

4. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Analisis Ancaman Banjir

Wilayah Muara Labuh berada diantara dua jajaran bukit barisan yang termasuk daerah patahan semangko. Terdapat 2 (dua) sungai utama yang mengalir wilayah ini disamping beberapa anak sungai kecil yang alirannya bersumber dari Bukit Barisan yang memiliki kemiringan dasar sungai relatif curam. Sungai itu adalah Batang Suliti dan Batang Bangko, yang menyatu persis di wilayah Muara Labuh (Kenagarian Koto Baru) dekat dengan pasar rakyat dan cagar budaya Nagari 1000 Rumah Gadang. Batang Suliti dan Batang Bangko merupakan anak sungai paling hulu dari Sungai Batang Hari.



Gambar 2. Pertemuan Batang Suliti dan Batang Bangko menjadi anak sungai paling Hulu dari Sungai Batang Hari (Sumber : Google earth)

Bagian hulu sungai merupakan daerah tangkapan air yang berperan menyimpan air. Apabila lahan tempat air tersimpan tersebut sudah terganggu atau mengalami degradasi, maka simpanan air akan berkurang dan mempengaruhi debit sungai. Kerusakan yang timbul paling nyata adalah akan semakin cepat sedimentasi atau penumpukan material.

Dua penyebab utama terjadinya erosi adalah karena sebab alamiah dan karena aktivitas manusia. Erosi alamiah dapat terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Sedang erosi karena kegiatan manusia kebanyakan disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat cara bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah atau pembangunan yang bersifat merusak keadaan fisik tanah. Penumpukan sedimen yang semakin tinggi berpotensi mengurangi kapasitas tampung sungai terhadap air hujan yang berintensitas besar terutama saat musim hujan. Hal ini yang kemudian dapat memicu terjadinya banjir pada waktu musim hujan di bagian hilir sungai (Swanda, 2016).

Dari observasi lapangan dan konsultasi dengan Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera V, didapatkan data-data antara lain :

- DAS Batang Suliti dan DAS Batang Bangko
- Elevasi Hulu dan Hilir dari Batang Suliti dan Batang Bangko
- Peta Topografi Kawasan Muara Labuh dan sekitarnya
- Peta Topografi Sungai Batang Suliti dan Batang Bangko
- Data curah hujan 10 tahun terakhir

Dalam perhitungan debit banjir, di penelitian ini dilakukan terhadap dua sungai utama yang mengalir kawasan Muara Labuh yakni Batang Suliti dan Batang Bangko.

Pada Sungai Batang Suliti, Debit Rencana 50 tahunan didapatkan sebesar 27,8527 m³/dt, sedangkan kapasitas sungai hanya mampu menampung sebesar 25,3429 m³/dt (perhitungan terlampir). Sementara pada Sungai Batang Bangko, Debit Rencana 50 tahunan didapatkan sebesar 41,3779 m³/dt, sedangkan kapasitas sungai hanya mampu menampung sebesar 18,7624 m³/dt (perhitungan terlampir).

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Hazard terhadap banjir

WILAYAH	ANCAMAN (HAZARD)	
	Nilai (Skala 1,2,3)	MUTU
Kecamatan Sungai Pagu	2	SEDANG
Nagari Pasia Talang	2	SEDANG
Nagari Koto Baru	2	SEDANG
Nagari Sako Pasia Talang	1	RENDAH
Nagari Pasa Muara Labuh	2	SEDANG
Nagari Pulakek Koto Baru	1	RENDAH
Nagari Bomas	2	SEDANG
Nagari Sako Utara Pasia Talang	1	RENDAH
Nagari Sako Selatan Pasia Talang	1	RENDAH
Nagari Pasia Talang Timur	1	RENDAH
Nagari Pasia Talang Barat	2	SEDANG
Nagari Pasia Talang Selatan	2	SEDANG

4.2 Analisis Kerentanan

Dalam melakukan analisis kerentanan di kawasan Muara Labuh ini, dilaksanakan dua macam perhitungan, yaitu : perhitungan kerentanan terhadap Kecamatan Sungai Pagu dan perhitungan kerentanan terhadap masing-masing nagari (terdapat 11 kenagarian) di Kecamatan Sungai pagu. Berikut hasil rekapitulasi Nilai Kerentanan terhadap bencana banjir :

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Kerentanan

WILAYAH	KERENTANAN		
	Total	Nilai (Skala 1,2,3)	MUTU
Kecamatan Sungai Pagu	82%	2,46	TINGGI
Nagari Pasia Talang	84%	2,53	TINGGI
Nagari Koto Baru	81%	2,43	TINGGI
Nagari Sako Pasia Talang	84%	2,52	TINGGI
Nagari Pasia Muara Labuh	76%	2,29	TINGGI
Nagari Pulakek Koto Baru	82%	2,47	TINGGI
Nagari Bomas	74%	2,21	TINGGI
Nagari Sako Utara Pasia Talang	80%	2,40	TINGGI
Nagari Sako Selatan Pasia Talang	82%	2,45	TINGGI
Nagari Pasia Talang Timur	71%	2,12	TINGGI
Nagari Pasia Talang Barat	85%	2,54	TINGGI
Nagari Pasia Talang Selatan	79%	2,38	TINGGI

4.3 Analisis Kapasitas

Dampak dan kompleksitas bencana memperlihatkan bahwa hanya dengan keterlibatan semua pihaklah, rakyat dan pemerintah akan lebih siap dalam menghadapi bencana dan dapat membangun lebih baik pasca bencana. Keterlibatan setiap pihak harus diiringi dengan kapasitas yang benar-benar mampu dan siap dalam menghadapi bencana. Dalam analisis kapasitas wilayah Muaralabuh dan sekitarnya ini, seyogyanya dilakukan FGD atau penyebaran kuisener. Tapi dalam penelitian ini, penulis mengutip hasil FGD pada Laporan Sementara RPB Kabupaten Solok Selatan tahun 2017 (BPS, 2017)

Perhitungan kapasitas ini mempedomani tabel komponen ideks kapasitas dan tabel parameter konversi ideks kapasitas yang terdapat dalam PERKA BNPB.

Tabel 3. Komponen indeks kapasitas

NO.	BENCANA	KOMPONEN/INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA
			RENDAH	SEDANG	TINGGI		
1.	Seluruh Bencana	1. Aturan dan Kelembagaan Penanggulangan Bencana	Tingkat Ketahanan 1 dan Tingkat Ketahanan 2	Tingkat Ketahanan 3	Tingkat Ketahanan 4 dan Tingkat Ketahanan 5	100%	FGD pelaku PB (BPBD, Bappeda, Dinsos, Dinkes, UKM, Dunia Usaha, Universitas, LSM, Tokoh masyarakat, Tokoh Agama dll)
		2. Peringatan Dini dan Kajian Risiko Bencana					
		3. Pendidikan Kebencanaan					
		4. Pengurangan Faktor Risiko Dasar					
		5. Pembangunan Kesiapsiagaan pada seluruh lini					

Tabel 4. Parameter konversi indeks kapasitas

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Aturan dan kelembagaan penanggulangan bencana	100	< 0.33	0.33 – 0.66	> 0.66	Kelas/Nilai Max Kelas
Peringatan dini dan kajian risiko bencana					
Pendidikan kebencanaan					
Pengurangan factor risiko dasar					
Pembangunan kesiapsiagaan pada seluruh lini					

Tabel 5. Nilai Kapasitas Kawasan Muaralabuh terhadap banjir

No	Komponen Ketahanan	Kelas Indeks	Rata-rata	Marka	Indikator Penilaian
1	Ancaman dan Kelembagaan Penanggulangan Bencana	2	1,2	SEDANG	Ancaman-bencana, Sumberdaya, partisipasi, jejaring
2	Peringatan Dini dan Kajian Risiko Bencana	1			Kajian, Pemantauan, Peringatan dini, kerjasama
3	Pendidikan Kebencanaan	1	rata		Strategi OPD, Kurikulum, materi, budaya
4	Pengurangan Faktor Risiko Dasar	1			Sosial, Ekonomi, Fisik, Lingkungan, Rehab Rakor, SOP
5	Pembangunan Ketangguhan pada seluruh lini	1			Kebijakan DRR, koordinasi, finansial dan logistik, SOP Peta bencana

Sumber : Laporan Sementara RPB Kabupaten Solok Selatan

4.4 Analisis Resiko

Setelah didapat hasil analisis terhadap ancaman (hazard), kerentanan (vulnerability), dan kapasitas (capacity), semua data tersebut digunakan untuk menghitung risiko (risk) berdasarkan persamaan dibawah ini :

$$Risk = \sqrt[3]{Hazard * Vulnerability * (1 - Capacity)}$$

(2)

Tabel 6. Risiko Kawasan Muaralabuh terhadap banjir

RISIKO TERHADAP ANCAMAN BANJIR							
No	Wilayah	Hazard	Vulnerability	Capacity	SKOR	RISIKO	MUTE
	Kecamatan Sungai Paga	2,00	2,46	1,2	0,689	2,07	TINGGI
1	Nagari Pasis Talang	2,00	2,53	1,2	0,696	2,09	TINGGI
2	Nagari Koto Baru	2,00	2,43	1,2	0,687	2,06	TINGGI
3	Nagari Suko Pasis Talang	1,00	2,52	1,2	0,552	1,66	SEDANG
4	Nagari Pasis Muara Labuh	2,00	2,29	1,2	0,673	2,02	TINGGI
5	Nagari Pulauok Koto Baru	1,00	2,47	1,2	0,548	1,63	SEDANG
6	Nagari Bomas	2,00	2,21	1,2	0,666	2,00	TINGGI
7	Nagari Suko Utara Pasis Talang	1,00	2,40	1,2	0,543	1,63	SEDANG
8	Nagari Suko Selatan Pasis Talang	1,00	2,45	1,2	0,547	1,64	SEDANG
9	Nagari Pasis Talang Timur	1,00	2,12	1,2	0,521	1,56	SEDANG
10	Nagari Pasis Talang Barat	2,00	2,54	1,2	0,697	2,09	TINGGI
11	Nagari Pasis Talang Selatan	2,00	2,38	1,2	0,682	2,03	TINGGI

4.5 Mitigasi Bencana Banjir

Serangkaian upaya yang dilakukan untuk mengurangi resiko bencana, baik secara fisik struktural melalui pembuatan bangunan-bangunan fisik, maupun non fisik-struktural melalui penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi bencana terbagi menjadi dua macam, yaitu mitigasi struktural dan mitigasi non struktural.

a) Mitigasi Struktural

Mitigasi struktural adalah serangkaian upaya untuk meminimalkan bencana yang dilakukan melalui pembuatan bangunan-bangunan fisik serta dengan menggunakan pendekatan teknologi.

Contoh dari mitigasi struktural adalah pembuatan kanal khusus untuk pencegahan banjir, alat pendeteksi aktivitas gunung yang masih aktif, bangunan yang tahan gempa, dan juga alat pendeteksi dan peringatan jika terjadinya gelombang Tsunami.

b) Mitigasi Non-Struktural

Mitigasi non -struktural adalah serangkaian upaya mengurangi dampak bencana selain dari mitigasi struktural. Seperti upaya pembuatan kebijakan dan pembuatan suatu peraturan.

Contoh dari mitigasi non struktural adalah pembuatan Undang-Undang Penanggulangan Bencana, pembuatan tata ruang kota yang baik, capacity building masyarakat, ataupun menghidupkan berbagai aktivitas lain yang berguna untuk menambah pengetahuan masyarakat.

Untuk menentukan action plan dalam mitigasi, dapat dikategorikan menjadi dua kondisi. Kondisi pertama dilakukan usaha untuk menghilangkan ancaman, kondisi kerentanan tetap dan kapasitas ditingkatkan pada level minimal untuk mencapai tingkat risiko "Sedang". Sedangkan kondisi kedua akan dilakukan usaha untuk menghilangkan ancaman, kondisi kerentanan tetap dan kapasitas ditingkatkan pada level maksimal untuk mencapai tingkat risiko "Rendah".

Pada pertama dan kedua, tingkat ancaman diturunkan sampai level rendah dengan melakukan mitigasi struktural. Normalisasi sungai dengan memperluas penampang basah sungai, menambahkan tanggul jagaan (freeboard) dan membuang sedimen dilokasi-lokasi yang memungkinkan. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana dan penampang sungai (perhitungan terlampir), didapatkan penampang sungai ideal sesuai debit rencana sebagai berikut :



Gambar 3. Gambar Penampang basah sungai

Batang Suliti

$$b = 20 \text{ m}$$

$$h = y + f = 1,65 \text{ m}$$

Batang Bangko

$$b = 20 \text{ m}$$

$$h = y + f = 1,39 \text{ m}$$

Usaha normalisasi sungai ini perlu ditunjang dengan usaha pengendalian penambang pasir dan batuan disepanjang aliran sungai, dan mencegah penebangan liar di wilayah DAS Batang Suliti dan Batang Bangko. Operasi dan Pemeliharaan (OP) Sungai untuk kawasan ini harus tetap dilaksanakan secara berkala, dalam hal ini oleh BWS Sumatera V.

Kerentanan pada Kondisi-1 dan Kondisi-2 tetap sama, karena tidak mungkin menurunkan tingkat kerentanan di wilayah Muaralabuh dan sekitarnya dalam skala nagari atau kecamatan. Usaha-usaha struktural hanya akan meningkatkan nilai kerentanan, karena kerentanan adalah indeks kerugian. Tingkat kapasitas pada Kondisi-1 akan menghasilkan tingkat risiko "sedang". Ini adalah upaya paling minimal yang harus dilakukan kawasan Muara Labuh agar bisa menurunkan risiko dari "tinggi" menjadi "sedang". Dimana, dari seluruh komponen ketahanan, empat komponen harus sudah berada di level 3 (ada capaian tapi belum berarti) dan

minimal satu harus sudah berada di level 4 (ada capaian dan kapasitas di semua tingkat).

Sedangkan pada Kondisi-2, tingkat kapasitas akan mampu menurunkan risiko ke tingkat rendah, jika minimal empat komponen ketahanan sudah berada di level 4 dan hanya satu yang masih di level 3. Kondisi ini menghendaki :

- Ada aturan dan kelembagaan yang jelas untuk kebencanaan, memiliki sumberdaya manusia, ada partisipasi masyarakat dan berfungsinya jejaring daerah untuk pengurangan risiko. Harus terlihat capaian dan kapasitas di semua tingkat.
- Harus ada kajian dan pemantauan tentang risiko bencana, tersedianya peringatan dini terhadap bencana banjir serta sudah terjalin kerjasama dengan daerah lain untuk penanggulangan bencana.
- Tersedianya informasi yang relevan tentang bencana banjir, memasukkan kurikulum kebencanaan di sekolah-sekolah dan membangun kesadaran untuk melaksanakan budaya tahan bencana
- Pengurangan faktor risiko dasar dengan membuat kebijakan tentang tata guna lahan, perencanaan dan pengelolaan permukiman, tersedianya prosedur penilaian dampak proyek-proyek besar.
- Pembangunan kesiapsiagaan diseluruh lini dengan menyiapkan kebijakan, kelembagaan serta mekanisme darurat bencana. Tersedianya rencana kontijensi bencana, cadangan finansial dan logistik untuk darurat bencana banjir.

5. KESIMPULAN

1. Dalam kajian risiko bencana banjir di kawasan Muara Labuh, dapat disimpulkan bahwa :
 - Ancaman (hazard) bencana banjir berpotensi “Sedang” pada enam nagari (Pasia Talang, Koto Baru, Pasa Muaro Labuah, Bomas, Pasia Talang Barat dan Pasia Talang Selatan) dan berpotensi rendah pada lima nagari (Sako Pasia Talang, Pulakek Koto Baru, Sako Utara Pasia Talang, Sako Selatan Pasia Talang dan Pasia Talang Timur).
 - Kerentanan (vulnerability) terhadap bencana banjir terbukti “Tinggi” untuk seluruh kenagarian (11 nagari).
 - Kapasitas (capacity) masyarakat, pemerintah dan kawasan di sekitar Muara Labuh terindikasi “Sedang”.
 - Dengan kondisi ancaman, kerentanan dan kapasitas seperti diatas, maka kawasan Muara Labuh dan sekitarnya memiliki Risiko (risk) terhadap banjir pada skala “Tinggi” di enam nagari (Pasia Talang, Koto Baru, Pasa Muaro Labuah, Bomas, Pasia Talang Barat dan Pasia Talang Selatan) dan

skala Sedang" di lima nagari (Sako Pasia Talang, Pulakek Koto Baru, Sako Utara Pasia Talang, Sako Selatan Pasia Talang dan Pasia Talang Timur).

2. Mitigasi kawasan Muara Labuh dan sekitarnya dalam menghadapi risiko bencana banjir harus dilakukan dengan meminimalisir potensi ancaman melalui normalisasi sungai, dan meningkatkan kapasitas masyarakat dan pemerintah daerah ke level-4 sesuai skala Kerangka Aksi Hyogo.

6. DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2008, Perka BNPB No. 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012a, Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012b, Perka BNPB No. 3 Tahun 2012 tentang Panduan Penilaian Kapasitas Daerah dalam Menanggulangi Bencana.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2014, Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) tahun 2013.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2016, Risiko Bencana Indonesia, Jakarta.
- .Badan Pusat Statistik Kabupaten Solok Selatan, 2016, Kabupaten Solok Selatan Dalam Angka 2016
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Solok Selatan, 2017, Kabupaten Solok Selatan Dalam Angka 2017
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Solok Selatan, 2016, Kecamatan Sungai Pagu Dalam Angka 2016

DAMPAK PASCA KEJADIAN TANAH LONGSOR DI DUSUN TANGKIL DESA BANARAN PONOROGO TERHADAP KEJADIAN POST TRAUMATIC STRESS DISORDER

Siswanto Agung, Mei Dia, Pramudana Ihsan

Prodi Manajemen Bencana Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga, Jl.
Dharmawangsa dalam selatan, Surabaya 60289.

ABSTRACT

In April 2017, landslide disaster occurred in Ponorogo District with the number of victims 145 people. Landslides have several impacts, such as health problems which are physical and psychological disturbance in the victims of landslide disaster. the impact causes the victim to become psychic trauma and will lead to stress. Prolonged psychic trauma results from an event called Post Traumatic Stress Disorder (PTSD). PTSD is an ongoing maldaptive reaction to a traumatic event. This study aims to identify the incidence of PTSD as well as identify the signs and symptoms of PTSD.

The design of Descriptive Quantitative research is used in this study. 50 of 57 victims of landslide disaster in Dusun Tangkil Desa Banaran Ponorogo participated in this study. Purposive sampling is applied to obtain sample research. The instrument in this study was the Civillion questionnaire. Data were collected by questionnaire and then descripted.

The results of this study indicated that the victims of landslides experienced PTSD by 50% of the victims of landslide disaster. The dominant signs and symptoms of PTSD appear in the victim were experiencing a sense of fear.

PTSD control can be done by Health Officers or Community Cadres by providing an activity such as Counseling or Counseling.

Keywords: Landslide Victims, PTSD, signs and symptoms of PTSD

ABSTRAK

Pada April 2017, Bencana tanah longsor terjadi di Kabupaten Ponorogo dengan jumlah korban 145 orang. Bencana tanah longsor memiliki beberapa dampak antara lain gangguan kesehatan seperti gangguan fisik dan gangguan psikis pada korban bencana tanah longsor. dampak tersebut menyebabkan korban menjadi trauma psikis dan akan mengakibatkan stress. Trauma psikis berkepanjangan akibat dari suatu kejadian yang disebut dengan Post Traumatic Stress Disorder (PTSD). PTSD merupakan reaksi maldaptif yang berkelanjutan terhadap suatu peristiwa traumatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kejadian PTSD serta mengidentifikasi tanda dan gejala PTSD.

Desain penelitian Deskriptif Kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. 50 dari 57 korban bencana tanah longsor di Dusun Tangkil Desa Banaran Ponorogo berpartisipasi dalam penelitian ini. Purposive sampling diterapkan untuk mendapatkan sample penelitian. Intrumen dalam penelitian ini adalah kuesioner

Civillion. Data dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner kemudian dideskriptifkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa korban bencana tanah longsor mengalami PTSD sebesar 50% dari korban bencana tanah longsor. Tanda dan gejala PTSD yang dominan muncul pada korban adalah mengalami rasa ketakutan.

Penanggulangan PTSD dapat dilakukan oleh Petugas Kesehatan atau Kader-Kader Masyarakat dengan memberikan suatu kegiatan seperti pemberian Konseling atau Penyuluhan.

Kata Kunci : Korban Bencana Tanah Longsor , PTSD, tanda dan gejala PTSD

1. LATAR BELAKANG

Indonesia termasuk rawan terhadap bencana karena terletak pada pertemuan tiga benua yaitu lempeng Eurasia, lempeng pasifik dan lempeng australia. Konsekuensi dari tumbukan antar lempeng tersebut, terbentuk palung samudera, lipatan, punggungan dan patahan di busur kepulauan, sebaran gunung api dan sebaran sumber gempa bumi. Dengan demikian Indonesia rawan akan bencana alam seperti gunung meletus, banjir, tsunami dan tanah longsor.

Salah satu yang paling sering melanda kota-kota di Indonesia adalah tanah longsor. Termasuk yang terdampak tanah longsor adalah kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Dalam statistik kota ponorogo tahun 2013 didapatkan 50.04% (1432.3777) kelompok rentan dari seluruh jumlah penduduk ponorogo sejumlah 863.900. korban yang mengungsi 300 jiwa dan yang berdampak langsung ada 39 KK atau 145 jiwa, 117 jiwa yang menyelamatkan diri dan 28 jiwa tertimbun longsor. Dan 200 jiwa pengungsi lainnya adalah warga masyarakat di sekitar longsor yang mengungsi karena takut jika longsor itu terjadi lagi.

Pada umumnya bencana memiliki dampak seperti, korban jiwa manusia, kerugian harta benda, dan disamping rusaknya tatalingkungan, serta gangguan kesehatan seperti gangguan fisik timbulnya berbagai macam penyakit seperti gangguan psikis pada korban bencana. Apabila tidak ditangani secara keseluruhan dilapangan dan kurangnya pengetahuan masyarakat tentang penanganan bencana akan mengakibatkan trauma yang mendalam bagi korban jiwa, trauma sendiri dapat terjadi karena beberapa faktor, yaitu faktor biologis, faktor psikologis, dan faktor sosial. Fakto- faktor tersebut dapat berdampak timbulnya post traumatic stress disorder (PTSD).

Menurut Nevid (2005) mendefinisikan PTSD sebagai reaksi maldaptif yang berkelanjutan terhadap suatu peristiwa traumatis. PTSD kemungkinan berlangsung selama berbulan-bulan, bertahun-tahun, atau sampai beberapa dekade dan mungkin baru muncul setelah beberapa bulan atau setelah adanya pemaparan terhadap peristiwa traumatis (Zlotnick,dkk dalam Nevid, 2005). Sehingga dampak dari pengalaman bencana tersebut dapat mempengaruhi kehidupan setiap individu itu sendiri. Menurut (Kinchin, 2007 dalam Nirwana,2012)

Sebanyak 1.50 % populasi mengalami Post Traumatic Stress Disorder (PTSD) dalam kurun waktu empat tahun karena mengalami berbagai peristiwa tersebut. Hasil penelitian di Amerika Serikat memperlihatkan 15-43% wanita dan 14-43% pria mengalami peristiwa trauma, 3-15% wanita dan 1-6% pria mengalami Post Traumatic Stress Disorder (PTSD).

Dalam hal ini, peranan petugas kesehatan diperlukan dalam mendeteksi tanda dan gejala adanya PTSD pasca bencana pada korban. Penegakan diagnosis adanya PTSD pada korban dapat dilakukan 3 – 6 bulan setelah bencana terlewati. Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan dalam menanggulangi PTSD. Salah satu diantaranya ialah dengan melakukan konseling trauma pasca bencana. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Herman Nirwana (2012) dengan judul “Konseling Trauma Pasca bencana” bahwa konseling trauma pasca bencana akan membantu korban dalam menstabilkan emosi. Sehingga, korban akan dapat menerima dan memahami kenyataan yang ada. aktivasi dari sistem saraf simpatis (fight or flight response). Classical conditioning terjadi pada saat seseorang yang mengalami peristiwa trauma kembali ke tempat terjadinya trauma maka akan timbul reaksi psikologi yang tidak disadari dan merupakan respon refleks yang spesifik. Dari hal tersebut peneliti tertarik untuk meneliti bagaimana Kejadian Post Traumatic Stress Disorder Pasca Bencana Tanah Longsor Di Dusun Tangkil Desa Banaran Ponorogo.

2. LITERATURE REVIEW

Post Traumatic Stress Disorder (PTSD) merupakan sindrom kecemasan, labilitas otonomik, dan mengalami kilas balik dari pengalaman yang amat pedih setelah stres fisik maupun emosi yang melampaui batas ketahanan orang biasa. Selain itu, PTSD dapat pula didefinisikan sebagai keadaan yang melemahkan fisik dan mental secara ekstrem yang timbul setelah seseorang melihat, mendengar, atau mengalami suatu kejadian trauma yang hebat dan atau kejadian yang mengancam kehidupannya (Sadock, B.J. & Sadock, V.A., 2007).

Menurut titro jiwo,2012 Gejala gangguan stres pasca trauma umumnya dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu :

1. Kenangan mengganggu (*Intrusive memories*)

Pengulangan pengalaman trauma, ditunjukkan dengan selalu teringat akan peristiwa yang menyedihkan yang telah dialami yaitu :

- a. flashback (merasa seolah-olah peristiwa yang menyedihkan terulang kembali)
 - b. Nightmares (mimpi buruk tentang kejadian-kejadian yang membuatnya sedih)
 - c. Reaksi emosional dan fisik yang berlebihan karena dipicu oleh kenangan akan peristiwa yang menyedihkan
 - d. Gejala menghindari (avoidance) dan mati rasa (Numbing).
- ### 2. Gejala menghindari (avoidance) dan mati rasa (Numbing)

Penghindaran dan emosional yang dangkal, ditunjukkan seperti :

- a. Dengan menghindari aktivitas, tempat, berpikir, merasakan, atau percakapan yang berhubungan dengan trauma
 - b. Kehilangan minat terhadap semua hal
 - c. Menghindari aktivitas yang dulu pernah di sukai
 - d. Perasaan terasing dari orang lain
 - e. Emosi yang dangkal
 - f. Gangguan memori
 - g. Kesulitan mempertahankan hubungan dekat
3. Gejala kecemasan dan gairah emosional peningkatan meliputi :
- a. Sensitifitas yang meningkat
 - b. Ditunjukkan dengan susah tidur
 - c. Mudah marah/tidak dapat mengendalikan marah
 - d. Susah berkonsentrasi
 - e. Kewaspadaan yang berlebih
 - f. Respon yang berlebihan atas segala sesuatu

Gambaran klinis PTSD adalah mengalami kembali suatu peristiwa yang menyakitkan, suatu pola menghindari dan mematikan emosi, serta keadaan terus terjaga yang cukup konstan. Gangguan ini dapat tidak timbul sampai berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun setelah peristiwa tersebut. Pemeriksaan status mental sering mengungkapkan rasa bersalah, penolakan, dan cemoohan. Pasien juga menggambarkan disosiatif dan serangan panik, bahkan ilusi dan halusinasi juga dapat ditimbulkan sebagai akibat dari PTSD. Uji kognitif dapat menunjukkan bahwa pasien memiliki penurunan daya memori dan perhatian. Gejala terkait dapat mencakup agresi, kekerasan, kendali impuls yang buruk, depresi dan gangguan terkait zat (Sadock, B.J. & Sadock, V.A., 2010).

3. METODE PELAKSANAAN

Desain penelitian ini menggunakan penelitian Deskriptif Kuantitatif merupakan penelitian yang bertujuan menjelaskan fenomena yang ada dengan menggunakan angka-angka untuk menjelaskan karakteristik individu atau kelompok tentang kejadian Post Traumatic Stress Disorder (PTSD). (Syansudin & damayanti, 2011). Sampling desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik sampling jenuh yang merupakan bagian dari Non-Probability Sampling. Populasi dalam penelitian ini adalah semua korban yang mengalami kejadian bencana tanah longsor di dusun tangkil desa banaran sebanyak 57 orang. Sampel dalam penelitian ini adalah korban bencana tanah longsor yang berjumlah 50 orang.

Setelah melakukan pendataan awal, peneliti melakukan penelitian selama 5 hari dengan cara yaitu pada hari pertama peneliti meminta izin ke BAKESBANGPOL Ponorogo, setelah mendapatkan izin dari BAKESBANGPOL peneliti melakukan perjalanan ke Dusun Tangkil Desa Banaran Kecamatan Pulung. Pada hari ke 2 peneliti meminta izin ke Kecamatan bahwa akan melakukan penelitian di Dusun

Tangkil. Kemudian pada hari ke 3 peneliti melakukan izin kepada Kelurahan yaitu kepada bapak Sarnu selaku Kepala Kelurahan setempat dan sekaligus meminta data-data korban bencana tanah longsor, setelah mendapatkan izin dari Kelurahan Peneliti melakukan pendataan awal dan mengkonfirmasi Kontrak kepada Korban Bencana tanah longsor di hunian sementara Blok A dan Blok B setelah kontrak kepada korban bencana tanah longsor, peneliti membagikan kuesioner pada korban yang ada di hunian sementara tersebut. Pada hari ke 5 peneliti melakukan pembagian kuesioner kepada korban bencana tanah longsor untuk dijawab sesuai dengan apa yang dialami atau dirasakan yakni pada korban yang pada hari ke 4 belum mendapat kuesioner. Kemudian peneliti mengumpulkan kembali kuesioner setelah selesai mengisi dan peneliti mencatat dan mengdeskriptifkan hasil dari kuesioner.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada 1 April 2017 telah terjadi bencana tanah longsor yang menimbulkan puluhan rumah rusak, hilangnya harta benda dan meninggalnya 28 jiwa. Korban yang ditinggalkan, kehilangan rumah, dan harta benda banyak yang mengalami syok dan trauma akibat bencana tanah longsor tersebut. Trauma sendiri yaitu perasaan menhadapai sebuah kejadian atau serangkaian kejadian yang berabahaya, baik bagi fisik maupun psikologis seseorang, yang membuatnya tidak lagi merasa aman, menjadikannya merasa tidak berdaya dan peka dalam menghadapi bahaya. Pengalaman trumatis bisa menyebabkan berbagai dampak ringan, seperti korban menjadi peragu dan merasa takut. Pada kenyataannya ketakutan karena trauma sering menjalar ke berbagai hal. Apabila trauma tersbut tidak cepat ditangani dengan baik akan berdampak pada Post Traumatic stress Disorder.

Seperti dijelaskan pada penelitian Sumarno (2013) yang berjudul "dampak Psikologis Pasca Trauma Akibat erupsi Merapi" disitu dijelaskan dampak psikologis pasca truma yang dialami oleh responden akibat terlalu lama tinggal di posko pengungsian sehingga warga merasa jenuh karena tidak ada rutinitas yang sekiranya berkembang (tertekan monoton), dan adanya tempat tinggal baru sehingga perlu waktu untuk proses adaptasi di sekitar lingkungan yang baru. Hal itu kemudian mengakibatkan pemicu dampak psikologis akibat bencana tersebut. Stressor atau kejadian trauma merupakan penyebab utama dalam perkembangan Post Traumatic stress Disorder.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui mayoritas korban bencana tanah longsor mengalami PTSD sebesar 50% (25 responden), karena di dusun tangkil banyak usia 48-56 yang termasuk kelompok rentan dan berdasarkan tabel 4.1 diketahui jenis kelamin perempuan terbanyak dengan prosentase sebesar 58% (29), sedangkan laki-laki 42% (21). Pendidikan juga dapat mempengaruhi pengetahuan korban bencana dalam menangani trauma akibat bencana tanah longsor berdasarkan tabel 4.2 ditunjukkan bahwa responden yang tidak sekolah

sebesar 42% (21), Sehingga responden yang mengalami PTSD prosentase paling tinggi.

Peneliti berasumsi bahwa jenis kelamin, usia dan pendidikan akan mempengaruhi kerentanan seseorang dalam mengalami Post Traumatic Stress Disorder. Pada usia anak-anak dan lansia akan lebih rentan mengalami PTSD dari pada dewasa. Hal ini dikarenakan pada anak-anak yang masih memiliki rasa ketergantungan pada orang dewasa akan merasa syok atau sedih berkepanjangan apabila orang dewasa yang dijadiannya tempat bergantung sudah meninggal dunia dikarenakan korban bencana alam. Dan pada lansia juga mengalami gangguan gerak, kognitif, sensori, dan sosial dapat mempengaruhi proses adaptasi dan kemampuan maka lansia itu menjadi sangat sensitif, depresi, gangguan tidur dan trauma akibat bencana alam. Jenis kelamin pada korban juga akan mempengaruhi seseorang mengalami PTSD dikarenakan kemampuan mekanisme koping perempuan lebih rendah dari pada laki-laki. Pendidikan dapat mempengaruhi PTSD dikarenakan pengetahuan dalam mekanisme koping dan cara penanggulangan yang kurang dalam menangani trauma akibat bencana alam.

Asumsi peneliti ini diperkuat oleh adanya teori Weems (2007) yang menjelaskan bahwa faktor resiko yang menyebabkan seseorang mengalami PTSD diantaranya ialah usia, jenis kelamin dan pendidikan. PTSD dapat terjadi pada semua golongan usia tetapi anak-anak dan usia tua merupakan kelompok usia yang lebih rentan mengalami PTSD. Anak-anak memiliki kebutuhan dan kerentanan khusus jika dibandingkan dengan orang dewasa, karena masih adanya rasa ketergantungan dengan orang lain, kemampuan fisik dan intelektual yang sedang berkembang, serta kurangnya pengalaman hidup dalam memecahkan berbagai persoalan sehingga dapat mempengaruhi perkembangan kepribadian seseorang. Dan pada jenis kelamin dijelaskan bahwa perempuan akan memiliki resiko lebih besar mengalami PTSD dari pada laki-laki. Hal ini dikarenakan, rendahnya sintesa serotonin yang ada pada perempuan. Sintesa serotonin akan membawa pesan kimia pada neurotransmitter pada otak yang akan memberikan komunikasi antara sel – sel saraf otak. Rendahnya serotonin akan berpengaruh pada kerentanan depresi pada seseorang. Sedangkan minimnya tingkat pendidikan seseorang akan mempengaruhi tingginya angka kejadian PTSD.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahern, M., Kovats, R. S., Wilkinson, P., Few, R., & Matthies, F. (2005). Global Health Impacts of Floods : Epidemiologic Evidence. *Epidemiologic Reviews*, 27, 36–46. doi:10.1093/epirev/mxi004
- Benedict, K., & Park, B. J. 2015. *Invasive Fungal Infections after Natural Disasters*. *Emerging Infectious Disease*, 20(3), 349–355.
- BNPB. 2012. *Buku Saku Tanggap Tangkas Bencana*.
- BNPB. 2012. *Pedoman Umum Desa/Kelurahan Tangguh Bencana*.

- BNPB. 2015. *Rencana Nasional Penanggulangan Bencana*.
- Depkes. 2001. *Pedoman Penanggulangan Masalah Kesehatan akibat Kedaruratan Kompleks*.
- Gosselin, R. A. 2005. War Injuries , Trauma , and Disaster Relief. *Techniques in Orthopedics*, 20(2), 97–108.
- Guha-sapir, D., Hoyois, P., & Below, R. 2014. *Annual Disaster Statistical Review 2014 The numbers and trends*.
- Habib, M., Bangsa, G., Fatkullah, M., Meytasari, Y., & Sari, R. 2012. *Keefektifan PUSKESMAS bagi Masyarakat Indonesia*.
- IDEP. 2007. *Panduan Umum Penanggulangan Bencana Berbasis Masyarakat*.
- Kemenkes RI. 2015. *Rencana Strategis Kementerian Kesehatan Tahun 2015-2019*.
- Lemonick, D. M. 2011. Epidemics After Natural Disasters. *American Journal of Clinical Medicine*, 8(3), 144–152.
- WHO. 2014. *Prevention and Management of Wound Infection*.
- Wuthisuthimethawee, P., Lindquist, S. J., Watters, D., & Gruen, R. L. 2014. Wound Management in Disaster Settings. *World Journal of Surgery*. doi:10.1007/s00268-014-2663-3

POLA BIROKRASI PEMERINTAHAN DAERAH YANG ADAPTIF DALAM MERESPON BENCANA ALAM (Studi Identifikasi ko- eksistensial *Governing* Tsunami di Mentawai)

Rijel Samaloisa

Direktur Kinapat Institute Mentawai dan meraih gelar Doktor Ilmu Politik dari Fisipol
Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta

ABSTRACT

This research based on real desire for improving local bureaucracy in Mentawai Distric become more adaptively and optimally to enhance local capacity on mega-hazard-management without disappear their own core identity. To seek an adaptive model, it begin from fixed reasiong that beauraucracy can adopted all aspects surrounding itself inserted became behavior and organizational culture (Kingsley (1945), Niskanen (1969) called co-existential government. Indeed, this effort to gain political participating in optimum, which people to govern a common need by self, especially in mega hazards. Mentawai has tacit knowledge on self governing disaster as resulted from their experience a long their live. Mentawai Island like queen on fire, they life a long ago on tremors island, which is closed to disaster, such as tsunami and earth queke. This research found that local governance and Weberian Governance will simultating to improve adaptive governance on mega hazards. Both prosedures, structures, values, and logics will supporting each others in mutual co-existancy in right time, right place, and right actors.

1. LATAR BELAKANG MASALAH.

Studi ini digerakkan oleh kepentingan praktis, mendapatkan rumusan model untuk menyelenggarakan birokrasi pemerintahan daerah yang adaptif. Sungguhpun begitu, cara mengejaannya tetap mengacu kepada kerangka teoritis yang bisa dipertanggungjawabkan. Dalam kapasitas sebagai praktisi pemerintahan daerah, penulis bermaksud untuk mendorong berlangsungnya perubahan birokrasi pemerintahan daerah di Mentawai agar handal dalam merespon persoalan setempat yang dihadapinya. Tentu saja, keinginan ini harus tetap didasari oleh refleksi teoritis. Kalaupun kental dengan kepentingan praktis, levelnya bukanlah pada perubahan teknikalitas kerja. Kepentingan kajian ini adalah menemukan kunci dan arah perubahan yang diperlukan, bukan sekedar penyusunan petunjuk teknis ataupun petunjuk pelaksanaan

Kajian kritis-reflektif diperlukan di seputar persoalan birokrasi pemerintahan, manakala ada begitu kuat pretensi untuk mengembangkan birokrasi sebagaimana diformulasikan oleh Max Weber. Birokrasi Weberian ini diperkenalkan pada masa revolusi industri dan bermaksud memesinkan manusia. Berbeda dengan imajinasi praktisi bahwa birokrasi itu adalah serangkaian aturan atau tata kerja, birokrasi utamanya dikalangan Weberian (1978), dibayangkan sebagai berikut:

1. Sebagai organisasi yang mengemban tugas-tugas yang kompleks dibagi ke dalam bagian-bagian yang kemudian tanggung jawab pelaksanaannya diserahkan sebagai tugas resmi kepada setiap anggota organisasi.
2. Mengikuti prinsip hierarki dengan rantai komando, dimana unit-unit yang lebih rendah dikendalikan oleh dan bertanggung jawab kepada unit yang lebih tinggi.
3. Penyelenggaraan tugas didasarkan pada peraturan yang tegas. Prosedur tetap menjadi dasar pelaksanaan tugas yang menekankan kedisiplinan dan pengendalian yang menyisakan sedikit ruang bagi pegawai untuk berinisiatif dan berinovasi.
4. Pegawai melaksanakan tugasnya secara formalistik dan impersonal. Segalanya ditetapkan dengan hukum dan aturan yang objektif, sementara unsur personal, irasional dan emosional dieliminasi.
5. Pegawai diserahi tugas berdasarkan pengetahuan dan keahliannya. Walaupun dalam prakteknya hal inipun sering diabaikan hanya sekedar memenuhi tujuan dan ambisi politik penguasa atau pimpinan.
6. Pemisahan secara tegas antara pendapatan pribadi dan pendapatan organisasi.

Karena alasan-alasan yang sangat masuk akal sebagaimana tersebut di atas, birokrasi pada umumnya dipandang sebagai organisasi pemerintahan yang kaku dan ketat (*rigid*) sebagaimana dianjurkan oleh Weber (1978). Justru kekakuan dan keketatan (*rigiditas*) itu yang diperlakukan sebagai jati diri birokrasi. Penguasa akan diuntungkan oleh sistem dan tata kerja yang *rigit*, sehingga satu orang penguasa bisa menguasai setiap orang melalui sistem yang wataknya seperti itu kemauannya bisa diwujudkan secara efektif. Apalagi kalau di balik *rigiditas* itu ada basis pengetahuan yang mengkerangkai berbagai detail dan teknisitas.

Sebaliknya, mengingat tantangan yang dihadapi masyarakat dalam banyak hal justru mendambakan spontanitas. Hal ini sangat jelas dalam kerangka pengelolaan bencana, utamanya saat tanggap darurat. Dalam situasi tanggap darurat ini, tertib pemerintahan—yang unsur utamanya adalah tertib dalam memberlakukan kaidah birokrasi—justru tidak relevan, tidak bisa diberlakukan, apalagi diandalkan. Pemberlakuannya justru menghadirkan masalah. Yang paling penting pada saat itu adalah penyelamatan nyawa, bukan lagi penghormatan terhadap pihak berwenang, kepatuhan pada prosedur formal, ataupun cara kerja yang impersonal. Keterlambatan beberapa detik, bisa menghasilkan efek yang berbeda; dan oleh karena keharusan untuk pada tertib birokrasi (misalnya mematuhi prosedur) justru kontra-produktif. Ada urgensi untuk memberlakukan *double tracks governance*. Adanya *track* normal, dimana kaidah birokrasi normal perlu ditegakkan, dan ada *track* darurat, dimana kaidah birokrasi yang formalistik tidak diberlakukan sama sekali. Ada juga keperluan untuk memastikan, perubahan *track* itu dipahami semua pihak, dan dijadikan acuan untuk menangani masalah.

Ada keperluan untuk memastikan juga bahwa, dalam kedaruratan itu, masyarakat mencurahkan seluruh kapasitasnya untuk menanggulangi kedaruratan, tanpa harus menunggu komando dari pihak yang berwenang. Berangkat dari hal tersebut, pertanyaan pokok yang diajukan adalah seperti apakah model birokrasi adaptif untuk optimalisasi pemerintahan di Kepulauan Mentawai dengan alam pikirnya yang khas?

Jelasnya, ada urgensi untuk keluar dari tradisi birokrasi Weberian yang dikenal formalistik, impersonal, hierarkhis dan sebagainya. Tradisi atau nilai-nilai seperti itu, sangat bisa dimengerti relevansinya tatkala birokrasi diberi amanat yang jelas, atau birokrasi sudah memiliki pengetahuan yang sempurna perihal apa yang dibayangkan dan diharapkan oleh masyarakat. Tuntutan untuk menegakkan nilai-nilai itu justru kontraproduktif manakala yang dihadapi adalah ketidakpastian: bencana alam.

Kondisi demikian, menyebabkan situasi berubah yang menuntut adaptasi birokrasi, tidak hanya dalam struktur tetapi juga manajemen. Hal tersebut memunculkan pertanyaan seperti Enesh (2012) mempertanyakan kehandalan birokrasi Weberian dalam situasi berubah karena bencana

To what degree do government agencies remain committed to Weber's bureaucratic ideals of equality and representation when they are under change? And, whether it is possible, or even desirable, for elected representatives to fully control their bureaucracies. These questions have a high degree of relevance, because bureaucracy is indispensable for both democracy and capitalism. For example, Weber's concern was not only with the organization of bureaucracies, but also with the democratic order, which requires a well functioning bureaucratic apparatus. As a tool to explain why bureaucracies resist change, this paper also draws on the new institutional model as a competing and often complimentary theory to Weber's thoughts concerning organizational behavior

Pada prakteknya, ketika tata kelola masyarakat tentang kebencanaan dioperasionalkan beriringan dengan pelaksanaan tata kelola dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) terjadi konflik yang cukup krusial, yakni terjadinya in-efisiensi karena masyarakat memandang tindakan pemerintah tidak mengikuti prosedur adat setempat ketika melakukan kegiatan penanggulangan bencana, salah satunya mereka menolak direlokasi ke tempat hunian baru dengan alasan tempat hunian baru tersebut tidak ditentukan melalui prosedur adat yang mereka yakini yakni arat Sabulungan. Atas dasar pertimbangan tersebut di atas, ada urgensi untuk merumuskan kaidah untuk mengembangkan adaptabilitas birokrasi.

Dalam kepustakaan sebetulnya ada banyak tokoh yang menawarkan permodelan birokrasi non-Weberian. Berikut ini dipaparkan urgensi mendalami birokrasi adaptif dalam berbagai bentuknya, untuk kemudian menjawab kebutuhan praktis dalam penyelenggaraan pemerintahan secara khusus di Mentawai sebagai

percontohan kasus yang diangkat untuk melihat aspek ilmiahnya dalam kajian ilmu politik.

Selain mengotomatiskan kerangka manajemen bencana melalui skema double track governance sebagaimana disinggung di atas, ada urgensi untuk memastikan bahwa birokrasi pemerintah dan eksponen-eksponen masyarakat yang terlagang dalam adat istiadat, bukan hanya saling faham dan saling menghormati agar bisa bersinergi. Ada urgensi untuk mengkondisikan birokrasi pemerintahan daerah bersifat adaptif terhadap konsteks dimana tata kuasa setempat beroperasi.

Corak birokrasi Weberian yang beroperasi di Pemerintah daerah Mentawai harus bekerja secara dialogis dengan berbagai elemen masyarakat dalam rangka membangun kinerja yang efektif dan efisien, apalagi untuk merespon hal tak terduga seperti tsunami. Pengalaman selama ini menunjukkan bahwa pada akhirnya birokrasi yang berpretensi Weberian ini harus menerima, meskipun dengan terpaksa, kehadiran tata pemerintahan asli Mentawai. Di sisi lain, betapapun masyarakat memiliki keunikan dan kebutuhan, memerlukan birokrasi pemerintah untuk mengkerangkai kinerjanya. Asumsinya perlu ada co-existence antara birokrasi dengan sistem sosial dan tata pemerintahan Mentawai yang diaspirasikan sejak lama.

Selain itu juga muncul pemahaman jika bencana alam merupakan Common Mega Hazard yang tidak dapat hanya mengandalkan kinerja birokrasi Weberian saja, mengingat dampak dan pola kejadian bencana sangat merusak secara besar dan luas, serta membutuhkan partisipasi seluruh masyarakat dan pemerintah secara masif pada setiap tahapan manajemen kebencanaan. Maka sudah selayaknya self governing yang dilakukan oleh masyarakat berbasis pengetahuan adat, diakui, diterima sebagai pelengkap birokrasi bekerja dalam menanggulangi bencana di Tsunami.

Inspirasi pengelolaan common mega hazard , mengambil penjelasan Ostrom tentang pengelolaan common pool resources (CPR), dimana birokrasi Weberian tidak lagi satu-satunya tata kelola yang efektif mengelola sumber daya bersama, tetapi harus melibatkan tata kelola yang dimiliki oleh masyarakat sejak lama terbukti dapat mengelola sumber daya tersebut secara harmoni dengan perkembangan kebutuhan. Kejadian Common Mega Hazard merupakan kejadian yang kerap terjadi di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara yang hidup dalam ring of fire. Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kerawanan gempa bumi cukup tinggi. Hal tersebut karena posisi Indonesia terletak pada wilayah tumbukan (pertemuan) 3 (tiga) buah lempeng besar berukuran benua yang secara terus menerus bergerak. Ketiga lempeng aktif tersebut adalah Hindia-Australia, Pasifik dan Eurasia. Selain itu Indonesia juga termasuk dalam wilayah yang memiliki sistem seismotoni yang tergolong rumit dengan frekuensi kejadian gempa bumi cukup tinggi.

Indonesia memiliki potensi terjadi gempa bumi berkekuatan lebih besar dari 6,5 Skala Richter di permukaan (Ms) berpeluang besar menyebabkan deformasi di daratan maupun di dasar laut. Terjadinya deformasi bisa di amati secara langsung saat episenter gempa bumi terjadi di daratan. Seperti yang pernah terjadi saat gempa bumi Solor-Andora (NTT) pada 25 Desember tahun 1982 dengan kekuatan 6 SR. dalam kejadian tersebut menyebabkan timbulnya patahan sepanjang ± 750 meter, serta adanya lajur retakan permukaan tanah sepanjang ± 1500 meter pada kejadian Gempabumi Liwa (Lampung) tahun 1994 dan ratusan meter patahan permukaan tanah akibat Gempabumi Kerinci (Jambi) tahun 1995. Dari kejadian tersebut bisa terlihat bahwa gempa bumi hanya berfokus dangkal dan bersifat merusak.

Wilayah Indonesia yang menjadi ancaman terjadinya gempa bumi lebih dari 6Ms, seperti Kawasan Sumatera Bagian Barat, Wilayah selatan pulau Jawa, Nusa Tenggara, Maluku dan Daratan Pulau Sulawesi. Sementara ancaman gempa bumi di atas 7Ms bisa terjadi di dasar lautan di lantai Samudera Indonesia dari mulai barat laut P. Sumatera menerus hingga ke sebelah barat Aceh, sekitar P. Nias, Kepulauan Mentawai, sekitar P. Enggano, dan Selat Sunda. Bukan hanya itu saja, Indonesia juga masih memiliki ancaman terjadinya gempa dengan kekuatan lebih dari 8Ms seperti pada daerah, kawasan Halmahera hingga Samudera Pasifik di utara Irian Jaya.

Hal ini membuktikan bahwa Indonesia termasuk daerah yang paling tinggi terhadap bencana gempa bumi. Gempa bumi yang di timbulkan bukan hanya merusak Infrastruktur, sarana prasarana namun juga dapat menimbulkan korban jiwa. Selain itu gempa bumi yang terjadi juga bisa merubah kondisi geologi/hidrogeologi secara cepat, misalnya penurunan debit mata air. Peristiwa gempa selain disebabkan oleh pergerakan lempeng, juga dapat disebabkan oleh aktivitas vulkanisme, atau kita kenal sebagai Gempa Vulkanik. Namun besarnya getaran dan penyebarannya tidak sehebat Gempa Tektonik.

Indonesia adalah salah satu negara yang rawan bencana. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) yang dipublikasikan pada hari Kamis, 20 Desember 2012, oleh Dr. Sutopo Purwo Nugroho menyebutkan bahwa terdapat 386 kabupaten/kota dengan jumlah penduduk 157 juta jiwa yang tinggal di daerah rawan tinggi dan sangat tinggi dari bahaya gempa bumi. Belum lagi bahaya banjir meliputi sebanyak 315 kabupaten/kota dengan penduduk 60,9 juta jiwa yang tinggal di daerah rawan banjir tersebut. Masih menurut BNPB, dari tahun 1629 hingga 2012, Indonesia sendiri telah tercatat dihantam tsunami sebanyak 172 kali. Hal ini berarti bahwa rata-rata setiap dua tahun sekali, Indonesia dihantam tsunami.

2. IDENTIFIKASI IDE-IDE UNTUK MERUMUSKAN MODEL BIROKRASI ADAPTIF

Dalam kepustakaan modelling, dikenal setidaknya dua cara kerja untuk itu. Ada yang sifatnya deduktif, berangkat dari proposisi-proposisi teoritik yang secara

sistematik dioperasionalisasikan dan dikontekstualisasikan. Ada pula modelling yang mengikuti arah yang sebaliknya: berangkat dari apa yang nyata terjadi, lalu dikontruksikan secara konseptual. Sebelum sampai sana, perlulah kiranya persoalan adaptabilitas untuk dibahas sebagai berikut:

1. Perihal Adaptabilitas Birokrasi: Inspirasi modelling secara deduktif

Spirit untuk adaptif dalam kajian birokrasi tersirat dalam karya sejumlah tokoh. Niskanen (1968) misalnya, memberikan perhatian pada perilaku birokrat yang diasumsikan selalu berpikir berbasis kalkulasi ekonomi. Penelitian Niskanen menunjukkan bahwa perilaku birokrasi tergantung pada perbedaan insentif dan ketegangan para aktor yang terjadi di dalam birokrasi. Dalam kajiannya juga, Niskanen menemukan bahwa politisi yang terpilih, manajemen profesional, manajemen birokrat level bawah, sebetulnya sangat tergantung pada lingkungan lembaga seperti sistem layanan publik, pola patronase, dan dominasi. Itu semua tersentral pada kepentingan ekonomi. Pendapat Niskanen diikuti oleh Breton-Wintrobe (1975). Dari pembacaan terhadap karya Niskanen ini terlihat bahwa dalam birokrasi ada nafas politik yang harus disiasati oleh para birokrat. Agar berkinerja dengan baik, para birokrat dapat dan perlu menyiasati strategi untuk mencapai tujuan mereka. Tiap aktor membawa pengaruh terhadap kebijakan dan lingkungan institusional.

Kajian tentang siasat-siasat untuk mempolakan ulang kerja birokrasi dilakukan Gordon Tullock (1965). Tokoh ini mengatakan bahwa dalam pekerjaannya, manusia tidak lagi bisa sesederhana perilakunya karena mereka dibentuk oleh kuasa administrasi yang hierarkis. Unsur kuasa administrasi ini antara lain adalah: kompetisi antar karyawan dalam meraih posisi (jabatan) yang pada gilirannya memunculkan sejumlah perilaku informal. Cara-cara tertentu diluar ketentuan dipraktekkan untuk mencapai tujuan mereka yakni jabatan yang lebih baik. Pendapat Tullock diikuti oleh Johnson dan Libecap (1994).

Kajian adaptabilitas ini terlihat dari upaya untuk keluar dari birokrasi Weberian, sebagaimana dilakukan Graham Allison (1971) melalui teorinya *essence of decision*. Melalui perhatiannya terhadap birokrasi yang sistematis-kritis, Allison meletakkan pada perhatian penuh logika internal dari birokrasi sebagai aktor penentu kebijakan. Dia membandingkan keputusan-keputusan yang dibuat oleh satu aktor (aktor tunggal) dengan keputusan pemerintahan yang melibatkan banyak aktor (aktor majemuk). Pelibatan aktor majemuk ini melahirkan keputusan yang menyesatkan (*misleading*). Melalui telaah sensisif terhadap rasionalitas para pembuat keputusan ini, Allison menemukan bahwa keputusan birokrasi Weberian tergantung pada nalar atau rasionalitasnya. Hal inilah yang oleh Allison disebut sebagai *essence of decision* dan hal ini pulalah yang menunjukkan bahwa birokrasi berperilaku berbeda ketika rasionalitasnya diubah oleh sebuah kebijakan.

Demokratisasi yang tengah berlangsung di suatu negara niscaya mengubah rasionalitas birokrasi di negara tersebut. Manakala rakyat dan kerakyatan menjadi basis untuk membuat keputusan, maka otoritas negara tidak lagi menjadi satu-satunya dasar untuk membuat keputusan. Seiring dengan kuatnya tuntutan representasi dalam pengelolaan kepentingan publik, Kingsley (1947) menemukan sebetulnya adaptasi antara birokrasi dengan sistem demokrasi dan gejala ini disebut birokrasi representatif. Pemikiran dan pengkajian lebih lanjut tentang adaptabilitas ini kiranya sangat diperlukan mengingat semakin terbiasanya masyarakat mengajukan tuntutan kepada negara melalui birokrasi pemerintahan, dan tuntutan-tuntutan itu terartikulasi sebagai hal yang niscaya. Disatu sisi kita melihat adanya acuan teoritis bagi birokrasi untuk bersifat atau bekerja secara adaptif, dan disisi yang lain masyarakat memiliki cara khas dalam berpikir dan cara bertindak dalam mengelola kepentingan publik.

Mengemukakan wacana birokrasi adaptif di masyarakat sebetulnya sudah berlangsung. Hanya saja selama ini tidak mendapatkan tempat yang memadai dalam telaah-telaah birokrasi pemerintahan yang diandaikan pemerintahan yang baik adalah yang bersifat Weberian. Kritik terhadap teorisasi birokrasi gaya Weberian ini sudah lama berlangsung di kepustakaan ilmu politik, namun hal ini lebih diberlakukan sebagai suatu tacit knowledge pemerintahan, dan hal ini dikedepankan sebagai kaidah dalam reformasi birokrasi. Di sejumlah daerah, fenomena yang disebut sebagai birokrasi representatif ini telah menggejala, namun hal ini lebih diperlakukan sebagai penyimpangan yang secara diam-diam dibiarkan, bukan sebagai standar kerja yang semestinya diadopsi. Di Sulawesi Utara misalnya, pengisian jabatan eselon didasari oleh stratifikasi etnis, dimana etnis Minahasa berada pada posisi paling tinggi, dan secara berturut-turut diikuti oleh etnis Bolaang, Mangundow, dan yang terakhir adalah etnis Sangihe dan Talaud. Stratifikasi ini secara resmi memang melanggar kaidah resmi, namun diterima secara diam-diam karena merepresentasikan "hierarkhi" etnis di sana. Point yang penting untuk digaris bawahi adalah bahwa, watak adaptifnya birokrasi hanya bisa dimengerti kalau kita mengerti imajinasi masyarakat setempat tentang kekuasaan dan tata kuasa. Masyarakat berharap, birokrasi bekerja sesuai jalan pikirannya; sesuai dengan imajinasinya tentang kekuasaan.

Urgensi untuk mengembangkan birokrasi adaptif juga muncul dari keterbatasan birokrasi Weberian itu sendiri. Dalam literatur sudah diketahui bahwa birokrasi Weberian membuka peluang bagi terjadinya konflik otoritas. Konflik otoritas ini selalu diperlakukan sebagai persoalan koordinasi, bukan persoalan adaptasi keseluruhan cara kerja birokrasi itu sendiri. Perihal konflik kewenangan tadi, Parson (1947) menyatakan bahwa unsur person atau agency diasumsikan bekerja dengan otoritas masing-masing, dengan mengikuti hierarkhi yang diberlakukan secara formal. Bawahan yang superior dari segi pengetahuan dan pengalaman tertindas karena secara formal dia berada sebagai subsistem yang tunduk pada formal atasan, dapat saja atasan itu lebih muda. Kalaulah bawahan bekerja sesuai

dengan job description-nya, keputusan yang diambil berdasar pengetahuan dibatalkan jika tidak dikehendaki atasannya. Oleh karena itu sebagaimana dikaji Gouldner birokrasi Weberian terjebak dalam ambiguitas kewenangan, antara rasionalitas dan posisi formal yang sangat kaku. Pengamatan Parson dan Gouldner tersebut bukan hanya menunjukkan adanya kontradiksi dari dalam model birokrasi Weberian, melainkan juga sampai pada kesimpulan bahwa gejala ini telah bersifat endemic semua model organisasi. Muaranya, otoritas manusia sebagai subsistem dihadapkan pada kondisi konfliktual otoritas yang berakibat pada inefisiensi birokrasi. Oleh karena itulah problematisasi dengan kerangka pikiran yang tetap, tepatnya sekedar sebagai problema koordinasi, ini tidak kunjung membuahkan solusi.

Kalangan yang bersikeras untuk memahami birokrasi dalam kerangka pikir Weberian juga rentan terhadap kritik. Dalam studi Robert Merton (1957), menyebutkan bahwa birokrasi tidaklah handal dalam mengelola akibat yang tak terduga atau unintended consequence. Hal ini terjadi karena sifat impersonality Weberian yang diasumsikan sebagai penyebab birokrasi selalu diasumsikan oleh birokrat berjalan secara optimal dan mulus. Pada kenyataannya birokrasi justru bisa menghadapi disfungsi karena terjadi kondisi yang tidak diharapkan, ketidaksiapan aparatus serta hilangnya kepemimpinan hierarkis. Ketidakhandalan dalam menghadapi berbagai konsekuensi yang tak terantisipasi mengakibatkan disfungsi, namun konsekuensi secara struktural dan normatif dalam mengubah perilaku birokrasi tidak banyak dibahas Fenomena-fenomena dan pengkajian-pengkajian di atas seperti yang disampaikan oleh Kingsley, Nikeston, Tullock dan Allison menjadi dasar keyakinan bahwa kepercayaan terhadap model Weberian menyisakan sejumlah permasalahan. Di dalam birokrasi dan teori birokrasi terdapat berbagai persoalan yang menyebabkan birokrasi disfungsi, in-efisien dan in-efektif, dan hal ini tidak kunjung teratasi karena adaptabilitas birokrasi tidak dianggap penting. Birokrasi dibayangkan sebagai entitas yang independen yang terisolasi dengan lingkungannya. Padahal, dalam prakteknya birokrasi harus beroperasi dalam lingkungan yang telah berubah secara dramatis. Atas nama governance yang lebih baik, birokrasi telah diperlakukan sebagai problema dalam pengelolaan kepentingan publik, dan dalam agenda good governance, birokrasi diharapkan meminggirkan peranan. Atas nama governance juga menyatakan bahwa kewenangan mengatur satu-satunya otoritas yakni dirinya, padahal birokrasi bekerja di dalam dan bersama alam pikiran masyarakat tempat birokrasi itu berjalan. Alam pikiran masyarakat yang telah menunjukan kinerja berpemerintahan sejak lama, sebelum birokrasi Weberian, telah hadir dalam mengatur kehidupan mereka sejak lama. Kenyataan tersebut harus disadari sebagai situasi co-existency antara perilaku kekuasaan lokal dan kekuasaan Weberian (Strochein, 2012; Cummins, 2010).

Dalam prakteknya, penyelenggaraan pemerintahan belakangan ini ditandai oleh perubahan lingkungan strategis: menguatnya civil society, semakin gigihnya

masyarakat menuntut hak-haknya, terlembaganya pemerintahan berotonomi luas, dan kesadaran co-existence sistem kekuasaan lokal dan pemerintah. Lebih dari itu, sebagaimana disebutkan diatas, arah adaptasi birokrasi adalah nilai-nilai atau gagasan tentang tata kuasa yang disepahami.

Pengalaman Mentawai: Inspirasi untuk modelling secara induktif.

Untuk memulai pelacakan studi birokrasi di Indonesia, khususnya di Mentawai, peneliti meminjam hasil temuan Benedict Anderson tentang kuasa Jawa. Studi kuasa ditingkat lokal, pernah dikaji oleh Benedict Anderson terhadap konsep kuasa Jawa. Bagi Anderson, kuasa lokal menjadi masalah eksplisit bagi praktek kekuasaan lokal dimana salah satunya adalah Jawa. Secara kontras sistematis dengan aspek-aspek signifikan dalam konsep Eropa modern dapat membantu menjelaskan gagasan Jawa tentang kekuasaan, yang diringkas dalam empat poin antara lain sebagai berikut:

Tabel. 1 Konsep Kuasa di Mentawai

Eropa	Jawa
• Abstrak	• Kongkrit
• Heterogen	• Homogen
• Penumpukan kekuasaan tidak memiliki batasan inhere	• Besarnya kekuasaan di dalam semesta konstan
• Kekuasaan secara moral ambigu	• Kekuasaan tidak mempertanyakan keabsahannya

Konsep Anderson tersebut digunakan untuk menemukan konsep kuasa Mentawai. Konsep kuasa Mentawai yang mampu mengubah perilaku birokrasi di Kepulauan Mentawai seperti sejalan dengan yang disampaikan oleh Gunn (2006), Berger (1957) dalam teori mereka. Konsep dan ide kuasa Mentawai merupakan salah satu komponen yang melingkupi birokrasi Mentawai. Bagi Bendor dan Ledelson elemen-elemen tersebut, harus diperhatikan dan diadaptasikan dalam kinerja birokrasi.

Konsep kuasa Jawa menjadi frame (bingkai) untuk melihat konsep kuasa Mentawai, meskipun konsep Anderson tersebut tidak sepenuhnya paralel dengan konsep kuasa Mentawai, karena alam pikiran Mentawai merupakan sintesis antara manusia dengan ekologisnya. Mengikuti pendapat Geertz terhadap pola kuasa Jawa merupakan hasil bentukan alam dimana mereka tinggal. Dalam pandangannya mengenai hubungan ekologi dan kebudayaan masyarakat, secara eksplisit Geertz mengikuti konsep "inti kebudayaan" dari Julian Steward. Salah satu

pendekatan ekologi kebudayaan seperti yang diungkapkan Julian Steward bahwa dalam meneliti suatu ekosistem perhatian diletakkan pada “inti pola kebudayaan” (cultural core) masyarakat yang bersangkutan, yaitu serangkaian unsur-unsur sosial, politik, kepercayaan, yang paling nyata menentukan beragam cara masyarakatnya itu menjamin kehidupannya dari lingkungan yang dikuasainya.

Dengan kata lain, tidak segala aspek kebudayaan adalah hasil dari hubungan manusia dengan alam. Namun selalu ada aspek kebudayaan yang secara fungsional dipengaruhi oleh alam, dan itulah yang disebut Steward sebagai inti kebudayaan. Memang penggunaan pendekatan ini memerlukan pencarian terhadap aspek kebudayaan mana yang mempunyai interaksi yang kuat dengan alam dan dapat menjadi representasi dari inti kebudayaan, termasuk pengelolaan bencana alam yang dimiliki oleh masyarakat Mentawai.

Pola pengelolaan bencana Mentawai tidak dapat melepaskan dari pengaruh Arat Sabulungan, sebagai inti budaya mereka. Dalam buku *Bebetei Uma: Kebangkitan Orang Mentawai*, (Darmanto, 2013). Menurutnya, Bambang Rudito memusatkan perhatiannya pada usaha untuk membuat deksripsi mendalam (thick description) tentang kehidupan masyarakat Mentawai terutama tentang bebeti uma, salah satu upacara penting di Kepulauan Mentawai. Upacara bebeti uma adalah suatu ritual yang dilakukan oleh orang Mentawai untuk memulihkan hubungan-hubungan spiritual dengan roh-roh leluhur, dan sekaligus menjaga keseimbangan solidaritas, serta memulihkan kekacauan sosial yang terjadi karena persaingan dan konflik antar anggota uma (Loeb, 1972; Schefold, 1991). Upacara ini dilakukan di tingkat uma, kelompok/struktur sosial orang Mentawai (Schefold, 1991; Nooy Palm, 1968), dan diselenggarakan di rumah panjang hunian sebuah kelompok kekerabatan yang juga disebut sebagai uma. Seringkali, istilah ritual bebeti uma disebut juga sebagai upacara pembersihan atau pemulihan uma (pasieru' uma). Lazimnya, ketika anggota uma berulang kali mengalami sakit, sering muncul pertanda buruk (ular datang ke rumah, kupu-kupu melintas di halaman, terdapat suara burung kuilak atau kemut dengan nada tertentu), ternak terserang wabah penyakit, atau suasana uma tidak harmonis, maka hal itu menjadi pertanda keharmonisan hubungan sosial antar anggota dan relasi spiritual antara manusia dengan roh-roh leluhur harus di-restorasi, melalui upacara. Pendek kata, ketika keseimbangan sosial dan spiritual dalam anggota uma telah terganggu, rumah besar yang juga disebut uma harus dibersihkan agar kehidupan spiritual, relasi sosial dan kebutuhan material manusia yang terikat dengan uma tersebut kembali normal. Upacara bebeti uma adalah sebuah ‘pranata sosial yang menyeluruh’, yang merupakan ciri kehadiran dan sekaligus keterwakilan nilai budaya Mentawai. Karya ini dimaksudkan bahwa bebeti uma sebagai satu-satunya cara mendalami inti kebudayaan Mentawai dalam menghadapi lingkungan sosial yang berubah.

Bila karya Rudito dibandingkan dengan deskripsi mendalam tentang Mentawai dalam *Mainan Bagi Roh* yang ditulis oleh Reimar Schefold (1991) dengan memakai teori ekologi budaya yang dikemukakan oleh Julian Haynes Steward (1955) yang

menyebutkan pemisahan budaya inti sebagai faktor determinan dalam pengarahan perilaku individu, perubahan pranata sosial dan adaptasi terhadap perubahan. Schefold menekankan adanya dikotomi antara inti budaya yang bersifat permanen dan perilaku individu yang terus berubah seturut perubahan lingkungan. Dikotomi kebudayaan merupakan inti dan pranata sosial paralel dengan klasifikasi nilai yang bersifat suci (yang diekspresikan dalam punen/lia) dan aktivitas manusia yang bersifat profan dan merusak. Nilai suci yang merupakan inti, dan karena itu permanen yang menentukan kuat tidaknya budaya Mentawai dalam beradaptasi dengan perubahan.

Klaim bahwa bebeti uma adalah satu-satunya jendela untuk melihat budaya Mentawai dalam menghadapi perubahan adalah ciri kuat warisan ekologi budaya, yang cenderung memberikan prioritas pada aspek sosial budaya tertentu di atas aspek-aspek yang lain kuranglah tepat. Bebeti uma hanyalah salah satu cara yang dipilih dan diajukan sebagai contoh unsur budaya Mentawai yang memiliki pengaruh langsung dan terus menerus terhadap keseluruhan struktur masyarakat atau kebudayaan Mentawai. Hal serupa dapat juga ditilik lewat ritual lia sebagai upacara besar yang dilakukan dalam sebuah uma (lihat Schefold, 1988). Dibalik ritual-ritual besar dan penting dalam sebuah uma, juga terdapat unsur-unsur yang lain bersifat pinggirannya misalnya lia siboitok, secara harafiah berarti ritual kecil yang tidak menuntut pengorbanan besar dalam hal ternak yang disembelih dan waktu yang dibutuhkan untuk melangsungkan ritual tersebut.

Mitos dan Legenda Suku Mentawai yang dirangkum oleh Bruno Spina (1981), banyak memuat kisah-kisah mitologi dan legenda yang berisi tentang cara pandang masyarakat Mentawai tentang alam semesta atau kosmologi dan fenomenanya. Pandangan kosmologis tersebut mendasari sikap masyarakat Mentawai dalam menyikapi alam sekitar mereka dalam menjalin hubungan social kemasyarakatan mereka. Masyarakat Mentawai memandang keberadaannya di alam semesta sebagai sebuah kesatuan yang saling terkait dengan kedirian mereka, sesama dan alam sekitar. Untuk mencapai kesejahteraan dan keselamatan hidup, orang harus bertindak dan bertingkah laku selaras dengan lingkungan dan alam dimana dia tinggal yang mencakup lingkungan alam dan lingkungan sosial budaya.

Pemahaman Orang Mentawai terhadap konsep alam semesta dapat dikaji melalui cerita kabarajat' polak nene samba sirimanua siboiki (asal-usul dunia dan orang pertama). Dalam kisah itu disebutkan bahwa pada zaman dahulu, waktu dunia ini belum ada, maka roh-roh langit melemparkannya ke bawah dari langit. Begitulah terjadinya Sumatera dan pulau-pulau di sekitarnya. Lalu roh-roh langit membuat juga binatang-binatang dan pohon-pohon dan akhirnya seorang laki-laki dan seorang wanita, tetapi roh-roh langit merasa jengkel karena kedua orang itu tidak kawin, maka mereka menunjukkan bahwa mereka harus memperhatikan anjing-anjing. Manusia menirunya, sehingga banyak manusia yang dilahirkan. Pada suatu

hari mereka memperhatikan bahwa buaya dapat menggerakkan diri dengan leluasa di air, maka dari buayalah mereka belajar membuat perahu.

Orang Mentawai percaya ada alam nyata dan alam supranatural. Kedua alam harus berjalan selaras. Kelestarian alam nyata harus sesuai dengan kemauan penghuni alam supra natural, karena kondisi alam supra natural merupakan cerminan kehidupan alam nyata yang ideal. Maka, pengelolaan terhadap lingkungan alam seperti hutan, sungai dan lahan, harus mendapat izin roh-roh penghuni alam semesta. Dari uraian kisah itu, terdapat hubungan antara roh langit, manusia dan alam untuk menciptakan sebuah kekuatan yang harmonis. Ada hirarki kemasyarakatan mereka. Masyarakat Mentawai memandang keberadaannya di alam semesta sebagai sebuah kesatuan yang saling terkait dengan kedirian mereka, sesama dan alam sekitar. Untuk mencapai kesejahteraan dan keselamatan hidup, orang harus bertindak dan bertingkah laku selaras dengan lingkungan dan alam dimana dia tinggal yang mencakup lingkungan alam dan lingkungan sosial budaya.

Pemahaman Orang Mentawai terhadap konsep alam semesta dapat dikaji melalui cerita kabarat' polak nene samba sirimanua siboiki (asal-usul dunia dan orang pertama). Dalam kisah itu disebutkan bahwa pada zaman dahulu, waktu dunia ini belum ada, maka roh-roh langit melemparkannya ke bawah dari langit. Begitulah terjadinya Sumatera dan pulau-pulau di sekitarnya. Lalu roh-roh langit membuat juga binatang-binatang dan pohon-pohon dan akhirnya seorang laki-laki dan seorang wanita, tetapi roh-roh langit merasa jengkel karena kedua orang itu tidak kawin, maka mereka menunjukkan bahwa mereka harus memperhatikan anjing-anjing. Manusia menirunya, sehingga banyak manusia yang dilahirkan. Pada suatu hari mereka memperhatikan bahwa buaya dapat menggerakkan diri dengan leluasa di air, maka dari buayalah mereka belajar membuat perahu

Orang Mentawai percaya ada alam nyata dan alam supranatural. Kedua alam harus berjalan selaras. Kelestarian alam nyata harus sesuai dengan kemauan penghuni alam supra natural, karena kondisi alam supra natural merupakan cerminan kehidupan alam nyata yang ideal. Maka, pengelolaan terhadap lingkungan alam seperti hutan, sungai dan lahan, harus mendapat izin roh-roh penghuni alam semesta. Dari uraian kisah itu, terdapat hubungan antara roh langit, manusia dan alam untuk menciptakan sebuah kekuatan yang harmonis. Ada hirarki terlibat dalam konsep kuasa Mentawai. Secara fisik formalisasi konsep kuasa tersebut terlihat dari tiga unsur yang membentuk struktur kuasa di Mentawai yakni: Rimata-Sikerei, Arat Sabulungan dan Uma. Hal ini berbeda dengan Jawa yang menempatkan Raja Keraton dan kekuatan gaib sebagai manifes kuasa Jawa model Anderson.

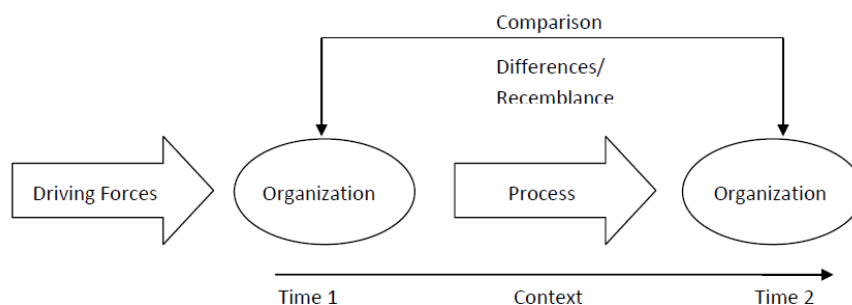
Bencana alam merupakan suatu perubahan alam yang membawa dampak pada perubahan sosial, sekaligus birokrasi. Dalam kondisi demikian, perubahan menjadi situasi yang perlu diadaptasi oleh birokrasi. Perubahan didefinisikan French (1999) sebagai "a new state of things, different from the old state of things"

. Para pengkaji birokrasi perubahan, menjelaskan secara khusus, seperti disusun oleh Tripton, Ciprian and Marios Dodu " an organizational change has happened when you see a change between different momentums which makes time a central dimension in a change process. A second dimension is a state or object since you need to compare for example an organization between two momentums in order to see if the organization really has changed. Below the different steps which should be seen as a framework in order to structure reality are explained:

1. Time & phenomenon/state – one has to be able to declare an organization's state at time one and then compare the organization's state at time two.
2. Process – the change need to be seen as a process that moves the organization from time one to time two.
3. Context – the context in which the change operates needs to be considered.
4. Driving forces – the initiatives of the change need to be stated. "

Penjelasan tersebut dijelaskan dalam skema sebagai berikut

Skema I



Sumber : Jacobson dari Ida Rosen (2013)

Konsep dan pengalaman sebagaimana dipaparkan di atas, menjadi salah satu tumpuan harapan dalam mencari solusi bagi permasalahan birokrasi pemerintahan daerah yang belakangan ini beroperasi dalam derasnya terpaan liberalisasi. Birokrasi pemerintahan harus beroperasi dalam skema otonomi luas, dan masyarakat semakin sadar tentang hak-hak politik mereka. Pos-pos tertentu di dalam pemerintahan diisi oleh orang-orang Mentawai dengan latar belakang yang berbeda-beda diantaranya oleh mereka dengan latar belakang sebagai aktivis lembaga swadaya masyarakat, pegawai swasta maupun sarjana yang baru saja menyelesaikan pendidikan mereka (Eindhoven, 2002; 2007; 2009). Semua pegawai negeri atau aparatus harus menyesuaikan diri dengan sistem pemerintahan yang baru. Hal ini menjadi fenomena menarik dalam konsep birokrasi adaptif. Dalam konteks ini, ada tuntutan mendesak untuk mengoperasionalkan gagasan birokrasi adaptif, khususnya dalam penanganan bencana alam.

Tabel 1
Pemetaan Kajian Birokrasi Perubahan

	Classification	Main difference
Gersick, 1991	<ul style="list-style-type: none"> Gradual change Revolutionary change 	<ul style="list-style-type: none"> Supports prime structure or current order Destroys and replaces current structure and order
Dunphy and Stace, 1988	<ul style="list-style-type: none"> Incremental (evolutionary) change Transformational (revolutionary) change 	<ul style="list-style-type: none"> Is continuous, at a small scale Has no continuity, at large scale
Levy, 1986	<ul style="list-style-type: none"> Change of the 1st degree Change of the 2nd degree 	<ul style="list-style-type: none"> Change in the system's basic rules Paradigmatic change that changes the system's meta-rules (rules of rules)
Tushman et al., 1986	<ul style="list-style-type: none"> Convergent change Frame changing (transformational) change 	<ul style="list-style-type: none"> Compatible with the existing organizational structure At system level, a simultaneous change in strategy, power, structure and control
Fiol and Lyles, 1985- Organizational learning	<ul style="list-style-type: none"> Low level learning Higher level learning 	<ul style="list-style-type: none"> Behavioral change within the organizational structure Cognitive change that adjusts general rules and norms
Miller & Friesen, 1984	<ul style="list-style-type: none"> Evolutionary (incremental) Revolutionary (dramatic) 	<ul style="list-style-type: none"> Low number of changes, one at a time Increased number of extreme changes
Greiner, 1972- organization's life span	<ul style="list-style-type: none"> Evolution Revolution 	<ul style="list-style-type: none"> Uses dominant type of management to obtain stable growth Due to a problem, it creates a new management style to insure continuance of growth

Sumber : Tripton, 2014

Perubahan merupakan kondisi yang harus disikapi oleh birokrasi, meskipun sebenarnya birokrasi rigid, kaku. Dengan demikian tidak bisa dihindari lagi proses adaptasi tersebut, sebagaimana fokus kajian dari disertasi ini. mengikuti nalar Jacobson (2013) tentang proses perubahan birokrasi yang tidak menekan tetapi menjalankan fungsi masing-masing dimana roh langit sebagai pencipta dan pelindung, manusia sebagai pelaku dan alam semesta beserta isinya sebagai wahana yang dipakai mewujudkan harapan kesempurnaan atas keinginan roh langit kepada manusia.

Family Stories: Oral Tradition, Memories of the past, and Contemporary Conflicts over Land in Mentawai – Indonesia, Juniator Tulus (2012a) seperti terefleksi dari judulnya, membahas cerita-cerita milik kelompok-kelompok kekerabatan (kin-groups) yang hidup di Kepulauan Mentawai. Cerita-cerita keluarga itu bersifat lisan dan diwariskan secara turun-temurun dari satu generasi ke generasi berikutnya. Dalam disertasi itu, Tulus mengulas sejarah penyebaran masyarakat Mentawai mulai dari mereka menduduki tempat awal asal-usul mereka di beberapa tempat di Kepulauan Mentawai hingga mereka berpindah sampai bermukim pada lokasi dimana mereka hidup pada saat ini. Dalam kisah-kisah itu juga dibicarakan bagaimana penduduk pertama terlibat persengketaan dalam uma mereka lalu beberapa kelompok memisahkan diri untuk membentuk kelompok baru dengan nama uma yang baru pula (lihat juga dalam Tulus, 2012b). Walaupun kelompok-kelompok tersebut saling terlepas dan terpisah serta terlihat menjadi otonom lalu menjadi independen dari satu dengan yang lain, namun tidak memutuskan hubungan darah dan kekerabatan yang ada diantara mereka. Kelompok-kelompok uma yang berpindah tersebut menguasai tempat-tempat baru dan menyatakan diri mereka

sebagai pemilik tempat tersebut dan menguasainya dengan cara menjadi pemilik tanah atau sibakkat polak dan pemilik perkampungan atau sibakkat laggai.

Selanjutnya, Arat Sabulungan: Kearifan Lokal Menjaga Keselamatan Kosmos diulas oleh Stefan dengan memfokuskan pada etika ekologis. Bagi Stefan kehidupan orang suku sangat kental dengan loka eisdrom yang mampu mengendalikan pola hubungan manusia di dalam makro dan mikro kosmiknya. Landasan teori yang dipakai dalam tulisan ini dilandaskan pada pendapat yang dikemukakan oleh Van Gennep yang berpendapat bahwa ritual-ritual dalam kehidupan suatu kelompok manusia menyajikan tatanan yang sama yaitu Metanoia, Katarsis, dan Paripatia. Metanoia berarti suatu keadaan disharmoni, situasi tidak terdamaikan antara diri manusia dan Allahnya, dirinya sendiri, sesamanya, dan alam sekitarnya. Keadaan ini mengakibatkan ketidaknyamanan, ketidaktentraman, dan ketidakbahagiaan bagi siapa saja. Katarsis adalah suatu pengenangan kembali tentang sesuatu yang telah terjadi di masa lalu suatu masa harmoni, keselarasan kehidupan dan seimbang antara manusia, alam dan sang ilahi. Peristiwa pengenangan itu berbentuk doa-doa yang didaraskan, tari-tarian sakral atau legenda yang diceritakan kembali. Sedangkan Paripatia adalah bagian pemulihan dan pembebasan serta sukacita. Bentuknya berupa ungkapan syukur bersama karena (akan) terciptanya suasana harmoni kembali. Ungkapan itu berupa makan bersama, sukacita pesta dan sebagainya.

Meskipun Mentawai tidak memiliki hubungan dengan Jawa, namun sebagai etnik yang dekat dengan alam seperti terungkap dari literatur tentang Mentawai, dimungkinkan memiliki konstruksi konsep kuasa yang dilihat oleh Anderson (2000) yang melihat tentang Jawa. Kedekatan terhadap alam (Geertz, 1976) memungkinkan suku Mentawai menempatkan kekuatan animis atau suprastruktur. Lebih dari itu, Mentawai memerlukan pemeliharaan dan penguatan kapasitas lokal untuk menyikapi perubahan-perubahan mendadak dalam skala besar, yakni bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami. Sebagaimana diketahui, Mentawai adalah salah satu daerah di Indonesia yang paling rentan terhadap bencana, khususnya tsunami. Hal yang sangat vital dalam kebencanaan adalah merespon kedaruratan; dimana biasanya pemerintah gagap dan terlambat serta tergantung dari luar dan pada kekuatan dan pengetahuan masyarakat setempat yang dibawa dari generasi terdahulu.

Sebagaimana halnya birokrasi, Mentawai bisa menciptakan dan mengembangkan tertib sosial karena adanya unsur-unsur penyanggahnya; yakni adanya konstruksi nilai-nilai tertentu, struktur kuasa yang beroperasi, dan prosedur dan nalar yang menggerakkannya. Dalam kontes ini, penggerakannya adalah pemerintah daerah yang memiliki otonomi sendiri. Kepulauan Mentawai lahir sebagai kabupaten baru di era reformasi dan dalam kerangka kerja otonomi daerah pada 4 Oktober 1999 berdasarkan Undang-undang No. 49 tahun 1999 yang ditandatangani oleh Presiden Republik Indonesia B. J. Habibie yang menyatakan bahwa Kepulauan Mentawai menjadi sebuah kabupaten baru terlepas dari kabupaten induk sebelumnya yakni

di Padang Pariaman. Mentawai menjadi kabupaten kepulauan terluar di belahan barat Indonesia dalam lingkup kekuasaan daerah Provinsi Sumatera Barat dalam bingkai Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Sebagai kabupaten terbaru banyak hal yang perlu dipersiapkan, mulai dari infrastruktur, administrasi pemerintahan dan sampai kepada aparatur pemerintah yang menjalankan roda pemerintahan di Mentawai.

Perubahan status pemerintahan yang telah menjadikan Kepulauan Mentawai sebagai kabupaten tersendiri tersebut telah membawa pengaruh bagi kehidupan masyarakat dan juga birokrasi itu sendiri. Masyarakat Mentawai disatu sisi diperhadapkan pada kenyataan bahwa birokrasi Weberian tersebut menjadi standar bagi pemerintahan daerah dalam melakukan pelayanan kepada masyarakat sedangkan di sisi lain, Mentawai juga memiliki alam pikiran, yang secara kultural setia pada tradisi dan adat istiadat yang mereka yakini, sebagai pembentuk sistem berpemerintahan (*laggai*) yang kinerjanya mirip (*shadow*) dengan kinerja birokrasi Weberian. Kenyataan sosilogis demikian (Loevinger, 1968; Conkling, 1984) jika tidak diikuti dengan kualitas internal serta ketiadaan para ahli birokrasi di Mentawai, akibatnya perilaku birokrasi di Mentawai cenderung tidak efektif dan tidak efisien (Tullock, 1965) seperti yang terjadi saat ini.

Sejauh ini, karena senantiasa terkungkung pada pemahaman birokrasi Weberian tidak menampilkan kinerja efektif, dan pada saat yang sama tidak secara sadar mengembangkan adaptabilitas untuk menjawab konteks Mentawai. Birokrasi pemerintahan daerah lebih berpretensi sebagai operator kekuasaan pemerintahan yang dicanangkan secara formal melalui kaidah-kaidah birokrasi yang berlaku. Pada saat yang sama, masyarakat bekerja sesuai dengan alam pikir dan kelembagaan yang mereka miliki. Singkat kata: Masyarakat Kepulauan Mentawai menuntut pemerintahan bekerja sesuai dengan imajinasi tentang publik, tata kuasa dan tradisinya.

Secara kultural orang Mentawai memiliki konsep kekuasaan yang khas dan hal ini terumuskan dalam konsep *laggai* serta kebiasaan orang Mentawai bersifat kekeluargaan dan kolektifitas dalam membangun relasi sosial. Pola kekuasaan Mentawai bersifat hirarkis tetapi pada puncak kekuasaan tergantung pada konsep Sabulungan. Pada masyarakat Mentawai, pelaksanaan fungsi-fungsi dari pranata sosial dan masalah kemasyarakatan berdasarkan tuntutan kebutuhan masyarakat bukan berdasarkan kompetensi anggota masyarakatnya. Misalnya, kehadiran *sikerei*⁹ dimana kehadirannya memang dibutuhkan dalam dinamika kehidupan masyarakat Mentawai. Sejak zaman dahulu, *sikerei* memiliki posisi sebagai pemegang kendali dalam kehidupan sosial politik. Kriteria dan sosok penguasa dalam konsep masyarakat Mentawai disebut *rimata* dimana kontrak politik tidak terletak pada sesama, melainkan dengan sabulungan, sebuah konsep keyakinan yang menata perilaku manusia Mentawai dalam bertindak terhadap sesamanya.

Yang perlu digaris bawahi di sini adalah bahwa, masyarakat Kepulauan Mentawai pada umumnya tidak bisa keluar dari dunia spiritual. Spiritualitas ini menjadi

dasar bagi setiap tatanan sosial. Pada saat yang sama birokrasi pemerintahan selama ini berpretensi tidak tahu menahu dengan spiritualitas tersebut. Kondisi tersebut sangat mempengaruhi kinerja birokrasi Weberian apalagi sebagian besar aparatus birokrasi Weberian di Kabupaten Mentawai adalah orang Mentawai. Oleh karena itu tidak dapat dipungkiri terjadi kesenjangan antara performa pelayanan publik birokrasi Weberian dengan kebiasaan-kebiasaan adat Mentawai, baik mereka yang menjabat sebagai aparatus maupun masyarakat umum yang menerima atau membutuhkan layanan birokrasi tersebut. Perbedaan situasi tersebut kini tidak dipandang lagi sebagai konflik (Lele, 2001) tetapi diupayakan untuk adaptif (Bendor and Moe, 1985). Artinya, ada semacam perilaku yang kurang kompromi yang dilakukan lewat penyesuaian kepentingan penguasa. Akibat kondisi yang tidak adaptif tersebut, budaya berpemerintahan Mentawai yang berdasar kepada keyakinan yang sangat toleran itu mengalami benturan dengan birokrasi Weberian. Benturan tersebut tampak dalam penanganan tsunami 2010.

3. ADAPTABILISAS SEBAGAI DIALEKTIKA PROSES DEDUKTIF DAN INDUKTIF

Ketidakmampuan negara untuk melakukan respon cepat terhadap Tsunami, diisi oleh kinerja birokrasi lokal yang tampil sebagai kendali tunggal, pada saat terjadi hingga proses relokasi. Ada beberapa persoalan mendasar yang menyebabkan birokrasi inefektif saat itu, yakni persoalan pembangunan rumah hunian sementara (huntara) bagi korban tsunami, dimana masyarakat tidak mau pindah (direlokasi) dan tinggal dirumah yang sudah disiapkan dan dibangun oleh pemerintah, dan masyarakat lebih memilih bertahan dikampung mereka. Reaksi yang tidak adaptif dengan birokrasi tersebut, lebih dikarenakan pada dugaan perbedaan konsep kuasa yang dimiliki Mentawai, bukan karena ketidakloyalan masyarakat terhadap pemerintah kabupaten.

Model birokrasi yang adaptif sesuai dengan konsep Bendor & Moe (1985), meliputi nilai dan konsep kekuasaan yang terlibat dalam pembuatan keputusan, nilai-nilai teknis penatalaksanaan birokrasi serta perubahan sosial yang menuntut penanganan secara khusus oleh birokrasi. Maka melalui proses adaptif tersebut, birokrasi mampu mewadahi dan berdialog terhadap sistem demokrasi yang hidup dalam masyarakat. Demikian juga respon birokrasi berdialog dengan sistem kekuasaan Mentawai sebagai masukan terhadap kinerja yang berwujud adaptif. Pekerjaan tersebut, sama seperti yang dilakukan oleh Kingsley sebagai bentuk representatif birokrasi.

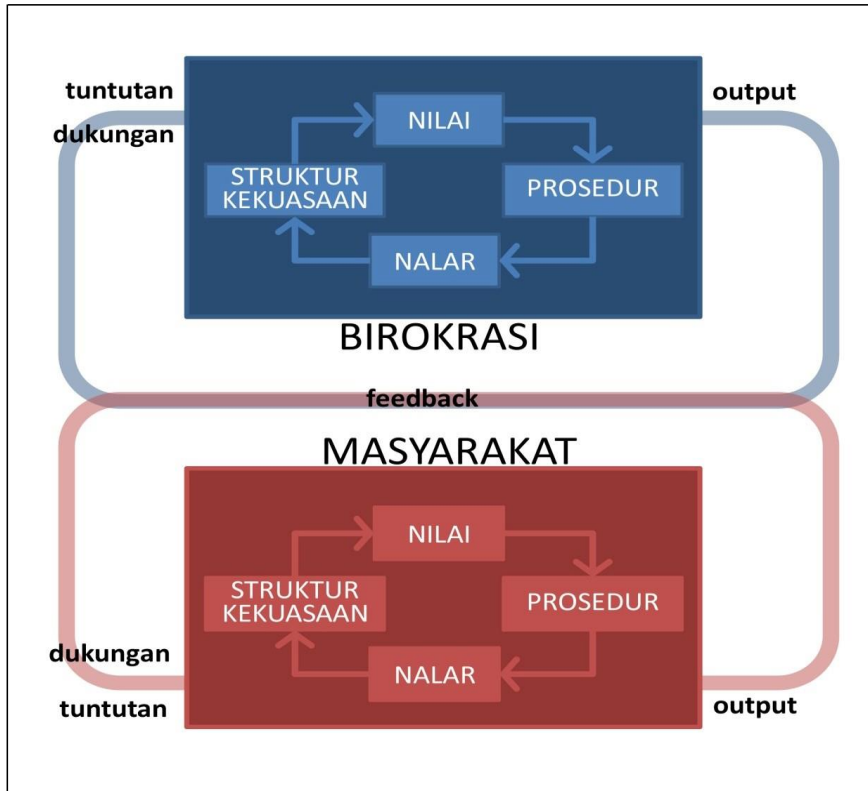
Model merupakan representasi dari realitas secara umum orang lebih mudah merujuk kepada model daripada logika, untuk menjelaskan pemahaman secara sederhana tentang fenomena. Pembangunan sebuah model dibangun oleh teori. Teori merupakan serangkaian pernyataan yang dibangun dari sebuah proses untuk membantu abstraksi. Tujuan dari teori adalah untuk menemukan

pernyataan tentang prinsip-prinsip umum di dalam menjelaskan sebuah fenomena. Karena

sifatnya demikian, teori bisa digugat melalui sebuah eksperimen. Salah satu kajian tentang birokrasi yang menggunakan pendekatan permodelan antara lain Graham Allison. Tulisan ini juga menggunakan pola yang sama dengan Allison dalam menemukan model birokrasi adaptif di Kepulauan Mentawai.

Kajian ini menggunakan pendekatan berbasis model (model based approach). Dalam konteks ini, modeling adalah melakukan penyederhanaan dengan mengedepankan atau memfokuskan diri pada hal-hal yang esensial untuk kepentingan ini, dan mengabaikan hal-hal yang dianggap tidak relevan. Untuk mempermudah modeling terhadap realita yang sejatinya sangat kompleks, modeling seperti yang dikembangkan Allison (1996), maupun Clarke & Primo (2007) senantiasa membangun argumentasi atas dasar sejumlah asumsi.

Adapun asumsi utama yang mendasari modeling ini adalah sebagai berikut, Pertama, di Mentawai diasumsikan ada dan perlu ko-eksistensi antara birokrasi dan tatanan sosial masyarakat setempat. Sehubungan dengan hal itu, dari waktu ke waktu senantiasa ada proses negosiasi yang sifatnya adaptive- coexistencial. Artinya, kalaulah di Mentawai ada dua system yang bekerja dengan cara dan nalar yang berbeda-beda, keduanya tidak harus saling bertolak belakang atau memusuhi dalam pemahaman saling meniadakan. Kedua, sebagaimana tersirat dalam paparan di atas, sistem sosial yang beroperasi bekerja atas dasar konstruksi nilai-nilainya sendiri. Dalam system itu ada struktur kuasa yang bekerja dengan nalar tertentu, dan memberlakukan prosedur- prosedur tertentu agar bersifat fungsional. Masing-masing system bekerja dengan kecenderungan-kecenderungannya sendiri, ketika merespon input-input (baik tuntutan-tuntutan maupun dukungan-dukungan) untuk menghasilkan respon tertentu. Berangkat dari asumsi-asumsi tersebut di atas, ko-eksistensi dari kedua system tersebut di atas bisa divisualisasikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tatanan ko-eksistensi antara birokrasi dan masyarakat

feedback dari waktu ke waktu. Ada feedback yang berasal dari sistem di domain birokrasi yang mengalir ke sistem sosial masyarakat Mentawai. Begitu juga sebaliknya, ada feedback dari sistem sosial masyarakat yang masuk ke domain birokrasi. Sehubungan dengan adanya silang-menyilang pengaruh (feedback) ini, perlu ditegaskan bahwa yang menjadi cakupan dalam makalah ini hanyalah adaptasi yang dilakukan oleh birokrasi.

Birokrasi merupakan seperangkat sistem kerja pemerintahan Grigoriou sehingga birokrasi memiliki alat kerja dan prosedur, nilai, nalar dan struktur, tentang kegiatan pemerintahan. Dengan demikian, birokrasi merupakan organisasi kekuasaan yang sangat kompleks. Kompleksitas birokrasi tersebut ternyata pada kenyataannya sangat terbuka dan mampu beradaptasi dengan berbagai komponen yang meliputinya, baik secara eksternal maupun internal. Oleh karena itulah, birokrasi sebagai complex adaptive systems karena birokrasi terdiri dari berbagai elemen yang saling berhubungan, saling berinteraksi, saling berkaitan secara internal maupun eksternal sistem dan lingkungannya (Gell-Mann, 1995).

Sebagai sebuah sistem organisasi, birokrasi memiliki beberapa prinsip yakni: pertama nilai, kedua struktur kuasa, ketiga prosedur dan keempat nalar. Prinsip tersebut juga dimiliki oleh birokrasi Weberian.

4. KESIMPULAN

Setelah menemukan bentuk hybridasi atas hasil dialog self dan formal governing kebencanaan di Mentawai, selanjutnya mengurai tahap bagaimana kedua sistem tersebut bersinergi pada ruang dan waktu tertentu. Pada situasi tertentu kekuasaan formal harus dapat menentukan penegakan kedaulatan berupa pemberian perlindungan pada rakyatnya yang sedang menderita. Kekuasaan yang berdaulat secara otonom menunjukkan kemampuan proteksinya meskipun dalam situasi terburuk dan atau emergency, seperti bencana, perang. (Schmit, 2005), secara eksplisit disebutkan oleh Schmitt sebagai *protego ergo oblige*, ketika ada perlindungan maka ada kepatuhan. Ini memberi arti penting pada negara ketika negara berada dalam situasi genting, gawat darurat, atas nama etika, negara harus memberi perlindungan sebagai manifestasi kedaulatannya. Walaupun pada ruang dan waktu tanggap darurat, kuasa negara tidak mampu menjangkau luasnya wilayah dan jauhnya tempat dari pusat fasilitas negara. Sehingga pada situasi “ketidakterjangkauan”-nya, negara memiliki hak prerogatif untuk menentukan peran kepada sistem adat untuk mengelola kedaruratan situasi.

Hak prerogative negara diwujudkan dalam bentuk deklarasi atas waktu genting, tanggap darurat, kapan dan hingga kapan dimulai. Hak prerogatif ini miliki otonomi penuh negara, sehingga semua proses dan prosedur patuh pada deklarasi tersebut. Meskipun tampaknya negara terlambat dan bahkan in-absentia, namun hadirnya penentuan rentang waktu tanggap darurat yang ditentukan negara, menjadikan kesadaran hadirnya daulat negara secara utuh dalam kasus kebencanaan. Inilah yang disebut oleh Schmitt sebagai inti dari kedaulatan, yakni *The political, though, cannot be done away with or evaded — it is immune to depoliticizing procedure — it is the essence of sovereignty*. Dengan demikian, birokrasi adaptif antara birokrasi Adat dan Birokrasi Weberian melahirkan pola hybrid dan ko-eksistensial merupakan fase persiapan untuk saling negosiasi peran sesuai dengan ruang deklarasi sebagai batas otoritas memerintah. Untuk selanjutnya seiring dengan normalitas keadaan dan tingkat kedaruratan, penerapan birokrasi Weberian pun ditegakkan. Kenyataan inilah yang memberi peluang bagi dual-track governing menjadi flexible governing. Atas nama nyawa, maka negara sebagai struktur kekuasaan formal berkewajiban untuk memberi perlindungan dengan melakukan tindakan atas nama kedaulatannya menyatakan diri kesigapan melindungi dengan memberi peluang kepada rakyat untuk mengelola kegentingan dengan kesepakatan moral sebagai panglimanya, mengalahkan prosedur politik yang terkadang menikam jiwa.

Belajar dari pengelolaan Tsunami Mentawai, ditemukan dua faktor melaksanakan flexible track governing, yakni komunikasi yang saling menghargai dan nilai tertinggi sebagai dasar tindakan flexible track tersebut yakni nyawa. Komunikasi saling menghormati atas kompetensi ko-eksistensial merupakan median politik yang utama untuk mengakomodir kompetensi dan kontrol atas kuasa masing-masing dalam tanggap darurat. Sehingga akan mereduksi saling ketegangan atau

upaya politik untuk saling menelikung dari kedua belah pihak karena kedua belah pihak menganggap situasi bencana sebagai ruang kompetisi kuasa masing-masing. Komunikasi yang saling menghargai memberi dampak terhadap penegakan kedaulatan yang sebenarnya oleh negara. Negara tidak menjadi sosok yang serba tahu padahal tidak kompeten terhadap penanggulangan tanggap darurat seperti masyarakat Mentawai (birokrasi adat/lokal) yang memiliki kearifannya sejak dulu.

Demikian juga masyarakat Mentawai (birokrasi adat/lokal) yang merasa serba tahu padahal pengetahuan mereka tidak memiliki dasar yang kuat dimata hukum. Maka pada kondisi saling menghormati, negara memberikan kedaulatannya kepada orang lokal untuk melakukan penyelamatan tanggap darurat setelah ada deklarasi waktu tanggap darurat. Kesigapan menentukan waktu tanggap darurat menjadi bukti kedaulatan negara ketika dalam kondisi genting, yang kemudian menjadi acuan moral dan birokrasi untuk menyusun prosedur, struktur dan sumber daya secara sekuensial kebencanaan.

5. REFERENSI

- Abarquez and Murshed (2004). *Community-Based Disaster Risk Management: Field Practitioner Handbook*. ADPC, Bangkok.
- Allison, Graham (1969). Conceptual Models and the Cuban Missile Crisis, *The American Political Science Review*, U.S, Volume 63: 689-718
- Anderson, Benedict (1990). *Language and Power: Exploring Political Cultures in Indonesia*. NY: Cornell University Press, Ithaca.
- Badan Pusat Statistik (2016). Statistik Daerah Kabupaten Kepulauan Mentawai 2015. Badan Pusat Statistik: Tuapejat.
- Beach, Michael (2010). *Disaster Preparedness and Management*. F. A. Davis Company, Philadelphia, USA.
- Bendor, Jonathan and Terry M. Moe (1985). *The American Political Science Review*, Vol. 79, No. 3:755-774
- Bendor, Jonathan (1988). Formal Models of Bureaucracy, *British Journal of Political Science*, Vol. 18, No. 3: 353-395
- Benson, Bruce L (1995). Distinguished Understanding Bureaucratic Behavior: Implications From The Public Choice Literature, Florida 32306 USA
- Berger, Morroe (1957). Bureaucracy East and West, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 1, No. 4: 518-529
- Coppola, Damon P (2007). *Introduction to International Disaster Management*, Elsevier Inc. USA.
- Darmanto, Bingkai Fungsionalisme untuk Orang Mentawai, *Etnohistori (ulasan Buku Bebeti Uma Karya Bambang Rudito)*, 2013
- Eindhoven, Myrna (2002). "Translation and Authenticity in Mentawaian Activism." In: *Indonesia and the Malay World* 30(88): 357-367.

- Eindhoven, Myrna (2007). "New Colonisers? Identity, representation and government in the post-new order Mentawai Archipelago." In: H. Schulte Nordholt and G. van Klinken (eds.), *Renegotiating Boundaries: Local politics in post- Soeharto Indonesia*: 67-90. KITLV Press, Leiden.
- Eindhoven, Myrna. 2009. "The influence of history and politics on the environmental future of the Mentawai Archipelago." In: *Asia-Pasific Forum* 44: 55-81.
- Enschede, John (n.d). *Bureaucracy, Democracy, and Institutional Change: Caltrans as a Case Study*, Department of Political Science, School of Social Science, University of California.
- French, Wendell and Bell H. Cecil, Jr (1999), *Organization Development*, Practice Hall, New Jersey.
- Geertz, Clifford (1976). *Involusi Pertanian: Proses Perubahan Ekologi di Indonesia*.: Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Gell-Mann, Muray (1994). *Complex Adaptive Systems*, Santa Institute, Los Alamos.
- Gunn, Simon (2006). "From Hegemony to Governmentality: Changing Conceptions of Power in Social History", In *Journal of Social History*, Vol. 39, No. 3: 705-720
- Hettiarachchi, S.S.L, Samarawickrama, N. Wijeratne (2011). *Risk Assessment and Management for Tsunami Hazard Case Study of the Port City of Galle*. United Nations Development Programme Asia-Pacific Regional Centre UN. UNDP, Thailand.
- Loeb, Edwin Meyer (1972). [*Sumatra: Its History and People*](#). Oxford University Press, Kuala Lumpur.
- Niskanen, William (1968). "The Peculiar Economics of Bureaucracy," *American Economic Review* 58: 293-305
- (1971). *Bureaucracy and Representative Government*, Aldine-Atherton, Chicago.
- Parsons, Talcott (1963). On the Concept of Political Power, *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 107, No. 3:232-262
- Rafliana, Irina, at. al., (2014). *Kehendak Untuk Menyematkan Jiwa dan Mengurangi Risiko Bencana: Studi Kasus Dampungan Teknis Di Kabupaten Kepulauan Mentawai Untuk Kajian Risiko dan Pengarusutamaan Pengurangan Risiko Bencana dalam Perencanaan Pembangunan*, LIPI – Jakarta.
- Rudito, Bambang (2013). *Bebetei Uma. Kebangkitan Orang Mentawai: Sebuah Etnografi*. Penerbit Gading dan Indonesia Center for Sustainable Development (ICSD), Jakarta.
- Schefold, Reimar (1989). "The Origins of the Woman on the Raft: On the prehistory of the Mentawaians." In: W. Wagner (ed.), *Mentawai: Identitaet und Wandel auf indonesischen Ausseninseln*, page 1-26. *Veroeffentlichungen aud dem Uebersee-Museum Bremen*, Reihen C, *Deutsche Geographische Blaetter*, N.F., Band 5, Bremen.

- Schefold, Reimar (1991). Mainan Bagi Roh: Kebudayaan Mentawai, Balai Pustaka, Jakarta.
- Steward, Julian H (1972). Culture Change The Metodology of Multilinier Evolution, Board of Trustees of the University of Illinois, USA.
- Tripton, Ciprian and Marios Dodu. 2014, Change Management and Organization Development, ebook <http://www.apubb.ro/wp-content/uploads/2011/02/OD> last acces: tahun 2016
- Tulus, Juniator (2012a). "Family stories; Oral tradition, memories of the past, and contemporary conflicts over land in Mentawai, Indonesia", Unpublished PhD dissertation, The Netherlenads: Leiden University.
[<https://openaccess.leidenuniv.nl/handle/1887/20262>.]
- Tulus, Juniator (2012b). "Stranded people; mythical narratives about the first inhabitants of Mentawai Islands", Wacana Vol. 14 No. 2: 215-240.
- Tulus, Juniator (2014). "PhD thesis summary. Family stories; Oral tradition, memories of the past, and contemporary conflicts over land in Mentawai, Indonesia", Wacana Vol. 15 No. 1: 181-189.
- Tullock, Gordon (1965). The Politics of Bureaucracy, Public Affairs Press, Washington D. C. (1972). "Review of Bureaucracy and Representative Government, Public Choice 12
- Welch, Eric W & Wilson Wong. (2001) Effects of Global Pressure on Public Bureaucracy, Modeling a New Theoretical Framework. First Published <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0095399701334001>
- World Wildlife Fund (WWF) (1980). Saving Siberut: A conservation master plan. Bogor: WWF- Indonesia Programme

Catatan: makalah ini adalah invited paper, tidak dilakukan proses review oleh panitia.

IDENTIFIKASI TIPE PERAKARAN PADA LAHAN REHABILITASI BEKAS LONGSOR

**Pranatasari Dyah Susanti, Arina Miardini, Alvian Febry Anggana, Beny
Harjadi**

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Jl. A.Yani Pabelan Kartasura PO BOX 295 Surakarta 57102;
Email: pranatasari_santi@yahoo.com

ABSTRAK

Pengelolaan lahan untuk menjaga kestabilan lereng pada wilayah yang rawan longsor, sangat memerlukan pemilihan vegetasi dengan perakaran yang kuat. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi tipe perakaran vegetasi pada lahan bekas longsor. Lokasi penelitian berada di Desa Sijeruk Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Metode penelitian yang digunakan adalah survey biofisik lahan dan identifikasi tipe perakaran. Berdasarkan hasil Indeks Nilai Penting (INP) pada demplot penelitian, dipilih 9 jenis tanaman yaitu: jabon, cemara, suren, durian, mindi, picung, merbau, rasamala, dan pinus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga tipe perakaran. Perakaran tipe H terdapat pada jenis araucaria, merbau, durian dan rasamala; perakaran tipe R terdapat pada jenis mindi dan jabon; sedangkan tipe VH terdapat pada jenis suren, picung dan pinus. Diharapkan dengan diketahuinya kondisi tipe perakaran maka dapat menjadi dasar dalam pemilihan komposisi vegetasi pada wilayah-wilayah yang rawan terhadap longsor.

Katakunci: tipe akar, longsor, vegetasi

ABSTRACT

Land management to maintain slope stability in ex-landslide areas, are strongly requires the selection of vegetation with strong roots. The purpose of this research is to evaluate the condition of root vegetation on ex-landslide area. The research location in Sijeruk Village, Banjarmangu District, Banjarnegara Regency, Central Java Province. The method that used is land biophysical survey and identification of root type. Based on the results of the Importance Value Index (INP) on the research plot, selected 9 types of plants are: jabon, cypress, suren, durian, mindi, picung, merbau, rasamala, and pine. The results showed that there are three types of root. H Type present in araucaria, merbau, durian and rasamala; R type roots present in mindi and jabon; VH types found in suren, picung and pine. It is hoped that by knowing the condition of root type it can be the basis in selection of vegetation composition in vulnerability of landslide area.

Keywords: root type, vegetation, landslide

1. PENDAHULUAN

Bencana alam merupakan kejadian yang sering menimpa wilayah Indonesia. BNPB (2018) menyampaikan sepanjang tahun 2017, telah terjadi 2.372 bencana yang didominasi oleh banjir, tanah longsor dan puting beliung. Pada awal 2018 ini, bencana tersebut masih terjadi dengan frekuensi yang tinggi, terutama kejadian tanah longsor. Menurut BNPB (2018) sepanjang Bulan Januari 2018 saja telah terjadi 51 kejadian longsor dari 204 kejadian bencana. Akibat bencana-bencana tersebut, 19 orang meninggal dengan korban jiwa terbesar adalah bencana tanah longsor (47%). Tingginya presentase kejadian dan korban jiwa yang ditimbulkan oleh bencana tanah longsor ini memerlukan perhatian yang serius, mengingat di Indonesia terdapat 918 daerah yang rawan terjadi bencana tanah longsor (Anonymous, 2012).

Pengelolaan lahan menjadi salah satu hal penting dalam upaya mitigasi bencana tanah longsor, termasuk di dalamnya pemilihan jenis tanaman serta komposisi tanaman. Menurut Hardiyatmo (2012) tanaman selain dapat memberikan kestabilan lereng juga dapat membahayakan lereng. Menurut Cappileri et al. (2016) tanaman dapat memberikan kestabilan lereng karena dapat memberikan perlindungan pada partikel tanah, mengurangi tekanan pori tanah serta meningkatkan kuat geser tanah. Dampak negatifnya, apabila tanaman telah tumbuh besar maka akan menjadi beban luar akibat tercabut atau adanya angin karena memberikan beban yang dinamis (Hardiyatmo, 2012)

Agar vegetasi yang dipilih memberikan manfaat dalam stabilitas lereng, maka morfologi akar menjadi bagian yang harus dipertimbangkan. Akar akan mampu menyimpan air tanah dengan baik serta menjaga stabilitas lereng dari perubahan kadar air tanah baik pada proses kebasahan maupun pada proses pengeringan (Santiawan et al., 2007).

Terdapat beberapa tipe akar berdasarkan pola pertumbuhannya. Yen (1987) dalam Hardiyatmo (2012) menyampaikan bahwa terdapat 5 pola pertumbuhan akar, yaitu: (1) Tipe R adalah akar yang berkembang dalam dan hanya 20% yang berkembang pada kedalaman kurang dari 60 cm; (2) Tipe H adalah tipe akar yang berada pada kedalaman sedang dan lebih dari 80% berada pada kedalaman kurang dari 60 cm; (3) Tipe V yaitu tipe akar yang berkembang pada kedalaman sedang-dalam, memiliki akar tunggang yang kuat tetapi akar lateral sempit; (4) Tipe M adalah akar utama yang berkembang pada kedalaman yang dalam dan tetapi 80% akar terdapat pada kedalaman kurang dari 30 cm; (5) Tipe VH yaitu tipe akar dengan perkembangan sedang-dalam dan 80% matrik akar berada pada kedalaman kurang dari 60 cm, akar tunggang sangat kuat dan pertumbuhan akar lateral yang melebar.

Pemilihan jenis vegetasi yang sesuai untuk daerah longsor adalah vegetasi dengan akar yang tumbuh kedalam dan mampu menahan serta mengikat partikel tanah dengan kuat. Kemampuan mengikat partikel tanah ini sangat berguna untuk

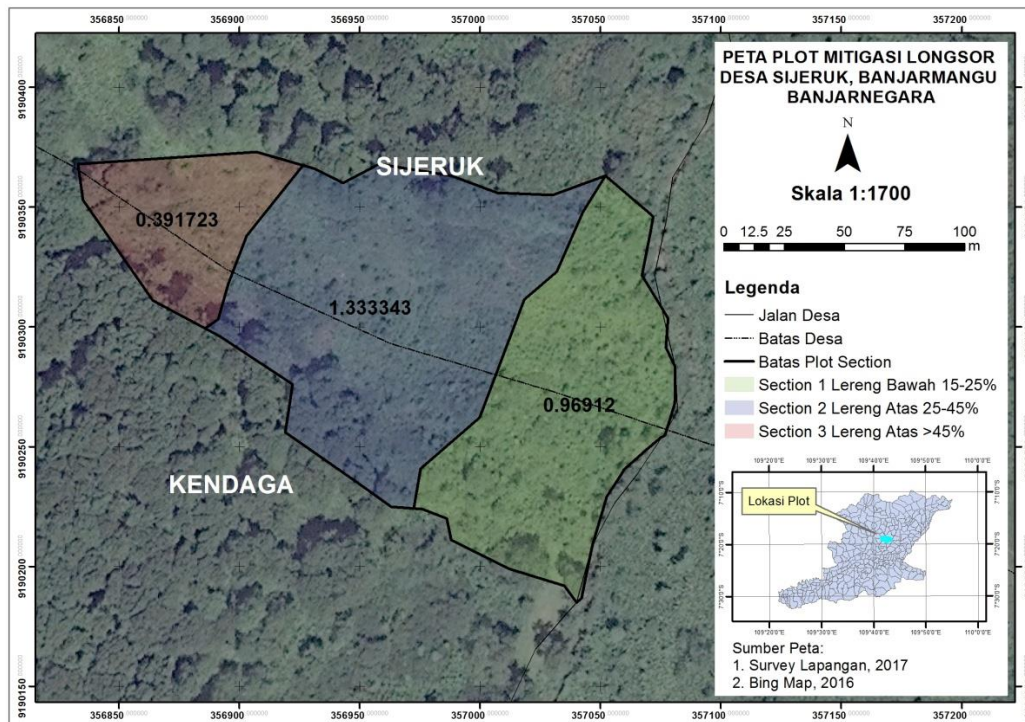
menahan dan menstabilkan lereng, selain fungsi hidrologi yaitu penyerapan air dan pelepasan ke atmosfer (Nugraha et al., 2016). Pemilihan jenis vegetasi yang sesuai untuk daerah longsor memerlukan penelitian dan pengamatan yang detail. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tipe perakaran pada lahan bekas longsor.

2. METODOLOGI

Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan pada tahun 2017 pada demplot penelitian yang berada di Desa Sijeruk Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi ini merupakan lokasi bekas longsor pada tahun 2006 yang telah direhabilitasi oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai bekerjasama dengan Perhutani pada tahun 2007.

Demplot ini merupakan kawasan hutan Perhutani yang terletak pada petak 44C dan berada pada Resort Pemangku Hutan (RPH) Siweru, BKPH Karangobar, KPH Banyumas Timur. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi Demplot Penelitian Longsor di Desa Sijeruk Banjarnegara

Bahan dan Alat

Bahan penelitian adalah 9 jenis tumbuhan pada tingkat tiang dan pohon yang diperoleh dari hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi pada demplot penelitian, literatur berupa publikasi/ laporan penelitian dan buku identifikasi vegetasi. Alat-alat yang digunakan antara lain: tally sheet, alat tulis dan kamera.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode survey untuk mengetahui kondisi biofisik lahan dan pengamatan tipe perakaran. Hasil identifikasi morfologi akar dianalisis secara deskriptif kualitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Biofisik Lahan

Berdasarkan data dan informasi dari Stasiun BMKG Banjarnegara tahun 2017 pada bulan Januari sampai September dapat diketahui bahwa Desa Sijeruk memiliki suhu udara rata-rata bulanan minimum 20,84°C dan rata-rata maksimum 27,15°C, kelembaban udara maksimum 92,04% dan minimum 70,77% dengan curah hujan bulanan rata-rata 333,5 mm dan hari hujan bulanan rata-rata 17 hari.

Kondisi biofisik lahan berdasarkan survei yang dilakukan pada lokasi penelitian memiliki bentuk lahan Mountain, relief pegunungan dengan batuan induk beku lunak yang telah mengalami pelapukan, batuan dipermukaan 20% dengan pH 5.4. Lokasi demplot memiliki kedalaman solum >90 cm dan regolit antara 100-200 cm. Jenis tanah termasuk Inceptisol dengan permeabilitas sedang dan tekstur tanah dominan sandy clay loam.

Selain pengamatan kondisi fisik lahan, dilakukan pula pengambilan sampel tanah untuk mengetahui kandungan unsur hara tanah. Parameter unsur hara yang diamati dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Kandungan Unsur Hara Tanah

No	Unsur Hara	Nilai	Kelas
1	C org (%)	1.78	Sedang
2	BO (%)	3.08	Sedang
3	N Total (%)	0.20	Rendah
4	P Tersedia (ppm)	4.16	Rendah
5	K tersedia (me/100 g)	0.47	Sedang

Berdasarkan kandungan rata-rata unsur hara dari 9 sampel yang diambil dapat diketahui bahwa kandungan unsur hara cenderung sedang. Hal ini diduga karena tidak ada penambahan unsur hara tanah melalui pemupukan setelah penanaman dan hanya mengandalkan input dari serasah dan bahan organik tanaman yang terdekomposisi.

3.2 Tipe Perakaran

Kondisi distribusi perakaran yang diamati adalah tipe akar. Hasil identifikasi tipe perakaran tersaji pada Tabel 2.

Tipe perakaran penting untuk diketahui karena akar berperan penting dalam kestabilan lereng. Agar lereng tetap stabil, maka diperlukan bantuan vegetasi melalui perakaran tunggang, berakar dalam dan bercabang banyak agar akar-akar tersebut mampu menyebar ke dalam tanah dan mengikat partikel-partikel tanah sehingga gaya geser tanah tidak tereduksi.

Berdasarkan hasil analisis tipe perakaran dapat diketahui bahwa terdapat tiga tipe akar yaitu R, H dan VH. Perakaran tipe H terdapat pada jenis araucaria, merbau, durian dan rasamala, perakaran tipe R terdapat pada jenis mindi dan jabon, sedangkan tipe VH terdapat pada jenis suren, picung dan pinus. Hardiyatmo (2012) menyatakan bahwa akar tanaman dengan tipe VH dan H akan bermanfaat untuk stabilitas lereng dan tahan terhadap hembusan angin, sedangkan tipe akar H dan M akan bermanfaat untuk penguatan tanah.





Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa pemilihan vegetasi pada lokasi bekas longsor telah memenuhi kriteria untuk stabilisasi lereng. Selain itu, berdasarkan survei lapangan dan pengamatan vegetasi kondisi tajuk tanaman telah berkembang dan menjadi multi strata. Hal ini sesuai dengan arahan kegiatan rehabilitasi lahan menurut Paimin et al. (2012), bahwa kondisi vegetasi dengan multi strata tajuk dapat mengurangi intersepsi air hujan yang jatuh secara langsung ke dalam tanah, karena adanya sistem tajuk yang bertingkat.





3.2.1 Tipe R


Menurut Setiawan dan Narendra (2012) perakaran tipe R merupakan tipe yang paling efektif dalam meningkatkan kekuatan geser tanah, dan efisiensi dalam meningkatkan kuat geser tersebut mencapai 56%. Perakaran tipe R memiliki perkembangan perakaran vertikal yang baik sehingga berperan dalam peningkatan cengkeraman partikel tanah.

Pada penelitian identifikasi tipe perakaran ini terdapat dua jenis vegetasi yang memiliki tipe R yaitu mindi dan jabon. Tanaman mindi memiliki perakaran tunggang yang dalam dan bercabang banyak (Heyne, 1987), sedangkan jabon merupakan tanaman yang cepat tumbuh dengan perakaran tunggang yang dalam dan percabangan akar serta memiliki serabut yang banyak. Berdasarkan penelitian Wijayanto dan Rhahmi (2013) panjang akar tanaman Jabon pada plot campuran adalah 1.23 m dengan kedalaman 15.5 cm pada umur 10 bulan.

Tabel 2. Identifikasi Perakaran

No	Nama Tanaman/Tipe Akar	Morfologi akar	Gambar
1	Mindi (<i>Melia azedarach</i>)/ R	Berakar tunggang dan memiliki perakaran yang dalam dengan cabang yang banyak.	
2	Merbau (<i>Intsia bijuga</i>)/ H	Memiliki perakaran tunggang sebagian besar perakarannya membentuk banir dan melebar kearah horizontal.	
3	Durian (<i>Durio zibethinus</i>)/ H	Memiliki perakaran tunggang, akarnya relatif tipis dan membentuk papan berbanir. Akar menyebar pada arah horizontal.	
4	Rasamala (<i>Altingia excelsa</i>)/ H	Memiliki perakaran tunggang, pola perakaran menyebar secara horizontal.	

5	Picung (<i>Pangium edule</i>)/ VH	Memiliki perakaran tunggang yang berbentuk tunjang. Perakaran kuat dan dalam.	
6	Suren (<i>Toona sureni</i>)/ VH	Memiliki akar tunggang yang dalam dan memiliki percabangan akar yang banyak	
7	Jabon (<i>Anthocephalus cadamba</i>)/ R	Memiliki akar tunggang dan banyak serabut	
8	Pinus (<i>Pinus merkusii</i>)/ VH	Memiliki akar tunggang yang dalam dan memiliki percabangan akar yang banyak.	

9	Araucaria (<i>Araucaria cunninghamii</i>)/H	Perakaran tunggang dan banyak memiliki akar horizontal.	
---	------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

3.2.2 Tipe H

Perakaran tipe H akan lebih banyak memiliki orientasi akar horizontal. Akar horizontal merupakan akar yang memiliki sudut $\geq 45^\circ$ dari bidang vertikal (Murniati, 2010). Menurut Abe dan Ziemer (1991) dalam Setiawan dan Narendra (2012) menyatakan bahwa akar tipe H mampu mencengkeram tanah karena sifatnya yang menyebar di lapisan permukaan tanah dan mampu menahan pohon agar tidak mudah tumbang.

Merbau memiliki akar tunggang dalam dan membentuk papan serta banir (Soerianegara dan Lemmens, 2002), sedangkan durian dapat mencapai kedalam tanah sepanjang 3 meter dengan akar tunggang (Wibowo dan Fathul, 2017). Menurut Dany et al, (2016) rasamala memiliki bentuk akar menjari dan bercabang serta tidak teratur ke bawah dengan pola perakaran primer secara horizontal dengan warna coklat tua dan kulit yang licin. Araucaria memiliki jumlah akar horizontal yang lebih sedikit jika dibandingkan jenis tanaman yang lain. Hal ini akan menguntungkan karena apabila perakaran vertikal yang lebih banyak, maka akar tanaman diharapkan dapat masuk kedalam tanah dan mengikat tanah dengan lebih kuat (Chistesens dan Barford, 2003).

3.2.3 Tipe VH

Perakaran tipe VH menurut Hardiyatmo (2012) akan sangat berperan dalam stabilisasi lereng. Hal tersebut dikarenakan tipe perakaran ini akan tumbuh secara horizontal dalam dan menyebar ke arah lateral.

Picung memiliki akar yang berbentuk tunjang kuat serta berbanir yang mampu menembus ke dalaman tanah dan cocok untuk daerah rawan longsor (Prabakti, 2017). Suren berakaran tunggang dan memiliki percabangan perakaran yang banyak. Demikian juga dengan pinus yang memiliki perakaran tunggang dan dalam. Perakaran pinus mampu mengikat tanah lebih kuat (Indrajaya dan Handayani, 2008). Tanaman ini memiliki kedalaman perakaran efektif 100-150 cm (Sallata, 2013).

4. KESIMPULAN

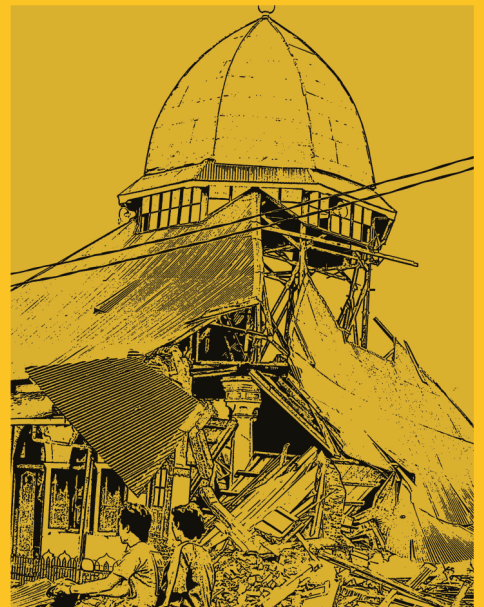
Terdapat tiga tipe perakaran yang diidentifikasi pada demplot penelitian yaitu perakaran tipe H terdapat pada jenis araucaria, merbau, durian dan rasamala, perakaran tipe R terdapat pada jenis mindi, jabon dan tipe VH terdapat pada jenis

suren, picung dan pinus. Ketiga tipe tersebut masing masing memiliki fungsi terhadap kestabilan lereng dan penguatan tanah. Diharapkan dengan diketahuinya tipe perakaran dan fungsinya maka dapat dijadikan sebagai dasar untuk pemilihan komposisi vegetasi pada wilayah-wilayah yang rawan terhadap longsor. Penambahan informasi terkait tipe perakaran tanaman pada berbagai kelas umur, jenis, serta lokasi yang berbeda, sangat disarankan untuk mendukung kelengkapan data dan informasi terkait pemilihan komposisi vegetasi yang dapat digunakan pada wilayah yang rawan terhadap longsor.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2012. Waspada Masyarakat pada Bencana Angin Putting Beliung dan Banjir (Fokus Berita). Majalah Gema BNPB Vol 3 (3).
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2018. Tren Bencana Indonesia Tahun 2003-2017. <https://bnpb.go.id/infografis/detail/trend-bencana-2017>. Diakses pada tanggal 20 Februari 2018.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2014. Info Bencana. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Edisi Desember 2014.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2018. Info Bencana. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Edisi Januari 2018.
- Capilleri. P. P., Motta. E., Raciti. E. 2016. Experimental Study On Native Plant Root Tensile Strength For Slope Stabilization. *Procedia Engineering* 158 (2016): 116-121.
- Christenssens, K. I., and Barford, A. 2003. *Coniferales-morfologi*. Jenny Helander. Denmark.
- Dany., U Budi., Dalimunte, Afifuddin. 2016. Morfologi Perakaran Tumbuhan Monokotil Dan Tumbuhan Dikotil. *Growth Roots Monocots Plant And Dicots Plant Morphological. Supervision*. (Tidak Diterbitkan).
- Hardiyatmo. H. C. 2012. *Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia II*. Terjemahan Badan Litbang. Kehutanan Jakarta. Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Indrajaya. Y dan W.Handayani. 2008. Potensi hutan Pinus merkusii Jungh et de Virese sebagai pengendali tanah longsor di Jawa. *Info Hutan*, 5 (3) 2008. Bogor: Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam: 231-240.
- Murniati, 2010. Arsitektur Pohon Distribusi Perakaran dan Pendugaan Biomassa Pohon dalam Sistem Agroforestry. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol VII(2): 103-117.
- Nugraha, Yudhistira. F., Hamdhan, Noer. I. 2016. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Perkuatan Tanaman Switchgrass. *Jurnal Reka Racana* Vol 2 (2) Juni: 1-12.

- Paimin, Pramono. I. B., Purwanto, Indrawati. D. R. 2012. Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. BPTKPDAS. Solo.
- Prabakti.H. D. 2017. Pengaruh Macam Eksplan dan Konsentrasi 2,4 D Terhadap Induksi Kalus Kluwek (*Pangium edule* Reinw.) Secara In Vitro. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember.
- Sallata, K. M. 2013. Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) dan Keberadaannya di Kabupaten Tanah Toraja, Sulawesi Selatan. Info Teknis EBONI Vol.10 No. 2, Desember 2013 : 85-98.
- Santiawan. I. N. G., Wardana. I. G. N., Redana. I. W. P. 2007. Penggunaan Vegetasi (Rumput Gajah) dalam Menjaga Kestabilan Tanah Terhadap Kelongsoran. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol 11 (1) Januari: 11-24.
- Soerianegara, I dan A Indrawan. 1998. Ekologi Hutan Indonesia. Laboratorium Ekologi Hutan. Fakultas Kehutanan IPB Bogor. Bogor.
- Setiawan. O., dan Narendra. B. H. 2012. Sistem Perakaran Bidara Laut (*Strychnos lucida* r.br.) Untuk Pengendalian Tanah Longsor. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea Vol.1 No.1, Agustus 2012 : 50-61.
- Wibowo. A. dan Fathul. F. 2017. Identifikasi Kandungan Zat Makanan pada Biji Buah di Pasar Bandar Lampung. Jurnal Ilmiah Peternakan terpadu Vol 5 (1): 23-27 Maret 2017.
- Wijayanto, N dan Rhahmi, I. 2013. Panjang dan Kedalaman Akar Lateral Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.) di Desa Cibening, Kecamatan Pamijahan Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Jurnal Silvikultur Tropika Vol. 04 No. 01 April: 23-29..



**PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN KE-5
RISET KEBENCANAAN 2018
IKATAN AHLI KEBENCANAAN INDONESIA
UNIVERSITAS ANDALAS, PADANG 2-4 MEI 2018**

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL**

ISBN 978-602-5539-28-2

