

---

# JURNAL PENANGGULANGAN BENCANA

---

Terbit 2 Kali setahun, mulai Oktober 2010

ISSN: 2087 636X

Volume 4 Nomor 2, November 2013

Pembina:

Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana

Penasihat:

Sekretaris Utama BNPB

Pimpinan/Penanggung Jawab Redaksi:  
Kepala Pusat Data, Informasi dan Humas BNPB

Ketua Dewan Penyunting:

DR. Sutopo Purwo Nugroho

Hidrologi dan Pengurangan Risiko Bencana

Anggota Dewan Penyunting:

DR. Sugimin Pranoto, M. Eng / Teknik Sipil dan Lingkungan

Ir. Sugeng Tri Utomo, DESS / Pengurangan Risiko Bencana

DR. Rudy Pramono / Sosiologi Bencana

Ir. B. Wisnu Widjaja, M.Sc / Geologi dan Kesiapsiagaan Bencana

DR. Ir. Agus Wibowo / Database & GIS

Ir. Neulis Zuliasri, M.Si / Teknologi Informasi

Drs. Hartje Robert W / Komunikasi

Mitra Bestari:

Prof. DR. Zainuddin Maliki, MSi

Prof. DR. Sudibyakto

Prof. DR. Sarwidi

DR. Iwan Gunawan, MSc

Pelaksana Redaksi:

Ario Akbar Lomban, Dian Oktiari, S.T, Linda Lestari, S.Kom, Suprapto, S.Si,

Sri Dewanto Edi P, S.Si, Nurul Maulidhini ST, Ratih Nurmasari, S.Si

Theopilus Yanuarto, S.S, Andri Cipto Utomo, Ignatius Toto Satrio

Alamat Redaksi:

Pusat Data Informasi dan Humas

Badan Nasional Penanggulangan Bencana

Jln. H. Juanda, Nomor 36 Jakarta 10120 Indonesia

Telp. 021-3458400; Fax. 021-34558500, Email : Redaksijurnal@bnpb.go.id



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya, sehingga penerbitan Jurnal Penanggulangan Bencana Volume 4 Nomor 2 pada bulan November 2013 ini dapat diselesaikan.

Ilmu pengetahuan senantiasa terus berkembang dalam perjalanan kehidupan manusia, begitu pula dengan upaya penanggulangan bencana. Ilmu pengetahuan dan penanggulangan bencana berjalan beriringan dalam rangka terus memberikan pemahaman dan wawasan kepada masyarakat mengenai arti penting meningkatkan kesejahteraan manusia. Melalui jurnal ilmiah ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat Indonesia menuju bangsa yang tanggap, tangkas dan tangguh menghadapi bencana.

Materi jurnal dalam edisi ini, menyampaikan hal-hal yang berkaitan dengan seluruh fase kebencanaan. Pemanfaatan Teknologi Modifikasi Cuaca Untuk Penanggulangan Bencana Asap Kebakaran Lahan dan Hutan mengawali materi dalam jurnal ini. Materi berikutnya menyampaikan hal mengenai *Governance* dan *Capacity Building* dalam Manajemen Bencana Banjir di Indonesia yang kemudian diikuti materi terkait Keterlibatan Penyandang Disabilitas Dalam Penanggulangan Bencana (*Persons With Disabilities Involvement On Disaster Prevention*). Selanjutnya tentang Pemodelan Tsunami dan Pembuatan Peta Rendaman untuk Keperluan Mitigasi di Teluk Teleng, Pacitan. Selain itu terdapat Analisis Bentuk Lahan (*Landform*) untuk Penilaian Bahaya dan Risiko Longsor di Pulau Ternate Provinsi Maluku Utara.

Pada jurnal edisi kali ini juga menyajikan Penanggulangan Bencana Demam Berdarah Dengue dengan Cara Reka Ulang Bak Air Bangunan. Terakhir membahas tentang Memanfaatkan Jaringan Sensor Nirkabel dengan Sensor Percepatan H48C sebagai Sistem Akuisisi Data dan Sistem Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor.

Pada kesempatan ini juga kami atas nama dewan redaksi jurnal penanggulangan bencana mengundang para ahli penanggulangan bencana, akademisi maupun masyarakat untuk berpartisipasi mengisi makalah ilmiah serta mohon saran, kritik yang membangun pada penerbitan jurnal edisi selanjutnya.

Bagi para tim redaksi jurnal penanggulangan bencana serta pihak yang turut membantu dalam edisi kali ini, kami mengucapkan terima kasih.

Tim Penyusun

# JURNAL PENANGGULANGAN BENCANA

Volume 4 No. 2, November 2013

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Pemanfaatan Teknologi Modifikasi Cuaca Untuk Penanggulangan Bencana Asap Kebakaran Lahan dan Hutan <b>Budi Harsoyo, S.Si, M.Si</b> .....	1-4
Governance dan Capacity Building dalam Manajemen Bencana Banjir Di Indonesia <b>Mochamad Chazienul Ulum</b> .....	5-12
Keterlibatan Penyandang Disabilitas dalam Penanggulangan Bencana ( <i>Persons with Disabilities Involvement on Disaster Prevention</i> ) <b>Ratih Probosiwi</b> .....	13-22
Pemodelan Tsunami dan Pembuatan Peta Rendaman untuk Keperluan Mitigasi di Teluk Teleng, Pacitan <b>Chaeroni, Wahyu Hendriyono, Widjo Kongko</b> .....	23-33
Analisis Bentuk Lahan ( <i>Landform</i> ) untuk penilaian Bahaya dan Risiko Longsor di Pulau Ternate Provinsi Maluku Utara <b>Ikqra</b> .....	35-46
Penanggulangan Bencana Demam Berdarah Dengue dengan Cara Reka Ulang Bak Air Bangunan <b>Taufiq Ilham Maulana</b> .....	47-57
Memanfaatkan Jaringan Sensor Nirkabel Dengan Sensor Percepatan H48C Sebagai Sistem Akusisi Data dan Sistem Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor <b>Dwi Kurniawan</b> .....	59-72

# PEMANFAATAN TEKNOLOGI MODIFIKASI CUACA UNTUK PENANGGULANGAN BENCANA ASAP KEBAKARAN LAHAN DAN HUTAN

Budi Harsoyo, S.Si, M.Si

Peneliti Muda UPT Hujan Buatan BPPT

Koordinator Lapangan TMC di Prov. Kalimantan Tengah

E-mail: buhar04@yahoo.com, budi.harsoyo@bppt.go.id

## Abstract

*Weather Modification Technology has been frequently applied for the purpose of mitigating disasters caused by climatic and weather factors. One example is the smoke disaster caused by forest fire that almost happened annually in Indonesia, particularly in Sumatra and Kalimantan, when the dry season comes. Efforts to forest fire fighting by utilizing TMC regarded as one of the most effective effort because it can directly extinguish the flames as the cause of the appearance of smog. By regulation, the role of the TMC in the context of disaster mitigation forest fires smoke have been contained in Presidential Decree No.16 of 2011, about Improved Control of Forest Fires. This paper is descriptive in order to give an explanation about the use of TMC for disaster management of forest fire smoke.*

**Keywords:** Technology, weather, disaster mitigation

Sudah lebih dari satu bulan, sejak akhir bulan Agustus 2012 lalu, operasi Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) atau yang lebih dikenal dengan istilah hujan buatan dilaksanakan di sejumlah provinsi di Pulau Sumatera dan Kalimantan dengan tujuan untuk mengurangi kabut asap akibat kebakaran lahan dan hutan yang rutin hampir setiap tahun terjadi. Provinsi Riau, Jambi dan Kalimantan Tengah dipilih sebagai 3 provinsi yang diprioritaskan mendapat bantuan penanganan bencana kabut asap oleh Pemerintah Pusat. Selain karena secara historis ketiga provinsi tersebut merupakan daerah dengan jumlah titik api (*hotspot*) tertinggi dibandingkan yang lain, adanya beberapa event berskala nasional dan internasional yang diselenggarakan di wilayah provinsi tersebut juga menjadi alasan lain.

## High Tech, High Cost dan High Risk

Ada anggapan sebagian masyarakat bahwa besarnya anggaran (Rp. 15,8 miliar; Kompas 10 September 2012) yang dikeluarkan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) untuk membiayai kegiatan TMC di 3 provinsi ini seolah terkesan sebagai suatu pemborosan.

Untuk satu hari kegiatan, operasional TMC membutuhkan dana sekitar 113-114 juta rupiah, tergantung lokasi kegiatannya, sesuai dengan PP Tarif No.36 Tahun 2008 yang ditandatangani oleh Presiden RI. TMC sebagai suatu aplikasi teknologi merupakan jenis kegiatan *high tech*. Alokasi biaya untuk penggunaan pesawat terbang, radar dan alat ukur parameter cuaca serta bahan semai merupakan komponen yang paling besar porsinya. Jadi, memang tidak salah jika masyarakat menilai bahwa operasional TMC membutuhkan *high cost*, tapi bukan lantas berarti sebagai suatu pemborosan.

Mahal atau murah itu relatif. Tergantung dari sudut pandang mana kita menilainya. Sebagai contoh, jika kita membeli sebutir pil untuk obat flu dengan harga Rp.10.000,- , rasanya sudah terlalu mahal. Namun jika kita membayar Rp.100.000,- untuk sebutir pil yang bisa mengobati kanker, rasanya akan sangat murah sekali. Jadi, murah atau mahal itu sangat relatif.

Dari sisi politis, citra bangsa ini yang kerap dinilai negatif sebagai pengekspor asap kebakaran lahan dan hutan ke negara-negara tetangga tentu tidak dapat dibandingkan

dengan dana yang dikeluarkan dari pos dana tanggap darurat BNPB. Dengan TMC, diharapkan jumlah titik api (*hotspot*) yang menimbulkan asap di wilayah Sumatera dan Kalimantan dan berpotensi mengganggu negara-negara tetangga dapat dikurangi. Adanya penyelenggaraan *event* Pekan Olah Raga Nasional (PON) di Riau, 5-20 September 2012 lalu, serta *event* Hari Aksara Internasional (15-16 September 2012 lalu) dan Hari Pangan Sedunia (18-21 Oktober 2012 mendatang) di Kota Palangkaraya, juga menjadi sasaran lain dari pelaksanaan TMC di kedua provinsi ini.

Berapa besar kerugian yang harus ditanggung Panitia Penyelenggara PON, HAI atau HPS jika pelaksanaan *event-event* tersebut harus tertunda, atau malah sampai batal terselenggara gara-gara pekatnya asap kebakaran lahan dan hutan? Tidak hanya dari segi materi, tapi juga dari kredibilitas Panitia Penyelenggara dan Pemerintah Daerah di kedua provinsi tersebut. Bagi masyarakat umum, berapa total biaya yang harus dikeluarkan oleh seluruh warga jika harus keluar masuk klinik kesehatan untuk penyembuhan penyakit ISPA akibat pekatnya udara yang sehari-hari mereka hirup oleh asap kebakaran lahan dan hutan? Berapa pula besarnya total kerugian beberapa maskapai penerbangan jika dalam sehari saja tidak dapat beroperasi karena ditutupnya bandara akibat *visibility* yang rendah oleh pekatnya asap?

Jika semua potensi kerugian itu dibandingkan dengan nilai manfaat yang diperoleh, maka besarnya dana yang dipakai untuk pembiayaan kegiatan TMC tidaklah seberapa jumlahnya. Jadi sekali lagi, murah atau mahal itu sangat relatif.

TMC juga termasuk kategori kegiatan yang *high risk*. Jika dalam penerbangan biasa pesawat selalu menghindari awan agar tidak terkena *turbulence*, dalam penerbangan penyemaian awan pesawat justru berusaha mendekat dan masuk ke dalam awan guna mencari medan *updraft* di sekitar awan. Terjebak masuk *turbulence*, terguncang, bahkan terbanting di dalam pesawat merupakan kejadian biasa yang sering dialami oleh *Flight Scientist*, kru penerbang dan tenaga penabur bahan semai yang *onboard* di

pesawat dalam misi penyemaian awan. Belum lagi resiko *hypoxia* (kekurangan oksigen) akibat terbang dengan pesawat *un-pressurized* diatas ketinggian 10.000 feet yang dapat menyebabkan rasa nyeri dan pusing di kepala, hilangnya koordinasi gerakan dari otot bahkan kehilangan kesadaran.

### Efektifitas TMC Untuk Penanggulangan Bencana Asap Kebakaran Lahan dan Hutan

Perlu dipahami bahwa terminologi "hujan buatan" tidak dapat diartikan secara harfiah dengan pengertian "membuat hujan", apalagi "menciptakan hujan". Teknologi Modifikasi Cuaca hanyalah suatu upaya untuk mengkondisikan cuaca agar potensi hujan yang tersedia di atmosfer bisa benar-benar dioptimalkan menjadi hujan yang jatuh sampai ke permukaan tanah. Melalui aktifitas penyemaian awan (*cloud seeding*), sejumlah partikel hidroskopik yang berperan sebagai aerosol dimasukkan ke dalam awan untuk mempercepat proses pengumpulan butir air di dalam awan dengan tujuan agar hujan lebih cepat terjadi di suatu lokasi tertentu dan dengan intensitas yang lebih besar. Jadi, syarat utama berhasil atau tidaknya upaya ini adalah keberadaan awan di atas daerah target. Singkatnya, "*No Cloud, No Seeding*". Tidak ada awan, maka tidak akan ada aktifitas penyemaian awan yang bertujuan untuk merangsang turunnya hujan. Awan yang dimaksud dalam konteks ini adalah jenis awan *Cumulus* yang banyak mengandung uap air, yang secara visual bentuknya seperti kembang kol (*brocoli*).

Secara singkat, TMC hanya berupaya untuk menambahkan jumlah aerosol yang berfungsi sebagai inti kondensasi ke dalam awan yang sudah banyak mengandung uap air. Tujuannya agar proses tumbukan dan penggabungan butir tetes air di dalam awan segera di mulai sehingga proses turunnya hujan menjadi lebih cepat dan lebih tinggi intensitasnya.

Kebakaran lahan dan hutan yang rutin terjadi setiap tahun di Pulau Sumatera dan Jawa merupakan jenis bencana yang lebih dominan disebabkan oleh faktor manusia, bukan karena faktor alam. Dalam hal ini, unsur kesengajaan

manusia membakar lahan (dan hutan) untuk tujuan mempersiapkan lahan pertanian (land clearing) sangat tinggi. Meski pada beberapa kasus kebakaran juga terjadi akibat unsur ketidaksengajaan, misal seseorang membuang puntung rokok secara sembarangan pada lahan kering yang mudah terbakar, tetapi saja faktor utamanya adalah ulah manusia.

Oleh karena kebakaran lahan dan hutan tersebut merupakan ulah manusia yang disengaja, maka sekalipun telah turun hujan dan mampu mematikan titik api (*hotspot*) yang merupakan sumber kabut asap, namun itu hanya bersifat sesaat. Jika keesokan harinya cuaca kembali cerah dan kabut asap sudah mulai berkurang, masyarakat akan kembali melakukan aktifitas pembakaran untuk membuka lahan di area yang lain dan kabut asap mulai muncul kembali. Jadi, Operasi TMC dan *hotspot* ibarat *cat and mouse* dalam film kartun anak-anak *Tom and Jerry*. Sekali saja Si Kucing lengah, Sang Tikus akan berupaya masuk ke dapur untuk mencuri makanan. Demikian setiap harinya yang harus dihadapi oleh Tim TMC di lapangan. Dan ini berarti bahwa *hotspot* dan kabut asap yang ditimbulkannya tidak akan pernah benar-benar selesai sampai musim hujan benar-benar tiba.

Permasalahannya adalah dalam fase peralihan dari musim kemarau ke musim hujan seperti saat ini, kondisi cuaca setiap harinya tidak selalu mendapatkan adanya potensi awan-awan *Cumulus* yang bisa dioptimalkan oleh TMC untuk menjadi hujan. Ditambah dengan tebalnya asap yang membentuk layer hingga ketinggian tertentu, mengakibatkan radiasi sinar matahari terhambat dan mempersulit proses konveksi sebagai tahap awal terbentuknya awan *Cumulus*. *No cloud, no seeding*. Tidak tersedianya awan *Cumulus*, berarti tidak ada aktivitas penyemaian awan, dan itu dapat berarti bahwa tidak akan turun hujan yang bisa diharapkan untuk membasahi lahan dan memadamkan *hotspot*.

Faktor lahan gambut juga menyebabkan asap tetap bertahan, meskipun api di permukaan telah padam. Kebakaran pada lahan gambut hanya dapat padam jika diguyur oleh hujan deras yang mampu membasahi lahan hingga ke lapisan tanah

yang cukup dalam. Pada beberapa lokasi di Pulau Sumatera dan Kalimantan, kedalam gambutnya bisa mencapai lebih dari 3 meter. Asap yang berasal dari lahan gambut yang terbakar juga menghasilkan asap yang lebih pekat jika dibandingkan asap yang berasal dari kebakaran pada lahan non gambut.

Jika angin di permukaan tidak cukup kencang dan ditambah lagi jika kelembaban udara di permukaan cukup basah, maka asap tebal akan bertahan menyelimuti permukaan tanah. Selain berbahaya untuk kesehatan, kondisi ini juga menyebabkan *visibility* (jarak pandang) menjadi sangat rendah. Bandara terpaksa *closed* untuk aktivitas lalu lintas udara karena sangat berbahaya bagi aktivitas penerbangan. Jika demikian kondisinya, Operasi TMC juga tidak dapat dilakukan karena pesawat yang akan menaburkan bahan semai tidak dapat *take off* maupun *landing* dari lokasi Posko di bandara.

Jadi, Operasi TMC untuk penanggulangan bencana asap kebakaran lahan dan hutan mempunyai tingkat kesulitan yang cukup tinggi. Selain karena faktor cuaca, hambatan terbesar lainnya adalah faktor kesengajaan manusianya itu sendiri yang menyebabkan *hotspot* yang menjadi sasaran untuk dipadamkan seolah tidak pernah ada habis-habisnya. Namun walau bagaimanapun, hujan merupakan satu-satunya cara yang paling efektif untuk dapat memadamkan *hotspot*, apalagi pada lahan bergambut.

## Penutup

Memang tidak mudah untuk merubah kebiasaan masyarakat yang membuka lahan dengan cara membakar. Meski sudah ada peraturan hukum yang memberikan ancaman sanksi bagi pelaku pembakaran lahan dan hutan melalui Peraturan Gubernur, masyarakat tetap saja melakukan aktivitas tersebut. *Culture* seperti ini sulit ditinggalkan, karena memang hanya dengan cara inilah yang paling murah, paling cepat dan paling efektif untuk menyiapkan lahan-lahan pertanian yang relatif masih cukup luas di Pulau Sumatera dan Kalimantan. Apalagi ada semacam regulasi lain yang seolah memperbolehkan masyarakat

membuka lahan dengan cara membakar, asalkan dilakukan pada batasan luas area tertentu dan dengan teknik tertentu pula. Ini tentu menjadi semacam kontradiktif. Disatu sisi dilarang, namun disisi lain diperbolehkan meski dengan aturan.

Satu-satunya cara untuk dapat menekan jumlah hotspot dan kabut asap yang ditimbulkannya adalah pada kesadaran masyarakat itu sendiri. Jika masyarakat menyadari bahwa aktivitas yang rutin mereka lakukan setiap tahun tersebut dapat berdampak pada citra negatif bangsa ini sebagai pengekspor asap ke negara-negara tetangga, mencemari udara yang sangat tidak baik untuk kesehatan, dan berpotensi mengganggu serta membahayakan bagi lalu lintas penerbangan, maka Insya Allah, tanpa perlu TMC pun, bencana kabut asap di negeri tercinta ini akan hilang dengan sendirinya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Dwi Bayu Radius. 2012. Hujan Buatan Rp. 15,8 Miliar di Tiga Provinsi. Artikel dalam Harian Kompas, 10 September 2012, Jakarta.
- Presiden Republik Indonesia. 2011. Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2011 tentang Peningkatan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan. 30 November 2011. Jakarta.

# **GOVERNANCE DAN CAPACITY BUILDING DALAM MANAJEMEN BENCANA BANJIR DI INDONESIA**

**Mochamad Chazienul Ulum**

*Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya(B2P3KS) Yogyakarta,*

*Jl. Mayjen Haryono 163. Malang 65145*

*E-mail: ulum.moch@yahoo.co.id*

## **Abstract**

*Indonesia is a vulnerable developing country due to natural disasters, particularly floods. These disasters hit Indonesia commonly during the rainy season. It resulted in adverse effects on human life, economy and environment. The purpose of this paper is to examine the relationship between empirical and theoretical studies on flood management in the perspective of governance and capacity building. The research method that used is the study of literatures and the Focus Group Discussion (FGD). The research site is flood-prone areas, which is 4 (four) regencies in East Java Province, Indonesia. All of them have a high flood-prone index. In conclusion, sustainable flood management requires a multi-stakeholder involvement and participation of communities simultaneously. Flood management should be done with a systematic approach, and synergy of the various parties in efforts to cope with the disaster. Therefore, strengthening the sense of crisis, commitment, role and collective responsibility, and continuity of cooperation / collaboration in the context of governance network and capacity building is needed to maintain the sustainability of effective flood management..*

**Keywords:** Governance, capacity, disaster, flood

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Bencana yang terjadi membawa sebuah konsekuensi untuk mempengaruhi manusia dan / atau lingkungannya. Kerentanan terhadap bencana dapat disebabkan oleh kurangnya manajemen bencana yang tepat, dampak lingkungan, atau manusia sendiri. Kerugian yang dihasilkan tergantung pada kapasitas ketahanan komunitas terhadap bencana.

Kawasan Asia berada di urutan teratas dari daftar korban akibat bencana alam. Hampir setengah bencana di dunia terjadi di Asia membuat wilayah ini rawan bencana. Laporan dari ESCAP juga merinci daftar negara di kawasan Asia Pasifik mengalami bencana alam selama periode 1980-2009.

Sebagai contoh, Indonesia menempati peringkat kedua dalam daftar jumlah kematian

tertinggi akibat bencana alam di Asia-Pasifik. Selama 20 tahun terakhir, berbagai bencana alam di negara ini juga telah menyebabkan kerugian ekonomi paling sedikit US \$ 22,5 miliar. Data ini terdapat dalam *The Asia Pacific Disaster Report 2010* yang disusun oleh *The Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP)* dan *The UN International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR)*. Ini adalah pertama kalinya PBB menyiapkan laporan khusus tentang bencana alam di kawasan Asia-Pasifik yang dipublikasikan pada 26 Oktober 2010.

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang rentan akibat berbagai bencana alam, terutama banjir. Banjir sudah biasa melanda Indonesia, terutama pada musim hujan. Hal ini mengakibatkan dampak yang sangat buruk pada kehidupan manusia, ekonomi, dan lingkungan.

Banjir disebabkan oleh 2 (dua) kategori,

yaitu banjir akibat alami dan banjir akibat aktivitas manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan, seperti perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan permukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem kontrol banjir yang kurang/tidak tepat.

Risiko banjir tidak dapat dihindari sepenuhnya sehingga harus dikelola. Manajemen bencana banjir memang tidak berusaha untuk menghilangkan bahaya banjir tetapi untuk menanggulanginya. Risiko banjir tergantung pada komponen yang terdiri dari bahaya dan kerentanan. Kombinasi faktor alam dan manusia menciptakan risiko banjir. Keberhasilan manajemen risiko banjir diperoleh jika langkah-langkah struktural dan non-struktural dilaksanakan. Pencegahan dan mitigasi banjir mencakup tindakan pengendalian banjir secara struktural, seperti pembangunan bendungan atau tanggul sungai dan tindakan non-struktural seperti prediksi dan peringatan banjir, manajemen risiko banjir, partisipasi komunitas/ masyarakat, penataan institusional, dan sebagainya.

## 1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis mencoba untuk menelaah hubungan antara studi empiris dan teoritis tentang manajemen bencana banjir. Secara empiris, hal itu berkaitan dengan masalah banjir di Indonesia, khususnya beberapa kabupaten di Provinsi Jawa Timur (Bojonegoro, Lamongan, Mojokerto, dan Pasuruan), dan secara teoritis terkait dengan penerapan dan pengembangan model *governance* dan *capacity building* dalam konteks manajemen bencana, khususnya banjir.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di 4 (empat) kabupaten di wilayah Provinsi Jawa Timur yang merupakan daerah rawan banjir (*flood-prone area*), yaitu Bojonegoro, Lamongan, Mojokerto, dan Pasuruan. Adapun waktu penelitian berlangsung pada tanggal 18 sampai 25 Agustus 2010.

### 2.2 Metode yang Digunakan

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan *Focus Group Discussion* (FGD).

Untuk studi literatur, beberapa sumber yang dapat digunakan, yaitu: 1) laporan hasil penelitian, 2) jurnal, 3) buku referensi.

1. Laporan hasil penelitian merupakan sumber referensi berharga. Dengan membaca laporan penelitian tentang manajemen bencana, kita akan mendapatkan deskripsi keseluruhan dari penelitian sejenis yang telah dilakukan.
2. Jurnal yang berisi tulisan-tulisan dalam disiplin yang sama. Tujuan utama dari jurnal ini adalah untuk digunakan sebagai sumber data sekunder. Peneliti juga dapat menggunakan tulisan dijurnal sebagai kutipan untuk bahan referensi dalam penelitian.
3. Buku referensi berisi teks yang umum dalam disiplin ilmu tertentu. Sebuah buku referensi dapat memuat sebuah artikel yang mendalam tentang topik tertentu dan disertai dengan teori-teori pendukung sehingga kita akan dapat mengetahui perkembangan (terakhir) ilmu/theori tersebut.

Selain studi literatur, peneliti juga melakukan FGD yang merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mengungkap makna yang sesuai dengan pemahaman sebuah kelompok berdasarkan hasil diskusi yang berpusat pada isu tertentu. FGD juga dimaksudkan untuk menghindari interpretasi yang salah dari seorang peneliti untuk fokus pada masalah. FGD memungkinkan peneliti untuk memeroleh data lengkap dari

informan, dan juga memungkinkan fleksibilitas peneliti dalam menentukan desain pertanyaan, sehingga bebas meminta respons informan sesuai dengan tujuan penelitian.

Namun demikian, FGD juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti:

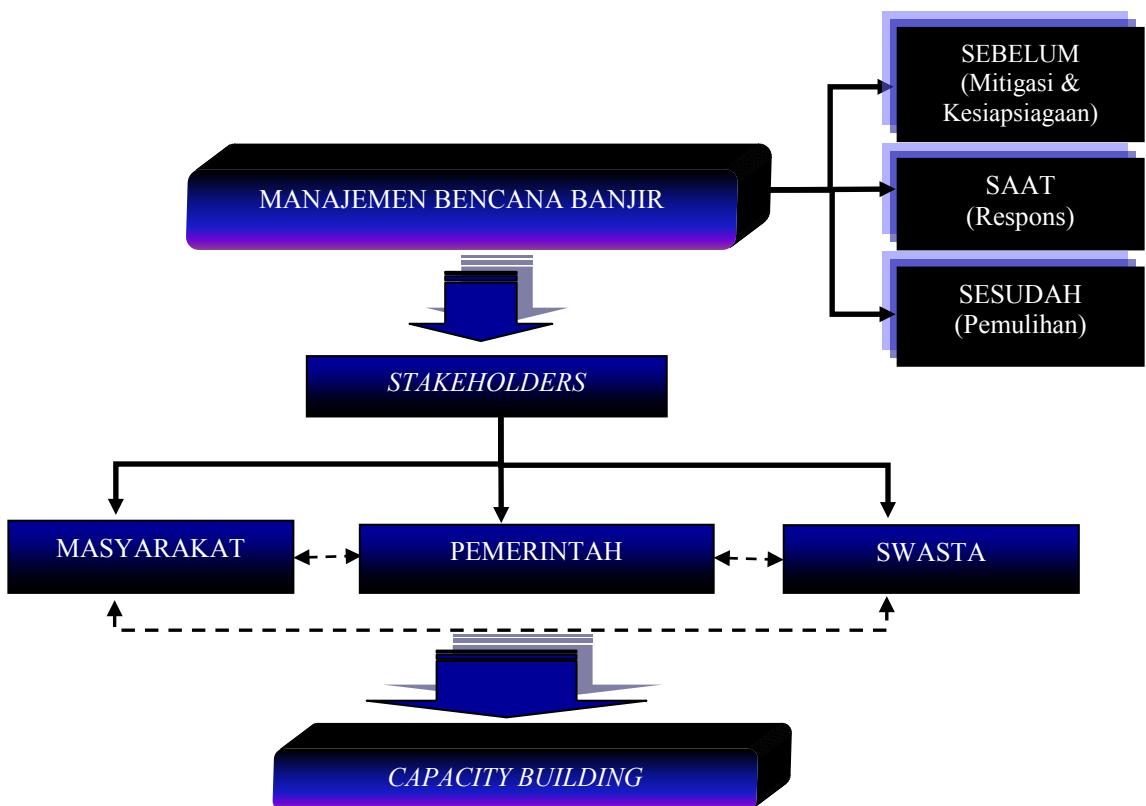
1. FGD tidak dapat digunakan untuk temuan umum dengan cakupan yang luas, sehingga membutuhkan studi yang lebih teliti dan rumit.
2. Dalam topik permasalahan yang sangat sensitif, anggota kelompok dapat ragu-ragu dalam mengekspresikan perasaan dan pengalamannya secara bebas di forum.

### 2.3 Kerangka Konseptual

Manajemen bencana banjir dalam tulisan ini mengacu pada studi yang terkait dengan penanggulangan bencana oleh Tun Lin Moe & Pairote Pathranarakul (2006, hal. 396-413). Berdasarkan waktu, peristiwa bencana dapat dikategorikan dalam 3 (tiga) bagian sebelum,

saat dan sesudah. Pada saat yang sama, ada 4 (empat) kegiatan, yaitu: mitigasi dan kesiapsiagaan (sebelum), respons (saat), dan pemulihan (setelah).

Selain itu, pemahaman tentang manajemen bencana banjir sebagai persoalan umum (*common issue*) memerlukan pemetaan struktur interaksi, keterlibatan, dan partisipasi berbagai pemangku kepentingan dalam kontak langsung dengan akar penyebab dan korban bencana itu. Sebagai konsep *Governance* seperti dari Kooiman (1993) dan Pedroso (1999), para pemangku kepentingan (*stakeholders*) dapat mencakup unsur pemerintah, dan pelaku non-pemerintah, baik, swasta LSM, dan masyarakat. Tentu saja, berbagai peran dan tanggung jawab akan berbeda. Namun, pemerintah masih memiliki peran sebagai pembuat kebijakan (*policy maker*) dan pemangku kepentingan utama (*principal stakeholder*). Kerangka konseptual penelitian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Selanjutnya, kapasitas komunitas untuk memelihara atau meningkatkan kualitas hidup dalam menghadapi gangguan eksternal tersebut dapat ditingkatkan, baik dengan mengurangi banjir atau dengan meningkatkan kapasitas mereka untuk menanggulanginya. Manajemen bencana banjir yang efektif berupaya untuk menemukan cara-cara koordinasi dan kerjasama melintasi batas-batas institusional untuk mencapai keputusan dan untuk melibatkan lembaga-lembaga di tingkat lokal, baik dalam keputusan maupun pelaksanaannya. Keberhasilan manajemen bencana banjir tergantung pada hubungan antar *stakeholders*, dan aturan yang dibuat dengan adil dan transparan untuk partisipasi *stakeholders*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Laporan Penelitian

Informasi Singkat Lokasi Penelitian di 4 (Empat) Kabupaten, Provinsi Jawa Timur

Peta Daerah Rawan Banjir



Sumber: <http://gis.pusair-pu.go.id/p2/>

Bojonegoro adalah salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang dialiri Sungai Bengawan Solo. Hal ini menyebabkan peluang tinggi untuk daerah ini banjir setiap tahun, khususnya di beberapa daerah utara Bojonegoro. Dengan deforestasi di dataran tinggi selatan Bojonegoro, kabupaten ini juga memiliki ancaman banjir bandang. Selanjutnya, Lamongan merupakan salah satu

kabupaten yang memiliki indeks rawan banjir pada tingkat tinggi di Jawa Timur. Ancaman lain dari bencana pada tingkat moderat adalah gempa, erosi, dan tsunami. Banjir tahunan di wilayah ini terjadi dari Sungai Bengawan Solo, situasi-kondisi yang sama seperti Bojonegoro.

Kabupaten Mojokerto juga merupakan daerah yang memiliki kategori indeks tinggi untuk banjir. Ancaman / bahaya ini terletak di daerah Selatan yang mengalir Sungai Brantas, salah satu sungai terbesar di Provinsi Jawa Timur. Kemudian, di Kabupaten Pasuruan, jenis bencana yang sering terjadi seperti banjir bandang, tanah longsor, dan kebakaran hutan. Beberapa daerah di Pasuruan sebelah utara sering memiliki abrasi dan banjir dari air laut. Di sisi lain, di daerah pegunungan rawan terjadi banjir bandang yang disebabkan dari pembalakan liar.

#### Identifikasi Masalah Penanggulangan Bencana Banjir 4 (empat) Kabupaten di Provinsi Jawa Timur

Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana telah membawa pergeseran paradigma dalam penanggulangan bencana dari hanya menanggapi situasi saat bencana terjadi (tanggap darurat) ke pencegahan dan pengurangan risiko bencana (PRB). Dengan perubahan ini, manajemen bencana merupakan kegiatan yang dimulai sejak bencana belum terjadi. Sebenarnya risiko banjir dapat dikurangi melalui program pengembangan perspektif PRB banjir dan penataan ruang berbasis pemetaan dan penilaian risiko bencana. Namun, berdasarkan hasil FGD, identifikasi masalah dalam konteks penanggulangan bencana banjir, antara lain:

1. Sebagian masyarakat lokal masih belum mengetahui eksistensi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Oleh karena itu, pemerintah perlu melakukan sosialisasi serta mengajak masyarakat untuk lebih intens terlibat / berpartisipasi dalam kegiatan untuk mengatasi bencana, terutama banjir.
2. Persepsi tentang bencana banjir, belum komprehensif dan umumnya masih dalam

- perspektif tanggap darurat.
3. Alokasi anggaran untuk penanggulangan bencana belum memadai dan masih tergantung pada permintaan dana *On Call* kepada pemerintah pusat dalam situasi darurat.
  4. Belum adanya keterlibatan sistemik dari organisasi masyarakat.
  5. Kurangnya koordinasi lintas sektor, termasuk sektor swasta dan universitas.
- Rekomendasi Seputar Kebijakan Penanggulangan Bencana (Banjir)**
- Dari beberapa identifikasi masalah penanggulangan bencana banjir, maka rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti, antara lain:
1. Secara umum Pemerintah Daerah dan DPRD di 4 (empat) kabupaten di Jawa Timur (Bojonegoro, Lamongan, Mojokerto dan Pasuruan) perlu merumuskan dan menerapkan Peraturan Daerah tentang Penanggulangan Bencana (PB). Regulasi tersebut akan memetakan peran dan tanggung jawab kolektif dari berbagai pihak (pemerintah, masyarakat, dan pihak swasta). PB melalui pola kemitraan sangat dimungkinkan untuk lebih meringankan beban, termasuk beban anggaran (APBD) dari 4 (empat) kabupaten di wilayah Provinsi Jawa Timur tersebut.
  2. Mengingat wilayah 4 (empat) kabupaten di Jawa Timur (Bojonegoro, Lamongan, Mojokerto dan Pasuruan) merupakan daerah rawan bencana, khususnya banjir, maka diperlukan perhatian yang lebih fokus pada periode pra-bencana sehingga diharapkan dapat menjadi investasi yang mampu mencegah meminimalisasi jatuhnya korban jiwa dan berbagai kerugian yang lain.
  3. Dalam hal pembentukan suatu institusi (termasuk institusi yang terkait bencana), hendaknya daerah memiliki hak untuk menentukan bentuk kelembagaan sesuai dengan kebutuhan/ kemampuan daerah Besaran organisasi, apakah badan, kantor atau *capacity building* lembaga yang sudah ada harus mempertimbangkan aspirasi daerah. Tingkat kerentanan dan karakteristik bencana yang berbeda antar-daerah dan masing-masing daerah memiliki masalah tersendiri yang harus diprioritaskan.
  4. Kebijakan alokasi anggaran yang dibutuhkan hendaknya juga lebih diprioritaskan untuk keperluan pra bencana dalam kerangka manajemen bencana yang komprehensif (yang dimulai sejak dari pra hingga pasca bencana).
  5. Penguatan kelembagaan di daerah terkait penanggulangan bencana merupakan suatu kebutuhan yang mendesak. Untuk itu, pemerintah (baik di tingkat pusat maupun provinsi) hendaknya terus melakukan advokasi dan mengupayakan program yang dapat mendorong peningkatan kapasitas kelembagaan yang ada di daerah.

### 3.2 Artikel Ulasan

#### Perspektif Governance untuk Manajemen Bencana

Manajemen bencana merupakan seluruh rangkaian kegiatan yang meliputi berbagai aspek penanggulangan bencana pada sebelum, saat, dan sesudah terjadi bencana yang dikenal sebagai Siklus Manajemen Bencana. Siklus ini bertujuan untuk (1) mencegah kehilangan jiwa; (2) mengurangi penderitaan manusia; (3) memberikan informasi kepada masyarakat dan pihak yang berwenang mengenai risiko, serta (4) mengurangi kerusakan infrastruktur utama, harta benda dan kehilangan sumber ekonomis. Lalu, mengapa *governance*? Kooiman (1993) mempertegas pentingnya *governance* dengan menyatakan:

Tidak ada satu pelaku, baik publik maupun privat mempunyai semua pengetahuan dan informasi yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah yang kompleks, dinamis dan beragam; tidak ada pelaku yang mempunyai pandangan yang memadai untuk aplikasi suatu instrumen yang diperlukan secara efektif, tidak ada satu pelaku yang mempunyai cukup tindakan yang berpotensi untuk mendominasi secara *unilateral* dalam suatu model *governance*.

*Governance* akan terwujud hanya jika muncul kolaborasi, kemitraan, dan jaringan di antara elemen *governance*, yaitu negara, sektor swasta dan masyarakat sipil. Jaringan telah menjadi fitur penting dari pengembangan organisasi modern saat ini, baik organisasi publik atau swasta. Kebijakan publik tidak lagi proses eksklusif yang melibatkan aktor negara saja, tetapi merupakan produk *networking*, kerjasama, dan kemitraan di antara elemen *governance* (*policy network*). Manajemen bencana yang efektif membutuhkan kolaborasi antara sektor publik, swasta, dan organisasi terkait.

Tindakan ramah lingkungan dan non destruktif tidak hanya harus menunjukkan sektor publik tetapi juga swasta. Hal ini ditunjukkan oleh beberapa kegiatan bantuan bencana alam secara langsung, meskipun masih sebatas amal dan tidak berkelanjutan. Reformasi juga harus disusun dengan cara yang konstruktif pada ide-ide dan orientasi operasional yang telah didasarkan sepenuhnya pada keuntungan finansial tanpa perhatian yang seimbang dan memadai terhadap risiko sosial.

Komitmen dari sektor swasta perlu untuk ditingkatkan, seperti melalui penerapan *Corporate Social Responsibility* (CSR), atau kegiatan sosial yang dapat dilakukan dalam berbagai bentuk. Di Indonesia, pelaksanaan CSR sampai sekarang jelas masih jauh dari yang diharapkan. Persoalannya adalah persepsi dari sebagian besar korporasi yang menganggap bahwa alokasi dana untuk CSR sebagai beban karena merupakan faktor biaya. Selain itu, mereka sudah merasa cukup bertanggung jawab untuk membayar pajak yang hasilnya digunakan untuk pembangunan. Persepsi tentang manajemen bencana sebagai *common issue*, kiranya membawa pada konsepsi ideal jaringan interaksional antar berbagai aktor. Wijaya (2007) menyatakan bahwa upaya manajemen bencana perlu direncanakan dalam koridor visi dan misi tertentu yang melibatkan ketiga sektor; pemerintah, swasta dan masyarakat. Tentunya ragam peran dan tanggung jawabnya akan berbeda. *Sharing* tanggung jawab antara ketiga sektor tersebut memerlukan transparansi dan

akuntabilitas untuk membangun kepercayaan di antara ketiganya yang akan berfungsi sebagai lem pengikat kinerja di antara mereka dalam upaya manajemen bencana. Tanggung jawab sosial sektor privat harus dipertegas, hak-hak sosial masyarakat perlu dijamin dan peran regulasi pemerintah perlu diperkuat.

Hal ini berdasarkan pada urgensi perspektif dan nilai-nilai *governance* dalam upaya manajemen bencana. Keterlibatan sinergis dalam bentuk jaringan (*network*) dari ketiga pilar *governance* menjadi titik tekan utamanya. Dengan *governance*, nilai dan praktik administrasi publik tidak lagi didominasi oleh sektor pemerintah. Adanya persyaratan dan garansi bagi terciptanya jaringan sinergis tersebut sekaligus merefleksikan suatu relasi multiaktor yang demokratis.

### **Capacity Building dalam Manajemen Bencana di Indonesia**

Minimnya kemampuan antisipasi bencana di Indonesia diungkap oleh Wijaya (2007) bahwa yang menjadi masalah tidak hanya bencana dan beberapa penyebabnya, melainkan antisipasi bencana itu juga menjadi sebuah masalah tersendiri. Sebagai misal, sistem peringatan dini memerlukan struktur yang jelas, institusi yang fleksibel dan sigap, serta sosialisasi yang dapat menyentuh ke seluruh lapisan sosial. Tujuannya, membangun sebuah masyarakat yang selalu waspada menghadapi bencana sebagai konsekuensi dari kondisi hidup di daerah rawan bencana (*disaster-prone area*).

Menurut Nurjanah dkk. (2012), kapasitas yang kuat untuk menghadapi ancaman bencana berkaitan dengan program / kegiatan untuk meningkatkan kapasitas masyarakat. Tujuan utamanya adalah masyarakat yang mampu mengantisipasi bencana, mampu menangani keadaan darurat dan mampu pulih dari bencana. Oleh karena itu, program / kegiatan yang dapat dilakukan, antara lain:

1. Pendidikan dan pelatihan, penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bencana, manajemen bencana melalui penerapan teknologi dan pemetaan spasial;

2. Sistem peringatan dini dari berbagai jenis bencana;
3. Sosialisasi bencana melalui media massa;
4. Pelatihan manajemen bencana;
5. Pemberian dukungan teknis dan non-teknis, meningkatkan peran aktif masyarakat dalam penanggulangan bencana, pembangunan kapasitas masyarakat pada pengenalan ancaman dan kerentanan di wilayahnya

Pendidikan dan pelatihan tentang pelestarian lingkungan dan pengurangan risiko bencana, termasuk banjir, harus diadakan. Muatan materinya disesuaikan dengan keadaan unik dari potensi situasi kebencanaan dan berdasarkan pada pengalaman bencana yang sebelumnya. Pendidikan dan pelatihan tersebut merupakan hak masyarakat untuk mendapatkannya.

Manajemen bencana tidak hanya menuntut partisipasi individu dalam komunitas yang rentan, tetapi juga keterlibatan instansi pemerintah terkait, LSM, dan sektor swasta. Hal ini harus didukung dengan strategi manajemen yang efektif melalui perencanaan operasional, pendidikan dan pelatihan kelompok. Pengembangan sistem manajemen bencana dapat dimulai dari formulasi kebijakan di tingkat pemerintah demi kesiapsiagaan komunitas/masyarakat.

Akhirnya, menurut UN-Habitat (2001), pengambilan keputusan hendaknya merupakan kombinasi dari pendekatan *top-down* dan *bottom-up* yang memungkinkan keterlibatan semua *stakeholder* atas dasar kesetaraan. Para *stakeholder* terdiri dari pemerintah (yang bertanggung jawab), lembaga akademis, sektor swasta, LSM dan warga masyarakat. Keterlibatan pengetahuan *stakeholder* dari perspektif yang berbeda bersama-sama memungkinkan pemahaman risiko banjir yang *koheren*. Anggota komunitas yang terkena dampak banjir memiliki kesempatan untuk mengekspresikan kebutuhan dan untuk mempromosikan integrasi tuntutan mereka dalam pengambilan keputusan. Keterlibatan *stakeholder* memungkinkan untuk melakukan identifikasi dan implementasi tindakan pengelolaan banjir yang efektif dan berkelanjutan karena sebagian besar

*stakeholder* mendukung mereka.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Manajemen bencana banjir yang berkelanjutan membutuhkan keterlibatan multi-pihak dan partisipasi komunitas secara simultan. Partisipasi setiap komponen komunitas dalam menjalankan manajemen bencana merupakan kunci keberhasilan. Kiranya semakin besar keterlibatan mereka akan dapat meningkatkan kapasitas dalam meminimalkan risiko banjir.

Manajemen bencana banjir harus dilakukan dengan pendekatan sistematis dan sinergis dari berbagai pihak dalam upaya untuk mengatasi bencana tersebut. Melalui pendekatan ini, diharapkan nanti tidak lagi dilakukan secara parsial oleh masing-masing pihak, tetapi semua elemen dapat terlibat untuk bekerja sama secara bahu-membahu. Oleh karena itu, memperkuat *sense of crisis*, kepedulian, komitmen, peran dan tanggung jawab kolektif dan kontinuitas kerjasama / kolaborasi dalam konteks jaringan *governance* diperlukan untuk keberlanjutan pengelolaan bencana banjir yang efektif.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Kabupaten Bojonegoro, Lamongan, Mojokerto, dan Pasuruan, serta Kepala BPBD Provinsi Jawa Timur yang telah berkenan menerima kami dan memberikan akses data-informasi yang berkaitan dengan hal kebencanaan setempat, khususnya banjir, dan upaya penanggulangannya. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada komunitas Nahdlatul Ulama (NU) dan berbagai pihak yang turut membantu dalam proses penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Kooiman, Jan. 1993. "Modern governance." *Social-political Governance*. London: Sage.
- Nurjanah, dkk. 2012. Manajemen Bencana. Bandung: Alfabeta.
- Pedroso, Leonora. 1999. *Eastern Regional*

- Organization for Public Administration:  
From Government to Governance. World  
Conference on Governance.*
- Tun Lin Moe & Pathranarakul P. 2006. "An integrated approach to natural disaster management." *Disaster Prevention and Management Journal*. Vol. 15 No. 3. hal. 396-413.
- UN-Habitat. 2001. *Tools to Support Participatory Urban Decision Making, Nairobi: United Nations Centre for Human Settlements (Habitat)*.
- Wijaya, Andy F. 2007. "Problem Antisipasi Bencana: dalam Perspektif Good Governance dan Manajemen Pelayanan Publik." Makalah Seminar Nasional Potensi Migas dan Antisipasi Bencana di Jawa Timur. Malang: Universitas Brawijaya.

# KETERLIBATAN PENYANDANG DISABILITAS DALAM PENANGGULANGAN BENCANA

## (PERSONS WITH DISABILITIES INVOLVEMENT ON DISASTER PREVENTION)

Ratih Probosiwi

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pelayanan Kesejahteraan Sosial  
(B2P3KS) Yogyakarta, Kementerian Sosial RI  
Jl. Kesejahteraan Sosial No. 1, Nitipuran, Yogyakarta  
E-mail: ratih.probo@depsos.go.id

### Abstract

*Persons with disabilities are the most risky when the disaster occurred. But in fact, persons with disabilities tend to be marginalized and forgotten in the formulation of disaster prevention policy. Disabilities are considered will eliminate their ability to hold opinions and participate in the governance process. They were not involved in the policy formulation because it considered had been handled by the right people (who do not carry disability). In the law of disaster management and the disabled, we can not find any articles that regulate the involvement of persons with disabilities in disaster management. Persons with disabilities were seen as a vulnerable group who will treat with special treatment when the disaster occurred, contrary with another article which said that disaster management is a non-discriminatory process. This study tries to parse thoughts on the importance of inclusion of persons with disabilities in disaster management to assess and formulate a disaster management policy that suits their needs. Each type of disability needs different requirement and different policies in disaster risk management, thereby it takes inputs and direct involvement of persons with disabilities to map their needs.*

**Keywords:** Persons with disabilities, involvement, disaster prevention.

### 1. Marginalisasi Penyandang Disabilitas

“Tidak ada yang menolong saya, karena warga tidak tahu bagaimana menolong seorang difabel seperti saya.” Begitulah yang disampaikan Naomy, penyandang disabilitas korban banjir Republik Fiji tahun 2006, pada sesi The 5th Asian Ministerial Conference on Disaster Risk Reduction di Jogja Expo Center (JEC), 23 Oktober 2012 yang lalu (tribunjogja.com, 2012). Naomy juga mengungkapkan kekecawaannya atas diskriminasi yang dialami para penyandang disabilitas terutama ketika terjadi bencana alam.

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa orang dengan disabilitas atau *difabel*, terdampak bencana secara tidak proporsional karena proses evakuasi, tanggap darurat, dan rehabilitasi seringkali tidak sesuai dengan kebutuhan mereka. Penyandang disabilitas

menjadi kelompok yang tidak diikutsertakan dalam perencanaan penanggulangan dan kesiapsiagaan bencana dikarenakan pandangan negatif yang melekat pada mereka. Perumus kebijakan seperti lembaga legislatif dinilai masih kurang memberikan perlindungan dan pemenuhan hak-hak penyandang disabilitas. Hal ini dapat dikarenakan kurangnya pemahaman mengenai keberadaan dan kebutuhan perlindungan penyandang disabilitas, kurangnya advokasi yang dilakukan penyandang disabilitas atau organisasi kecacatan pada masing-masing stakeholder kecacatan.

Indonesia sebagai Negara dengan tingkat kerawanan bencana yang tinggi dikarenakan posisi geografisnya dan tingkat risiko bencana yang tinggi pula dikarenakan kepadatan penduduknya, sudah seharusnya memperhatikan tingkat keselamatan tiap

warga negara dalam upaya penanggulangan dan pengurangan risiko bencana. Indonesia memiliki undang-undang penanggulangan bencana alam yaitu UURI Nomor 24 tahun 2007 untuk memberikan perlindungan kepada setiap warganegara dari ancaman bencana alam. Saat terjadi bencana, harus diperhatikan, bahwa tidak semua orang dapat menyelamatkan diri dengan mudah, misalnya anak-anak, wanita hamil, lansia, dan penyandang cacat. Mereka kemudian disebut dengan kelompok rentan. Anak-anak, wanita hamil, dan lansia merupakan istilah yang lebih sering didengar sehingga masyarakat lebih akrab dan peduli dengan kelompok ini, berbeda halnya dengan istilah penyandang disabilitas yang terdengar asing bagi sebagian orang bahkan cenderung terlupakan.

Dalam UURI Penanggulangan Bencana, penyandang disabilitas diatur untuk mendapat perhatian khusus dan prioritas dalam upaya penanggulangan risiko bencana (pasal 55 ayat 1), namun lebih lanjut tidak terdapat penjelasan mengenai upaya penanganan penyandang disabilitas padahal mereka harus diperlakukan khusus dikarenakan keterbatasannya. Penyandang disabilitas tidak dapat diperlakukan sama dengan kelompok rentan lainnya, misal bagaimana harus memegang tanpa melukai mereka. Upaya evakuasi yang selama ini diberlakukan oleh pemerintah, lebih banyak mengenai menggunakan apa dan ke arah mana mereka harus menyelamatkan diri, namun tidak memperhatikan mengenai cara penyelamatan bagi kelompok rentan khususnya penyandang disabilitas. Aksesibilitas jalur evakuasi juga dinilai tidak representatif bagi kepentingan dan kebutuhan penyandang disabilitas, kondisi saat bencana yang panik juga membuat orang lain kurang peduli dengan kaum ini.

Tidak dapat kita pungkiri bahwa perhatian terhadap penyandang disabilitas dinilai masih kurang, mulai dari aspek pendidikan, sarana prasarana, kesehatan, pekerjaan, hingga penanggulangan bencana alam. Kepedulian pemerintah terhadap kaum ini masih rendah, terlihat dari sedikitnya peraturan perundungan terkait disabilitas. Indonesia memiliki Undang-undang Nomor 4 tahun 1997 tentang Penyandang Cacat dan UURI Nomor 39 tahun 1999 tentang

Hak Asasi Manusia yang ditujukan untuk memberikan perlindungan hukum terhadap kedudukan, hak, kewajiban, dan peran para penyandang cacat dalam rangka mewujudkan kesejahteraan sosial. Disayangkan, dalam undang-undang tersebut, tidak satupun pasal yang menyinggung masalah aksesibilitas penyandang cacat terhadap pengurangan risiko bencana, baik itu sebelum, pada saat, maupun sesudah bencana itu terjadi. Padahal disebutkan dalam Penjelasan Undang-Undang Penyandang Cacat, bahwa kesempatan untuk mendapatkan kesamaan kedudukan, hak, dan kewajiban bagi penyandang cacat hanya dapat diwujudkan jika tersedia aksesibilitas, yaitu suatu kemudahan bagi penyandang cacat untuk mencapai kesamaan kesempatan.

Kementerian Sosial RI dalam upaya penyelenggaraan kesejahteraan sosialnya terus mensosialisasikan program, rehabilitasi sosial penyandang cacat yaitu aksesibilitas fisik, pendidikan inklusi, serta ketenagakerjaan untuk para penyandang cacat sebagai bentuk kepedulian pemerintah dalam memberikan kesetaraan tanpa memandang fisik sebagai kesamaan Hak Asasi Manusia. Pelibatan penyandang cacat ini ditujukan untuk mengikis stigma yang selama ini melekat bahwa penyandang cacat atau penyandang disabilitas adalah mereka yang tidak berdaya, lemah, dan menjadi beban masyarakat. Hal ini sudah seharusnya diwujudkan pula dalam upaya pengurangan risiko bencana mengingat Indonesia merupakan Negara dengan potensi dan pengalaman bencana alam yang tinggi. Menurut *World Health Organization* (WHO), jumlah penyandang cacat di Indonesia adalah 10 persen dari jumlah penduduk Indonesia, yaitu sekitar 23,76 juta jiwa, meningkatnya jumlah penyandang cacat di Indonesia diakibatkan oleh perubahan kondisi kesehatan, kurang gizi, faktor keturunan, dan bencana alam. (Kementerian Sosial RI, 2010).

Pada tahun 2011, jumlah penyandang cacat di Indonesia berdasarkan data Kementerian Kesehatan RI mencapai 3,11% dari populasi penduduk atau sekitar 6,7 juta jiwa. Sulit untuk menyebutkan jumlah pasti penyandang disabilitas dikarenakan perbedaan penggunaan istilah dan perbedaan

penjabaran definisi penyandang disabilitas. WHO dalam *World Report on Disability* tahun 2011 memperkirakan, bahwa 15% populasi dunia merupakan penyandang disabilitas dan prevalensinya bahkan lebih tinggi di negara-negara pascakonflik (Agenda, 2011).

Kembali pada UURI Nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, disebutkan bahwa salah satu prinsip penanggulangan bencana adalah nondiskriminatif dan memberikan prioritas perlindungan terhadap kelompok rentan, termasuk penyandang disabilitas. Pelibatan penyandang disabilitas dalam upaya pengurangan risiko bencana didorong pemikiran bahwa penyandang disabilitas menghadapi kesulitan yang lebih besar pada saat situasi darurat bencana, kesulitan ini akan meningkat jika kebutuhan khususnya tidak terpenuhi. Penyandang disabilitas sudah saatnya tidak hanya dipandang sebagai penerima manfaat, namun juga aktor yang terlibat langsung dalam program. (Sahabat, 2011).

Penyandang disabilitas merupakan kelompok berisiko tinggi saat terjadi bencana, hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan yang mereka miliki dan juga dikarenakan keterbatasan akses atas lingkungan fisik, informasi dan komunikasi di masyarakat. Bahkan, penyandang disabilitas cenderung lebih tidak terlihat selama terjadi bencana. Menurut Roland Hansen, korban bencana alam, baik itu saat terjadi bencana ataupun pascabencana, biasanya didominasi oleh kelompok lansia dan penyandang disabilitas (*Malteser International*, 2012). Perubahan lingkungan dan fasilitas yang tidak memadai yang terjadi akibat bencana membuat aksesibilitas difabel makin menurun. Seperti halnya wanita dan anak-anak, penyandang disabilitas dilaporkan menjadi korban bencana alam baik itu terluka maupun tewas akibat bencana dalam jumlah yang signifikan. Oleh karena itu, kerentanan dan kebutuhan khusus penyandang disabilitas perlu diperhatikan dalam perencanaan program-program penanggulangan bencana, berdasarkan kemampuan mereka sendiri.

Kajian ini bertujuan untuk memberikan gambaran dan pemikiran mengenai pentingnya pelibatan penyandang disabilitas dalam upaya

penanggulangan bencana dan pengurangan risiko bencana mulai sebelum terjadi bencana hingga setelah bencana terjadi. Selanjutnya diharapkan dapat menjembatani kebutuhan dan kepentingan penyandang disabilitas terhadap bencana.

## 2. Terminologi Disabilitas Sebuah Perdebatan

Di tiap Negara, penyandang kecacatan didefinisikan dan diekspresikan secara berbeda tergantung konteks yang digunakan. Di Indonesia, kita mengenal tiga istilah untuk mengungkapkan kecacatan, yaitu difabel, penyandang cacat, dan penyandang disabilitas. Hal ini terkait dengan kenyamanan dan harga diri penyandang cacat. Melalui peraturan perundangan yang disahkan tahun 1997, yaitu UURI Nomor 4 tahun 1997, kita menggunakan istilah Penyandang Cacat, yaitu setiap orang yang mempunyai kelainan fisik dan/atau mental, yang dapat mengganggu atau merupakan rintangan dan hambatan baginya untuk melakukan secara selayaknya, yang terdiri dari (a) penyandang cacat fisik; (b) penyandang cacat mental; (c) penyandang cacat fisik dan mental (Pasal 1: 1).

Dalam perkembangannya, muncul istilah difabel untuk menggantikan istilah penyandang cacat. Difabel merupakan akronim dari *different ability* yang berarti orang yang memiliki perbedaan kemampuan. Adalah Mansoer Fakih yang pertama kali memperkenalkan istilah *difabel* pada tahun 1996, baginya kaum *difabel* bukanlah cacat, melainkan berbeda kemampuan. Perbedaan ini tentu saja merupakan anugerah Tuhan sehingga tidak ada istilah cacat, tidak normal, dan tidak sempurna. Sejalan dengan Mansoer Fakih, Setia Adi Purwanta juga menggunakan istilah *difabel*, yang menilai bahwa cacat merupakan rekayasa dan konstruksi ketidakadilan sosial yang “sengaja” dibangun melalui sistem kekuasaan, baik kuasa melalui jalur struktural maupun kultural (Muhammadun, 2011).

Penggunaan istilah *difabel* tidak lepas dari pro dan kontra. Mereka yang kontra berpendapat bahwa kata tersebut hanya sebuah *euphemism*, tidak kontekstual, dan

susah dicerna bagi sebagian masyarakat Indonesia. Kata cacat dinilai lebih tegas, lugas, dan jelas dibandingkan *difabel* yang dianggap tidak memiliki definisi dan criteria yang jelas, bias antara pemaknaan luas dan sempit. Dimaknai secara luas karena perbedaan kemampuan menjadi sangat luas termasuk dalam kemampuan bakat, terlepas memiliki kekurangan fisik ataupun tidak. Sedangkan dimaknai secara sempit jika yang dimaksud *difabel* hanya sebatas tuna netra, tuna rungu, tuna wicara, dan tuna grahita. Namun bagaimana dengan penderita *schizophrenia*, *multiple sclerosis*, atau gangguan organ tubuh lain yang mengganggu atau menghambat aktivitas sehari-hari. Selain itu, penggunaan istilah *difabel* dianggap mengingkari pengalaman pribadi sebagai penyandang cacat. Kata *difabel* dimaknai dengan berbeda kemampuan akan mereduksi pengalaman personal tersebut, karena fokus perhatiannya pada kemampuan yang berbeda bukan pada kecacatan itu sendiri. Menjadi tidak adil saat *difabel* tidak mampu melakukan apa-apa dan menggantungkan hidupnya pada orang lain, padahal masyarakat menuntut *difabel* sebagai orang yang menginspirasi banyak orang dengan perbedaan kemampuannya. (Bahrul, 2010)

Istilah lain yang kemudian mengemuka adalah Penyandang Disabilitas. Istilah ini muncul melalui lokakarya yang diselenggarakan Kementerian Sosial RI tanggal 31 Maret 2010. Istilah ini disepakati untuk menggantikan kata penyandang cacat. Kesepakatan untuk menggunakan istilah penyandang disabilitas didasarkan pada 15 alasan, yaitu:

1. Mendeskripsikan secara jelas subjek yang dimaksud dengan istilah
2. Mendeskripsikan fakta nyata
3. Tidak mengandung unsur negatif
4. Menumbuhkan semangat pemberdayaan
5. Memberikan inspirasi hal-hal positif
6. Istilah belum digunakan oleh pihak lain mencegah kerancuan istilah
7. Memperhatikan ragam pemakai dan ragam pemakaian
8. Dapat diserap dan dimengerti oleh berbagai kalangan secara tepat
9. Bersifat representatif untuk kepentingan

reatifikasi konvensi

10. Mempertimbangkan keselarasan istilah dengan istilah internasional
11. Memperhatikan prespektif linguistik
12. Sesuai prinsip-prinsip Hak Azasi Manusia
13. Bukan istilah yang mengandung kekerasan bahasa atau mengandung unsur pemanis
14. Menggambarkan adanya hak perlakuan khusus
15. Memperhatikan dinamika perkembangan masyarakat

Penggunaan istilah penyandang disabilitas ini sesuai dengan Konvensi Hak Penyandang Cacat (CRPD) yang telah ditandatangani Pemerintah Indonesia pada tanggal 30 Maret 2007 dan diratifikasi pada tanggal 30 November 2011. Dengan penandatanganan CPRD, Pemerintah Indonesia diharapkan tidak melakukan tindakan yang melanggar objek dan tujuan CPRD, dan setelah diratifikasi, Indonesia secara hukum terikat untuk mematuhi ketentuan yang tercantum. (Agenda, 2011)

### 3. Penyandang Disabilitas

Istilah disabilitas secara terus menerus berkembang, baik itu pandangan maupun pendekatan pengembangannya. Terminologi yang digunakan juga berbeda pada tiap Negara dan wilayah. Ekspresi yang tidak sesuai atau bahkan menghina harus di hindari, meskipun jika hal tersebut masih digunakan pada instansi pemerintah.

Disabilitas diartikan sebagai hasil dari interaksi antara orang dengan malfungsi organ tubuh, sikap, dan batasan lingkungan yang menghalangi mereka untuk secara penuh dan efektif berpartisipasi dalam masyarakat setara dengan orang lain. Malfungsi organ tubuh atau impairment adalah masalah pada fungsi tubuh atau struktur yang secara signifikan terganggu atau bahkan hilang, misalnya fungsi tubuh, fungsi mental, fungsi sensor dan rasa sakit, fungsi suara dan kemampuan berbicara, fungsi kardiovaskular, amputasi, ataupun penyakit-penyakit lainnya (Schranz, Ulmasova, & Silcock, 2009). Kemudian yang disebut dengan penyandang disabilitas adalah mereka yang

dalam jangka panjang mengalami disabilitas. Penyandang disabilitas selalu berinteraksi dengan pandangan dan sikap serta batasan-batasan lingkungan yang antaranya lingkungan alam, etika dan norma, kepercayaan, kebiasaan, kebijakan, hukum, sumberdaya keuangan, dogma, dan lain-lain.

Disabilitas fisik, mental, atau fisik/mental memiliki gangguan tertentu sebagai akibat dari terdapat bagian, peralatan, sistem syaraf, struktur tulang, sendi, dan otot, serta metabolisme tubuh yang tidak/kurang mampu difungsikan sebagaimana mestinya. Penyebabnya dapat karena faktor internal seperti penyakit, genetik/keturunan ataupun faktor eksternal seperti kecelakaan, bencana alam, dan kelalaian manusia. Di Indonesia, terdapat dua jenis pendefinisian disabilitas yaitu secara medis dan hukum (*Japan International Cooperation Agency*, 2002). Secara hukum, disabilitas didefinisikan seperti pada UURI Penyandang Cacat yang membagi disabilitas menjadi tiga yaitu disabilitas fisik, mental, dan gabungan fisik-mental. Secara hukum, gangguan mental adalah mereka yang secara intelektual terganggu dan mengalami gangguan tingkah laku baik itu bawaan maupun disebabkan oleh suatu penyakit. Secara hukum juga dijelaskan bahwa orang dengan disabilitas mental disebabkan faktor intrinsik dan ekstrinsik yang menghalangi pertumbuhan secara normal dan baik, hal ini kemudian menyebabkan ketidakmampuan intelektual, kurangnya kemauan, akal, penyesuaian sosial, dan kesulitan lainnya.

Secara medis, disabilitas dikelompokkan menurut jenis kekurangan yang dialami yaitu fisik, visual, pendengaran, intelektual, kejiwaan, dan gabungan (Kementerian Kesehatan RI, 2002). Disabilitas fisik yaitu mereka yang menderita ke kekurangan motorik dari bagian tubuh termasuk tulang, otot, dan gabungan dari struktur dan fungsi sehingga mereka tidak dapat melakukan aktivitas secara normal. Disabilitas visual yaitu mereka yang secara visual tidak dapat menghitung objek dari jarak satu meter. Menurut WHO, disabilitas visual adalah orang yang tidak menghitung jari dari jarak 3 meter atau lebih. Disabilitas pendengaran yaitu orang yang mengalami

gangguan pendengaran dan fungsi bicara sehingga ia tidak dapat berkomunikasi dengan baik. Disabilitas intelektual yaitu orang yang menderita penyimpangan pertumbuhan dan perkembangan mental yang terjadi pada masa kehamilan ataupun saat masih anak-anak dimana gangguan tersebut disebabkan oleh faktor biologis, organik, ataupun fungsional. Disabilitas kejiwaan adalah orang yang menderita gangguan kejiwaan dikarenakan faktor biologis, organik atau fungsional yang menyebabkan perubahan pola pikir, suasana hari, ataupun tindakan. Sedangkan disabilitas gabungan adalah orang yang menderita gangguan fisik, mental, atau penyimpangan emosi sehingga membutuhkan perawatan yang intensif dan menyeluruh.

Walaupun penyandang disabilitas didefinisikan sebagai orang yang memiliki kekurangan dan keterbatasan, penyandang disabilitas juga memiliki keinginan dan kebutuhan yang sama dengan orang tanpa disabilitas. Mereka memiliki kapasitas, kemampuan, dan ide-ide yang dapat mendukung pembangunan dan kesejahteraan sosial.

Konsorsium Nasional Untuk Hak *Difabel* Indonesia melakukan analisis terhadap kebijakan nasional yang berkaitan dengan penyandang disabilitas dan realitas hidup sehari-hari para penyandang disabilitas. Analisa ini dilakukan berdasarkan pasal-pasal dalam Konvensi Hak-hak Penyandang Disabilitas (*Convention on the Rights of Persons with Disabilities/CRPD*) untuk menemukan permasalahan yang masih ada, dengan harapan dapat memberikan pemahaman bahwa masih ada kesenjangan antara Konvensi yang telah diratifikasi oleh Negara Republik Indonesia pada tanggal 10 November 2011 ke dalam Undang-undang nomor 19 tahun 2011 dengan upaya pemajuan, penghormatan, perlindungan dan pemenuhan hak-hak penyandang disabilitas di Indonesia.

Analisis masalah dan rekomendasi dikelompokkan ke dalam 8 (delapan) ranah penting dalam hidup sehari-hari penyandang disabilitas yang termaktub dalam CRPD, yaitu mobilitas; bencana alam (situasi darurat); rehabilitasi, habilitasi, jaminan sosial; informasi

dan komunikasi; pendidikan; kesehatan; ketenagakerjaan; dan olahraga, budaya, rekreasi dan hiburan. Ranah-ranah tersebut telah diatur dalam peraturan perundangan dan kebijakan di Indonesia namun masih belum menyeluruh, tidak konsisten, bahkan belum memiliki perspektif hak penyandang disabilitas. Dalam penanggulangan bencana, Indonesia dinilai belum melibatkan secara penuh penyandang disabilitas dalam perencanaan dan pelatihan khususnya *disaster risk management and disability risk reduction program*.

#### 4. Penanggulangan Bencana berbasis Penyandang Disabilitas

Penyandang disabilitas sangat rentan saat terjadi bencana. Kerentanan sosio-ekonomi dan fisik membuat mereka lebih rawan terhadap bencana. Namun disayangkan, penyandang disabilitas cenderung diabaikan dalam sistem kesiapsiagaan dan registrasi keadaan darurat. Penyandang disabilitas seringkali tidak diikutsertakan dalam usaha-usaha kesiapsiagaan dan tanggap darurat. Hal ini menyebabkan mereka kekurangan kesadaran dan pemahaman terhadap bencana serta bagaimana mengatasinya. Dikarenakan keterbatasan kemampuan fisik; bantuan mobilitas atau pendampingan yang tepat, penyandang disabilitas seringkali sangat kekurangan pertolongan dan pelayanan evakuasi; akses kemudahan, lokasi pengungsian yang baik, air dan sanitasi serta pelayanan lainnya. Kondisi emosional dan trauma akibat bencana selama situasi krisis terkadang berakibat fatal dan jangka panjang bagi penyandang disabilitas. Kesalahan interpretasi atas situasi dan gangguan komunikasi membuat penyandang disabilitas lebih rentan pada saat situasi bencana.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pencantuman kebutuhan dan aspirasi penyandang disabilitas disemua tahap manajemen bencana, khususnya perencanaan dan kesiapsiagaan, secara signifikan dapat mengurangi kerentanan mereka dan meningkatkan efektivitas usaha tanggap darurat dan recovery yang dilakukan pemerintah (*United Nations*, 2012). Pelibatan

penyandang disabilitas dalam perencanaan dalam rangka menanggulangi bencana menjadi penting karena mereka lebih tahu kebutuhan mereka sendiri. Penyandang disabilitas, walaupun merupakan kelompok rentan, berhak dan pantas untuk berada di lini depan usaha pengurangan risiko bencana melalui pendekatan inklusif dan menyeluruh untuk mengurangi kerentanan bencana.

Perlu diperhatikan, bahwa bencana alam memunculkan kelompok penyandang disabilitas, yaitu korban luka dan/atau malfungsi organ tubuh yang akan mengalami disabilitas apabila tidak ditangani dengan baik; penyandang disabilitas sebelum bencana; dan orang dengan malfungsi organ tubuh sebelum bencana yang akan mengalami disabilitas bila akses dan sarana prasarana kesehatan mereka rusak akibat bencana. Kelompok tersebut mengalami persoalan yang hampir sama dalam situasi bencana, saat fasilitas dan penanganan yang diperoleh tidak tepat dengan kebutuhan mereka sehingga penderitaan dan kerentanan yang dialami menjadi berlipat jika dibanding korban bencana lain.

Penghargaan hak-hak asasi manusia penyandang disabilitas haruslah tercermin dalam semua aspek kehidupan, termasuk dalam usaha manajemen penanggulangan bencana. Hal tersebut dalam dilakukan melalui: (Njelesani, Cleaver, Tataryn, & Nixon, 2012):

1. Membuat kesepakatan dengan penyandang disabilitas, secara teratur meninjau ulang komitmen tersebut
2. Melibatkan penyandang disabilitas pada posisi kepemimpinan dan proses perumusan kebijakan
3. Melatih staf dan pegawai dalam menghadapi dan menangani penyandang disabilitas
4. Membangun sebanyak mungkin desain bangunan dengan prinsip prinsip yang universal, misalnya jalan yang landai di fasilitas umum seperti terminal, bandara, stasiun, dan jalan umum lainnya.

Dalam menangani kerentanan fisik, banyak cara mudah dan murah dapat dilakukan. Pertama dengan mengidentifikasi penyandangnya, jenis disabilitasnya, dan

bagaimana hal tersebut dapat meningkatkan risiko bencana. Langkah selanjutnya adalah dengan meningkatkan kesadaran penyandang disabilitas terhadap risiko yang mereka hadapi dan cara menghadapinya, meningkatkan keamanan rumah dan tempat kerja, menindahkan mereka ke tempat yang aman saat terjadi bencana, dan memenuhi kebutuhan khusus mereka setelah keadaan darurat. Dalam

menghadapi bencana, metode yang digunakan terutama dalam mengkomunikasikan risiko dan sistem peringatan dini adalah berbeda pada tiap jenis disabilitas. Kekhususan dan kompleksitas yang dimiliki tiap jenis disabilitas membuat penanganan dan kebutuhan mereka spesifik pula. Tabel 1 menunjukkan sistem peringatan yang disesuaikan dengan jenis disabilitas yang umum.

Tabel 1. Jenis Disabilitas dan Sistem Peringatan Bencana

Jenis Disabilitas	Kebutuhan	Sistem Peringatan Bencana
Kecacatan/ Gangguan Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Landmarks/Petunjuk</i></li> <li>• <i>Hand-rails</i></li> <li>• Dukungan personal</li> <li>• Pencahayaan yang baik</li> <li>• Antrian terpisah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem Sinyal Berbasis Suara/<i>Alarm</i></li> <li>• Pengumuman lisan</li> <li>• Poster yang ditulis dengan huruf yang besar dan warna yang mencolok</li> </ul>
Kecacatan/ Gangguan Pendengaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bantuan penglihatan</li> <li>• Komunikasi dengan gambar</li> <li>• Antrian terpisah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem Sinyal Berbasis <i>Visual</i>: simbol, bendera merah, dll</li> <li>• Gambar</li> <li>• Sinyal kedip lampu</li> </ul>
Kecacatan/ Gangguan Mental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berbicara pelan</li> <li>• Bahasa yang sederhana</li> <li>• Dukungan personal</li> <li>• Antrian terpisah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinyal khusus: simbol, bendera merah, dll</li> <li>• Pengumuman yang jelas dan lengkap oleh tenaga siaga bencana</li> </ul>
Kecacatan/ Gangguan Fisik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baju hangat/selimut</li> <li>• Kasur, tempat kering, alat higienis</li> <li>• Dukungan personal</li> <li>• Alat bantu</li> <li>• Sarana publik yang dimodifikasi (pegangan tangan, jalan landai)</li> <li>• Antrian terpisah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem Sinyal berbasis Suara/<i>Alarm</i></li> <li>• Pengumuman lisan</li> </ul>

Sumber: Handicap International, 2005

Dari tabel 1 diketahui harus disediakan format auditori dan *visual* dalam sistem peringatan dini untuk mencakup semua kalangan dan semua jenis disabilitas yang ada. Pemberitahuan secara *door to door* juga diperlukan untuk mengidentifikasi kerentanan dan kapasitas masyarakat termasuk penyandang disabilitas secara sekaligus (melalui pendekatan VCA). Sistem peringatan dini penyandang disabilitas secara inklusif diperlukan dalam tahap persiapan oleh penyandang disabilitas itu sendiri.

Banyak hal yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan pada saat keadaan bencana, terutama pada saat tanggap darurat, termasuk pencarian, penyelamatan, dan evakuasi korban bencana khususnya penyandang disabilitas.

1. Berfokus pada korban luka/cedera dikarenakan berisiko mengalami disabilitas sementara ataupun permanen
2. Penyandang disabilitas harus disertakan dalam kegiatan pencarian, penyelamatan, dan evakuasi namun dengan kebutuhan khusus
3. Penyandang disabilitas berisiko mendapatkan cedera, terperangkap, terjebak, dan lain lain karena kurangnya kemampuan mereka untuk mengantisipasi dan bereaksi
4. Berfokus pada penyandang disabilitas yang sendirian dan belum memperoleh bantuan
5. Mengidentifikasi penyandang disabilitas
6. Personil pencarian, penyelamatan dan evakuasi harus memiliki pengetahuan tentang cara adaptasi teknik pencarian dan penyelamatan untuk menangani penyandang disabilitas sesuai dengan jenis disabilitas.

Keterbatasan fisik yang mereka alami, menyebabkan mereka membutuhkan pelayanan atau fasilitas khusus yang mendukung mobilitas mereka pada saat terjadi bencana. Diperlukan desain-desain bangunan berbasis disabilitas di bangunan sekolah, kantor, rumah sakit, taman, jembatan, dan jalan umum. Misal dengan jalur khusus pegangan tangan, menghindari jalan berundak, melengkapi jalan dengan penunjuk arah bagi penderita *low vision* ataupun tuna netra.

Pelatihan dan bimbingan penanganan penyandang disabilitas pada saat dan setelah bencana menjadi hal yang mutlak selain pelibatan mereka dalam perencanaan upaya persiapan dan mitigasi bencana. Pelibatan penyandang disabilitas ke dalam sistem dan proses penanggulangan bencana, tentu tidak dapat dicapai apabila tidak ada kerjasama dan niat baik dari semua pihak: masyarakat, pengusaha, dan pemerintah. Hal ini dikarenakan pemenuhan kebutuhan dan pengarusutamaan penyandang disabilitas dalam tata kelola pemerintahan (*good governance*) membutuhkan koordinasi dari semua pihak.

Pengubahan pola pikir dan cara pandang terhadap penyandang disabilitas harus diawali dari hal-hal kecil. Misalnya dalam proses perencanaan pembangunan, pemetaan kebutuhan, dan pemecahan masalah dalam situasi apapun, termasuk situasi darurat bencana. Selain itu diperlukan pula upaya pemberdayaan penyandang disabilitas melalui peningkatan pengetahuan dan pendidikan inklusi bagi penyandang disabilitas, pemberian akses pada pekerjaan dan penghidupan yang layak, pemberian akses untuk berpolitik, dan lain-lain.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Gagasan akhir

Diskriminasi atau mengeluarkan penyandang disabilitas dalam kegiatan penanggulangan bencana menyebabkan tingginya kerugian dan korban, baik itu luka maupun kematian. Sebagai kelompok yang paling rentan terhadap bencana, ternyata mereka tidak ditangani dengan baik karena minimnya pengetahuan tentang penanganan penyandang disabilitas pada saat ataupun sesudah bencana, selain itu adanya anggapan remeh terhadap penyandang disabilitas sebagai kelompok yang kekurangan dan lemah.

Proses diskriminasi penyandang disabilitas yang telah berlangsung lama menyebabkan rantai kemiskinan yang sulit diurai. Keterbatasan akses yang dimiliki semakin mempersulit mereka untuk berkembang dan

ikut dalam proses pembangunan. Kerentanan penyandang disabilitas menjadi masalah yang kompleks antara keterbatasan/kekurangan fisik, pengetahuan yang rendah, dan kemiskinan.

Pelibatan penyandang disabilitas dalam kegiatan penanggulangan bencana akan lebih menjamin terpenuhinya kebutuhan penyandang disabilitas dan tertanganinya mereka pada saat bencana terjadi. Namun harus disadari, bahwa pelibatan penyandang disabilitas dalam upaya penanggulangan bencana bukanlah hal yang mudah.

Dibutuhkan kemampuan teknis, pengetahuan, dan niat baik dari pihak yang terlibat di dalamnya. Pengarusutamaan penyandang disabilitas dalam semua aspek pelayanan sosial dan program pembangunan kesejahteraan sosial harus diwujudkan tidak hanya dibicarakan. Pengarusutamaan tidak hanya masalah pemenuhan hak asasi manusia, namun juga melalui program dan kebijakan efektif mulai tahap sebelum sampai sesudah bencana itu terjadi disesuaikan dengan tipe atau jenis disabilitas yang ada.

## 5.2. Rekomendasi

Banyak hal yang dapat dilakukan dalam rangka memberikan kesempatan penyandang disabilitas dalam upaya penanggulangan bencana. Hal mudah yang dapat dilakukan adalah dengan menumbuhkan pengetahuan mengenai penyandang disabilitas dan kebutuhan khusus mereka pada pemangku kepentingan dan juga masyarakat. Melalui kegiatan sosialisasi, pendidikan dan pelatihan diharapkan masyarakat lebih mengenal dan menerima penyandang disabilitas dalam kehidupan sehari-hari.

Peningkatan partisipasi penyandang disabilitas dalam program pengurangan risiko harus terus digalakkan dalam bentuk kebijakan dan kegiatan pengurangan risiko bencana dengan masyarakat yang lain. Pembuatan program pengurangan risiko yang memperhitungkan kebutuhan khusus penyandang disabilitas harus menggunakan media yang aksesibel pula bagi penyandang disabilitas tentunya disesuaikan dengan jenis disabilitas dialami.

Upaya pengurangan risiko bencana dapat dimulai dengan pendidikan inklusi bagi anak berkebutuhan khusus di SLB melalui penyuluhan, sosialisasi, dan praktik simulasi evakuasi bencana, atau dalam tindakan yang lebih lanjut dengan memasukkan manajemen risiko bencana ke dalam kurikulum sekolah baik sekolah biasa maupun sekolah luar biasa.

Upaya evakuasi atau penyelamatan penyandang disabilitas harus disesuaikan dengan hambatan yang dialami oleh mereka, penyediaan fasilitas fisik dan non fisik salah satunya. Pelibatan keluarga menjadi penting karena keluarga adalah orang terdekat dan terpercaya oleh penyandang disabilitas, sehingga peran mereka menjadi penting. Pelatihan penyelamatan penyandang disabilitas haruslah diikuti oleh pihak keluarga. Pembuatan basis data yang akurat dan *up to date* penting dilakukan sebagai dasar *assessment* kebutuhan penyandang disabilitas itu sendiri. Perlu adanya kerjasama lintas sektoral dari Kementerian Sosial, Kementerian Pendidikan Nasional, Kementerian Kesehatan, serta pihak LSM dalam rangka menghasilkan data disabilitas yang akurat dan tidak simpang siur antar lembaga/organisasi.

Penguatan kapasitas juga dapat dilakukan melalui penguatan sosial ekonomi penyandang disabilitas. Pemberian program padat karya, pemberian pendidikan vokasional dan persiapan dunia kerja, perluasan kesempatan pendidikan dan kerja penyandang disabilitas dapat menjadi pilihan dalam rangka pengurangan risiko bencana penyandang disabilitas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agenda. (2011) Dipetik November 19, 2012, dari Disabilitas di Negara-negara Asia Tenggara: <http://www2.agendaasia.org/index.php?id/informasi/disabilitas-di-negara-negara-asean/103-disabilitas-di-negara-negara-asia-tenggara>
- Bahrul, Fuad. (2010). *Difabel dan Bencana Alam*. Dipetik November 12, 2012, dari Cak Fu: Berbagi Gagasan untuk Membangun Kesetaraan: <http://cakfu.info/2010/08/difabel-sebuah-simbol-perlawanan-idiologis/>

- Chaki, Moloy. (2010). *Training Report on Disability Inclusive Disaster Risk Reduction (DiDRR)*. Dhaka: CBM&CDD.
- Handicap International. (2005). *How To Include Disability Issues in Disaster Management*. Dhaka: Handicap International Bangladesh.
- Handicap International-Philippines Program. *A Basis Guide To Disability and Disaster Risk Reduction*. Makati City: Handicap International.
- Hans, A. (No Year). *Disaster Risk Reduction and Disability*. Disability and Disaster. Shanta Memorial Rehabilitation Center.
- Japan International Cooperation Agency. (2002). *Country Profile on Disability: Republic of Indonesia*. Tokyo: Planning&Evacuation Department Japan JICA.
- Kementerian Kesehatan RI. (2002). Pedoman Pemeriksaan dan Kemampuan Fungsional Penyandang Cacat. Dalam JICA, *Country Profile on Disability: Republic of Indonesia* (hal. 8). Tokyo: Planning&Evacuation Department of JICA.
- Kementerian Sosial RI. (2010, November 22). Dipetik November 12, 2012, dari Seminar Menyambut Hari Penyandang Cacat Internasional 2010: <http://rehsos.kemsos.go.id/modules.php?name=News&file=article&sid=1097>
- Malteser International. (2012). Dipetik November 12, 2012, dari *Relief Organisations launch Disability Inclusive DRR Network*: [www.malteser-international.org/en/home/press/article/7552/16914.html](http://www.malteser-international.org/en/home/press/article/7552/16914.html)
- Muhammadun, A.S. (2011). Difabel dan Konstruksi Ketidakadilan Sosial. Dipetik November 12, 2012, dari Budisan's Blog: [budisansblog.blogspot.com/2011/12/difabel-dan-konstruksi-ketidakadilan.html](http://budisansblog.blogspot.com/2011/12/difabel-dan-konstruksi-ketidakadilan.html)
- Njelesani, J., Cleaver, S., Tataryn, M., & Nixon, S. (2012). *Using a Human Rights-Based Approach to Disability in Disaster Management Initiatives*. Dalam D. S. Cheval (Ed), *Natural Disasters* (hal. 21-46). Rijeka: InTech.
- Sahabat. (2011). Pengurangan Risiko Bencana (PRB) Yang Inklusif dan Berkelanjutan. *Newsletter Publication* . Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia: ASB Indonesia and HI Federation Program.
- Sahabat. (2011). Pentingnya Kesiapsiagaan Bencana. Pencarian, Penyelamatan, dan Evakuasi Mencakup Kecacatan . Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia: ASB Indonesia dan HI Program Indonesia.
- Schranz, B., Ulmasova, I., & Silcock, N. (2009). *Mainstreaming Disability Into Disaster Risk Reduction: A Training Manual*. Nepal: Handicap International.
- tribunjogja.com. (2012). Dipetik November 12, 2012, dari Kami Paling Berisiko Kena Dampak Bencana: <http://jogja.tribunnews.com/2012/10/24/kami-paling-berisiko-kena-dampak-bencana/>
- United Nations. (2012). *Disability, Natural Disasters and Emergency Situations*. Dipetik November 19, 2012, dari UN Enable: [www.un.org/disabilities/default.asp?id=1546](http://www.un.org/disabilities/default.asp?id=1546)

#### Peraturan Perundungan

- UURI No. 4 tahun 1997 tentang Penyandang Cacat, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 9, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3670
- UURI No. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Lembaran Negara Republik Indonesia tahun 2007 Nomor 66, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4723
- UURI No. 19 tahun 2011 tentang Pengesahan Convention on The Rights of Persons with Disabilities (Konvensi Mengenai Hak-Hak Penyandang Disabilitas), Lembaran Negara Republik Indonesia tahun 2011 Nomor 107, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5251

# PEMODELAN TSUNAMI DAN PEMBUATAN PETA RENDAMAN UNTUK KEPERLUAN MITIGASI DI TELUK TELENG, PACITAN

**Chaeroni, Wahyu Hendriyono, Widjo Kongko**

*Balai Pengkajian Dinamika Pantai (BPDP)*

*Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)*

*Jln. Grafika No.2 Sekip, Yogyakarta*

*E-mail: chaeroni@bppt.go.id*

## **Abstract**

*The Indian Ocean to the south of Java Island is the subduction fault which is the source of the earthquakes and tsunamis. Historically, there were two major earthquake tsunamis in Banyuwangi (1994) and Pangandaran (2006), both causing high number of casualties. It shows that the area of the sea to the south of Java is a potential earthquake and tsunami region. This study describes the simulation of tsunami in the area of Teluk Teleng, Pacitan, East Java.*

*Teluk Teleng is one of recreational areas visited by a lot of domestic and overseas tourists. The results of this study are aimed for the purpose of mitigation. Modelling scenarios are based on large historical earthquake and tsunami events, and also on the earthquake analysis by Well & Coppersmith (1994) and Papazachos et al (2004). Simulation was carried out using the hydrodynamic module of MIKE21 software package, subdividing the domain by means of nested grid. The maximum wave heights and the run up were obtained, as well as the maximum inundation of affected areas. The results will be used for the determination of tsunami risks in the area, and as considerations for mitigation purposes.*

**Keywords:** tsunami modeling, mitigation, inundation map.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pacitan merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang memiliki banyak tempat wisata potensial. Beberapa pantai yang berada di balik pegunungan di sekitar kota Pacitan menyimpan berjuta keindahan untuk dijadikan tempat wisata. Setiap hari libur banyak sekali pengunjung dari luar Pacitan yang datang ke tempat-tempat pariwisata tersebut, bahkan hari-hari biasa pun juga banyak yang datang ke tempat pariwisata di Pacitan. Itulah keistimewaan Kota Pacitan, walaupun kotanya kecil tapi sungguh terkenal hingga Pacitan di sebut dengan kota wisata.

Beberapa obyek wisata pantai yang ada di Pacitan antara lain: Pantai Teleng Ria, Pantai Srau dan Pantai Klayar. Pantai Teleng Ria

adalah pantai yang terletak di Teluk Teleng yang menghadap ke selatan dengan hamparan Pasir Putih yang panjangnya 3 km. Jarak dari Ibukota Kabupaten Pacitan ke lokasi wisata hanya 3,5 km, dan dapat dengan mudah dicapai dengan berbagai jenis kendaraan. Fasilitas yang ada di tempat wisata tersebut antara lain gardu pandang, kolam renang, arena bermain anak, tempat penginapan, areal perkemahan, arena pemancingan, dan juga terdapat tempat pendaratan ikan. Di pantai ini juga dijadikan arena untuk tempat *surfing* yang sangat digemari wisatawan asing. Pantai Srau yang mempunyai pasir putih yang indah berada di wilayah kecamatan Pringku, Kabupaten Pacitan, yang jaraknya kurang lebih 25 km ke arah barat kota Pacitan dan dapat dilalui dengan kendaraan umum maupun pribadi. Pantai Klayar adalah pantai yang berada di wilayah Kecamatan Donorejo Kabupaten

Pacitan, yang jaraknya kurang lebih 35 km ke arah barat kota Pacitan. Pantai berpasir putih ini memiliki suatu keistimewaan yaitu adanya seruling laut yang sesekali bersul di antara celah batu karang dan semburan ombak. Di samping itu juga terdapat air mancur alami yang sangat indah. Air mancur ini terjadi karena tekanan ombak air laut yang menerpa tebing karang berongga, bisa mencapai ketinggian 10 meter yang menghasilkan gerimis dan embun air laut yang diyakini berkhasiat sebagai obat awet muda.

Disamping Pacitan mempunyai banyak tempat wisata yang potensial, ternyata juga menyimpan potensi terkena bencana baik berupa bencana gempa maupun tsunami. Hal ini karena secara geografis letak Pacitan berhadapan langsung dengan daerah hunjaman (*subduction*), sangat rawan terhadap adanya gempa bumi dan tsunami. Wilayah selatan Kabupaten Pacitan yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia yang sekaligus merupakan jalur *the ring of fire* (pertemuan lempeng Samudera dengan lempeng benua), menyebabkan daerah ini menjadi daerah yang rawan gempa dan tsunami. Wilayah-wilayah yang kemungkinan besar mendapatkan dampak akibat tsunami adalah kawasan yang berbatasan langsung dengan laut, seperti Kawasan Teluk Teleng, Pantai Srau dan Pantai Klayar dan beberapa segmen pantai yang berkontur landai lainnya.

Dari data historis yang ada, telah terjadi gempa yang menimbulkan tsunami di wilayah selatan Pantai Jawa yaitu tsunami di Banyuwangi (1994) dan tsunami di Pantai Pangandaran (2006). Tsunami ini telah menimbulkan banyak korban, baik korban jiwa maupun infrastruktur yang ada. Dari kejadian ini, masyarakat di pesisir Jawa bagian selatan harus selalu waspada terhadap bencana ini. Karena Kabupaten Pacitan terletak di pesisir Jawa bagian selatan maka wilayah tersebut perlu dilakukan perencanaan mitigasi tsunami yang lebih komprehensif.

## 1.2. Tujuan

Kegiatan ini bertujuan untuk mengkaji parameter-parameter yang signifikan yang

memicu bencana tsunami dan melakukan analisis data serta simulasi numerik dalam rangka pembuatan peta rendaman tsunami di Teluk Teleng, Pacitan. Berdasarkan peta tersebut dibuat rekomendasi-rekomendasi untuk mitigasi bencananya dan mendukung program pengelolaan di kawasan pesisir untuk masyarakat tangguh terhadap bencana.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Lokasi

Lokasi kajian ini adalah berada di wilayah Teluk Teleng, Pacitan, Jawa Timur. Lokasi ini dipilih karena bentuknya yang berupa teluk akan mempunyai resiko yang tinggi jika terjadi tsunami.



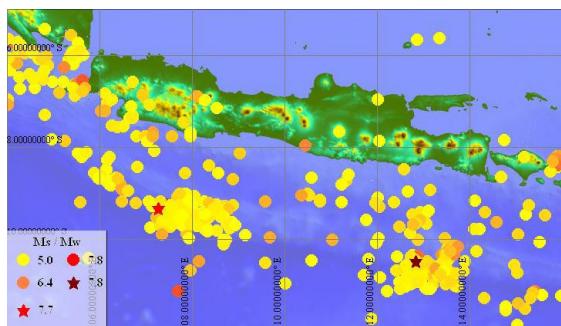
Gambar 1. Batasan Daerah Penelitian

## 2.2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data masukan yang diperlukan dalam pemodelan tsunami ini adalah data batimetri (kedalaman air), data topografi dan data parameter gempa. Data batimetri dan data topografi yang digunakan dalam simulasi ini diperoleh dari BAKOSURTANAL, GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Ocean*) dan SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), sedangkan data parameter gempa merupakan data asumsi yang diperoleh dari hasil analisis kemungkinan terjadinya gempa di selatan Jawa yang dituangkan dalam beberapa skenario gempa. Skenario gempa ini dibuat berdasarkan data historis gempa yang pernah terjadi di selatan Jawa dan hasil analisis gempa yang dilakukan oleh Well & Coppersmith (1994) dan Papazachos et.al (2004). Seluruh data yang diperoleh masih berupa data mentah yang harus diolah sedemikian hingga mempunyai format yang sesuai dengan perangkat lunak yang dipakai dalam pemodelan ini.

## 2.3. Analisis Potensi Gempa dan Tsunami

Berdasarkan data historis, jumlah gempa bumi di zona subduksi Jawa yang terjadi dalam periode waktu 1977-2007 di dalam batas koordinat yang digambarkan pada Gambar 2, dengan kekuatan gempa lebih besar dari Ms 5.0 dan kedekatan hiposenter 40 km adalah sekitar 420 kejadian (Widjo Kongko, et.al, 2010).



Gambar 2. Gempa (titik), Tsunami (bintang)

Di antara kejadian gempa bumi yang besar adalah gempa yang terjadi pada tahun

1994 dan 2006. Masing-masing diikuti oleh tsunami yang cukup besar (ITDB / WLD 2007) menyebabkan kerusakan dan korban yang banyak di pantai Jawa Selatan. Menurut basisdata dari USGS tentang parameter sumber gempa (USGS 2010), ada 20 kejadian gempa bumi yang besarnya di atas Mw6.5 dan kedalaman kurang dari 100 km dalam jangka waktu 1978-2008. Dua gempa bumi yang menghasilkan tsunami terjadi pada kedalaman kurang dari 20 km. Parameter sumber gempa utama hampir identik, yaitu pada masing-masing sudut strike  $\sim 278^\circ - 297^\circ$ , dip  $\sim 10^\circ$ , dan slip  $\sim 90^\circ$ . Selain itu ciri lain yang hampir identik adalah goncangan gempa sangat lemah dan hampir tidak dirasakan oleh orang di sepanjang pantai. Menurut Fujii dan Satake (2006), tipe gempa ini disebut "*Tsunami Earthquake*"

### 2.3.1. Kejadian Gempa dan Tsunami Banyuwangi (1994)

Pada tanggal 3 Juni 1994, dini hari jam 01.17 waktu setempat telah terjadi gempa dengan kekuatan *magnitude* gempa Mw= 7.6 di selatan pantai Jawa Timur tepatnya di episenter 10.690 Lintang Selatan, 113,130 Bujur Timur atau sekitar 240 km dari pantai selatan Jawa Timur. Setelah sekitar 45 menit dari gempa utama, terjadilah tsunami yang menyerang pantai selatan Jawa Timur dan sebelah barat daya pulau Bali.

Dari hasil survei lapangan yang dilakukan pada tanggal 20 Juni sampai 26 Juni 1994 oleh International Tsunami Survey Team (ITST) di sepanjang Barat Daya Pulau Bali, Selatan Jawa Timur dan Pulau Sempu (Tsuji et.al, 1995b, Synolakis et al, 1995) diperoleh keterangan bahwa ketinggian run up tsunami di barat Bali adalah 0.5 – 4.1 m, Pancer : 5.7 – 9.4 m, Rajekwesi : 4.2 – 3.9 m, Bandialit : 4.6 – 10.3 m, Popoh: 2.9 – 4.0 m. Sendang Biru : 2.1 – 3.6 m.

Bencana tersebut telah menewaskan korban sekitar 250 jiwa dan ratusan orang cedera, serta jutaan rupiah kerugian harta benda. Korban terbanyak terjadi di daerah Banyuwangi, sehingga terkenal dengan sebutan tsunami Banyuwangi. Kejadian tersebut menjadi pelajaran yang sangat

berharga dalam melakukan berbagai kegiatan mitigasi bencana dan kesiapsiagaan masyarakat di pantai selatan Jawa Timur.

### 2.3.2. Kejadian Gempa dan Tsunami Pangandaran (2006)

Sebuah gempa besar ( $M_w = 7,7$ ) di sepanjang batas lempeng disertai tsunami terjadi di selatan Pulau Jawa pada 17 Juli 2006 -08:19:25 UTC. USGS mencatat setidaknya 22 gempa susulan di selatan Jawa berkisar antara 4,6 dan 6,1 *magnitude* (gambar 1). Dua gempa susulan terbesar diukur 6,0 dan 6,1. Yagi (2006) menganalisis gelombang seismik dan menyatakan bahwa gempa bumi terjadi di sepanjang sudut dip dangkal (10 derajat) patahan *thrust* dan merupakan tipikal antar lempeng gempa. Pembangkitan tsunami sebagai hasil dari beberapa penelitian baru oleh Yagi tampaknya dibangkitkan oleh patahan *thrust* dangkal. Sumber gempanya diestimasi selama 150 detik dan 200 detik dengan kecepatan *rupture* masing-masing 1.5 km.detik atau kurang dari 1.1 km/detik. Ammon dkk. [2006] mengestimasi kecepatan *rupture* rendah kira-kira 1.0-1,5 km/detik dan lamanya sumber gempa sekitar 185 detik menggunakan periode panjang bodi gelombang dan gelombang Rayleigh. Hara [2006] dalam rangka pencarian awal magnitude juga berpendapat bahwa lamanya radiasi energi tinggi adalah 156 detik, lebih lama dari tipe klas gempa M7.

### 2.4. Pemodelan Tsunami

Untuk memodelkan tsunami ini, baik penjalaran maupun limpasannya digunakan perangkat lunak Mike 21 – Modul Hidrodinamika 2D ( 2 dimensi ) yang dikembangkan oleh DHI (*Danish Hydraulic Institute*). Perangkat lunak Mike 21 ini telah terbukti mampu mensimulasikan kejadian tsunami Aceh tahun 2004 (Pedersen et.al, 2005).

Model *numerik hidrodinamika* Mike 21 ini menggunakan persamaan konservasi massa dan momentum dengan penyelesaian matematiknya menggunakan pendekatan metode beda hingga (*Finite Difference Method*), sedangkan integrasi domain ruang-

waktu dilakukan dengan menggunakan teknik *Alternating Direction Implicit (ADI)*.

#### 2.4.1. Setting model

Model Hidrodinamika yang digunakan dalam pemodelan ini adalah model hidrodinamika yang menggunakan *nested grid* (grid tersarang). *Nested Grid* ini digunakan karena pertimbangan ekonomis waktu pada saat pacu model (*running model*) dengan daerah perhitungan yang sangat luas dan harus menjangkau mulai daerah sumber gempa/tsunami hingga daerah *run up* tsunami. *Domain* (daerah perhitungan) yang digunakan dalam pemodelan ini dibagi menjadi 6 buah domain yaitu *domain A*, *domain B*, *domain C*, *domain D*, *domain E* dan *domain F*.

Tabel 1. Domain Perhitungan

Domain	Jarak Grid DX=DY (m)	Jumlah Grid	Batas Koordinat
A	614.79	1948 x 1029	104.93° s/d 115.93° BT 5.756° s/d 11.52° LS
B	204.93	571 x 286	110.52° s/d 111.59° BT 8.03° s/d 8.56° LS
C	68.31	1084 x 679	110.74° s/d 111.41° BT 8.09° s/d 8.51° LS
D	22.77	1780 x 1327	110.90° s/d 111.27° BT 8.13° s/d 8.41° LS
E	7.59	2203 x 2014	111.02° s/d 111.16° BT 8.17° s/d 8.31° LS
F	2.54	2125 x 2236	111.06° s/d 111.12° BT 8.19° s/d 8.24° LS

*Domain A* adalah *domain* yang paling besar yaitu daerah yang dibatasi dari 104.930 s/d 115.930 BT (Bujur Timur) dan 5.7560 s/d 11.520 LS (Lintang Selatan) yang mempunyai ukuran *grid* 1948 x 1029, dengan jarak tiap *grid* dx=dy= 614.79 m. *Domain B* adalah daerah di dalam *domain A* dengan batas-batas 110.520 s/d 111.590 BT dan 5.7560 s/d 11.520 LS yang mempunyai ukuran *grid* 571 x 286, dengan jarak tiap *grid* dx=dy= 204.93 m. *Domain C* adalah daerah di dalam *domain B* dengan batas-batas 110.740 s/d 111.410 BT dan 8.090 s/d 8.510 LS yang mempunyai ukuran *grid* 1084 x 679, dengan jarak tiap *grid* dx=dy= 68.31 m. *Domain D* adalah daerah di dalam *domain C* dengan batas-batas 110.900 s/d 111.270 BT dan 8.130 s/d 8.410 LS yang mempunyai ukuran *grid* 1780 x 1327, dengan jarak tiap *grid*

$dx=dy= 22.77$  m. *Domain E* adalah daerah di dalam domain D dengan batas-batas 111.020 s/d 111.160 BT dan 8.170 s/d 8.310 LS yang mempunyai ukuran grid 2203 x 2014, dengan jarak tiap grid  $dx=dy= 7.59$  m. *Domain F* adalah daerah di dalam *domain E* dengan batas-batas 116.060 s/d 111.120 BT dan 8.190 s/d 8.240 LS yang mempunyai ukuran grid 2125 x 2236, dengan jarak tiap grid  $dx=dy= 2.54$  m.

#### 2.4.2. Skenario Pemodelan

Dalam pemodelan tsunami Pacitan ini dibuat 6 (enam) skenario pemodelan yaitu diasumsikan bahwa pusat gempa terjadi di 2 (dua) lokasi yaitu di posisi 9.8610 LS, 110.9050 BT dan di posisi 9.4590 LS, 110.9790 BT dengan variasi kedalaman gempa, sudut *strike*, *dip*, *slip*, dislokasi dan variasi *magnitude* gempa Mw=7.7, Mw=8.0 dan Mw=8.3. Keenam skenario tersebut dapat dilihat seperti tabel di bawah ini :

Tabel 2. Skenario Gempa

Skenario	MW	Epicenter		Depth	Stk	Dip	Slip	L	W	D
		Lat	Lon							
1	7.7	-9.861	110.905	12	280	15	90	111	46	9
2	8.0	-9.861	110.905	12	280	15	90	165	15	15
3	8.3	-9.861	110.905	12	280	15	90	240	20	20
4	7.7	-9.459	110.979	24	280	15	90	111	46	3
5	8.0	-9.459	110.979	24	280	15	90	165	60	5
6	8.3	-9.459	110.979	24	280	15	90	240	75	7



Gambar 3. Lokasi Pusat Gempa

#### 2.4.3. Pelaksanaan Simulasi Model

Dalam pelaksanaan simulasi model tsunami ini, ada tiga tahapan simulasi yaitu simulasi pembangkitan gelombang tsunami, simulasi penjalaran tsunami dari pusat gempa

dan simulasi limpasan tsunami sampai ke daratan.

##### 2.4.3.1. Simulasi Pembangkitan Tsunami

Inisialisasi gelombang tsunami diperoleh dengan menghitung perpindahan vertikal kolom air laut di atas dasar samudra akibat gempa. Untuk membuat estimasi awal pembangkitan tsunami digunakan metode Mansinha dan Smylie (1971). Hasil dari perhitungan ini dijadikan data masukan sebagai kondisi awal (*initial condition*) dalam pacu model tsunami. Selanjutnya dengan menggunakan perangkat lunak Mike 21 – Modul Hidrodinamika, simulasi penjalaran tsunami dan limpasannya dijalankan.

##### 2.4.3.2. Simulasi Penjalaran Tsunami

Pada pelaksanaan simulasi model penjalaran gelombang tsunami, hal yang utama menjadi kajian adalah penetapan waktu running model dan penentuan titik-titik observasi untuk pengukuran tsunami di pinggir pantai. Agar penjalaran gelombang tsunami di Teluk Teleng sampai melimpas ke daratan (*run up*) maka simulasi dijalankan dengan total durasi selama 1 jam (3600 detik) perhitungan. Titik-titik observasi ketinggian tsunami di pinggir pantai dibuat sebanyak 4 (empat) titik dengan posisi titik koordinat dapat dilihat dalam



Gambar 4. Koordinat Titik Observasi

gambar 5. Tujuan dari observasi ini adalah untuk mengetahui ketinggian tsunami serta waktu tiba tsunami.

#### 2.4.3.3. Simulasi Limpasan Tsunami

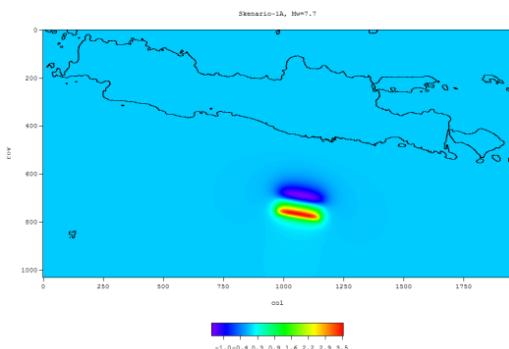
Limpasan tsunami atau tsunami run-up adalah suatu proses penjalaran tsunami yang telah melewati garis pantai dan telah melakukan penetrasi masuk ke daratan. Informasi penjalaran tsunami ke daratan atau limpasan tsunami menjadi kajian yang penting dalam kaitannya dengan pengkajian resiko bencana dan penentuan zona-zona aman. Hal yang penting pada limpasan tsunami adalah arah dominan tsunami datang, jarak terjauh penetrasi ke daratan, tinggi/*flowdepth* dan gambaran luasan genangan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dalam pemodelan tsunami ini antara lain adalah kondisi awal tinggi muka air di laut sekitar pusat gempa pada saat terjadi gempa, waktu tempuh penjalaran tsunami sampai ke pinggir pantai, ketinggian tsunami di pinggir pantai dan limpasan tsunami yang digambarkan dengan peta rendaman tsunami.

#### 3.1. Skenario 1

Dalam skenario ini diasumsikan bahwa gempa berkekuatan  $Mw= 7.7$  terjadi di posisi 9.8610 LS, 110.9050 BT, menghasilkan ketinggian muka air pada saat awal terjadinya gempa seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 5. Kondisi awal tinggi muka air ketika terjadi gempa skenario 1

Dari gambar 5. diperoleh informasi bahwa air laut di sekitar terjadinya gempa akan naik setinggi 3.5 m di atas permukaan laut dan turun 1.3 m di bawah permukaan laut.

Dari hasil pencatatan ketinggian tsunami di 4 (empat ) titik observasi di pinggir pantai (lihat gambar 4) dan waktu tempuhnya sebagai berikut:

Tabel 3. Pencatatan tinggi tsunami dan waktu tempuhnya skenario 1

Point	TTT (menit)	Tmax (m)	Waktu (menit)
1	34.0	7.27	35.8
2	34.3	9.16	35.4
3	34.3	8.73	35.6
4	34.3	7.15	35.5

Keterangan:

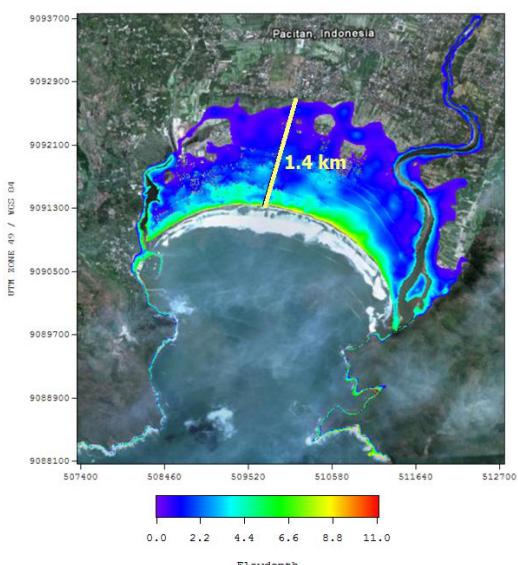
Point : titik-titik observasi

TTT: Tsunami Travel Time (waktu tempuh tsunami)

T max : ketinggian maksimum tsunami

Time : waktu terjadinya tinggi maksimum

Dari hasil pacu model selama 1 jam dihasilkan peta rendaman tsunami sebagai berikut:

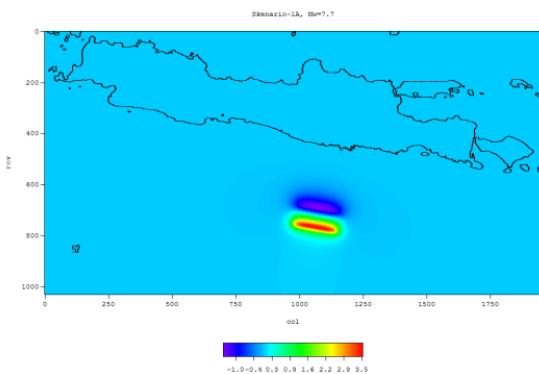


Gambar 6. Peta Rendaman Tsunami Skenario 1.

Peta rendaman ini menggambarkan distribusi ketinggian air di darat dihitung dari tinggi daratan (*flow depth*). Dari gambar 6., terlihat bahwa ketinggian maksimum tsunami di daratan mencapai 11 meter dan melimpas sampai daratan sejauh 1.4 km.

### 3.2. Skenario 2

Dalam skenario ini diasumsikan bahwa gempa berkekuatan Mw= 8.0 terjadi di posisi 9.8610 LS, 110.9050 BT, menghasilkan ketinggian muka air pada saat awal terjadinya gempa seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 7. Kondisi awal tinggi muka air ketika terjadi gempa skenario 2

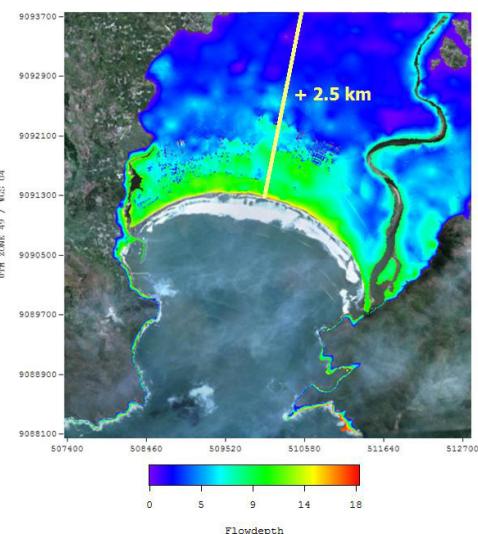
Dari gambar 7., diperoleh informasi bahwa air laut di sekitar terjadinya gempa akan naik setinggi 3.5 m di atas permukaan laut dan turun 1.3 m di bawah permukaan laut.

Dari hasil pencatatan ketinggian tsunami di 4 (empat ) titik observasi di pinggir pantai (lihat gambar 4) dan waktu tempuhnya sebagai berikut:

Tabel 4. Pencatatan tinggi tsunami dan waktu tempuhnya skenario 2

Point	TTT (menit)	Tmax (m)	Waktu (menit)
1	33.7	13.62	34.9
2	34.0	15.79	34.9
3	33.9	14.13	35.2
4	33.7	11.57	35.2

Dari hasil pacu model selama 1 jam dihasilkan peta rendaman tsunami sebagai berikut:

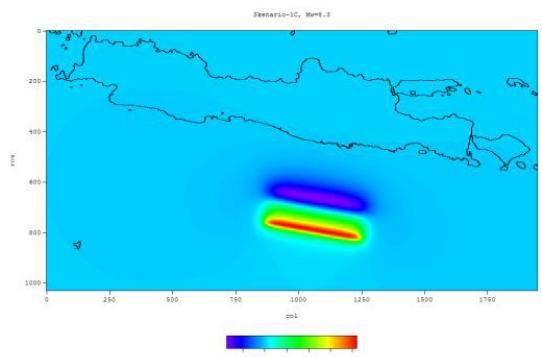


Gambar 8. Peta Rendaman Tsunami Skenario 2.

Dari gambar 8. terlihat bahwa ketinggian maksimum tsunami di daratan mencapai 18 m dan melimpas sampai daratan sejauh kurang lebih 2.5 km.

### 3.3. Skenario 3

Dalam skenario ini diasumsikan bahwa gempa berkekuatan Mw= 8.0 terjadi di posisi 9.8610 Lintang Selatan, 110.9050 Bujur Timur, menghasilkan ketinggian muka air pada saat awal terjadinya gempa seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 9. Kondisi awal tinggi muka air ketika terjadi gempa skenario 3

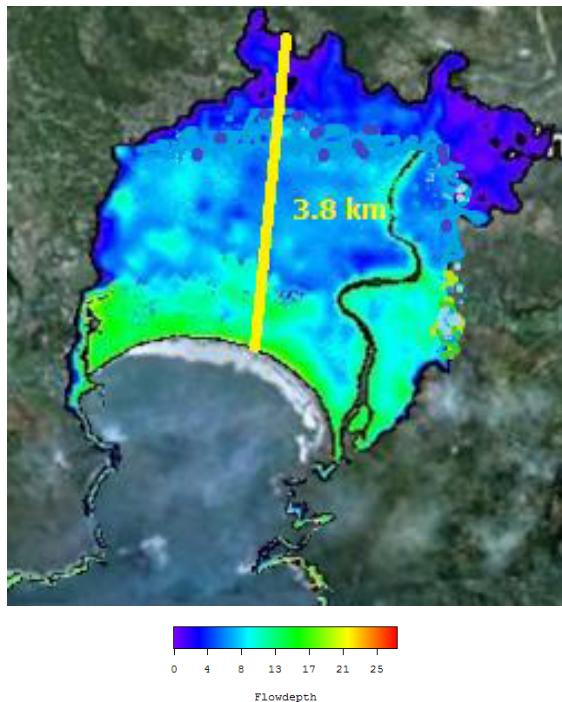
Dari gambar 9., diperoleh informasi bahwa air laut di sekitar terjadinya gempa akan naik setinggi 8.2 m di atas permukaan laut dan turun 2.8 m di bawah permukaan laut.

Dari hasil pencatatan ketinggian tsunami di 4 (empat ) titik observasi di pinggir pantai (lihat gambar 4) dan waktu tempuhnya sebagai berikut:

Tabel 5. Pencatatan tinggi tsunami dan waktu tempuhnya skenario 3

Point	TTT (menit)	Tmax (m)	Waktu (menit)
1	33.2	17.08	35.1
2	33.6	20.68	34.8
3	33.5	19.26	35.0
4	33.3	15.08	35.2

Dari hasil pacu model tsunami skenario 3, selama 1 jam dihasilkan peta rendaman tsunami sebagai berikut:

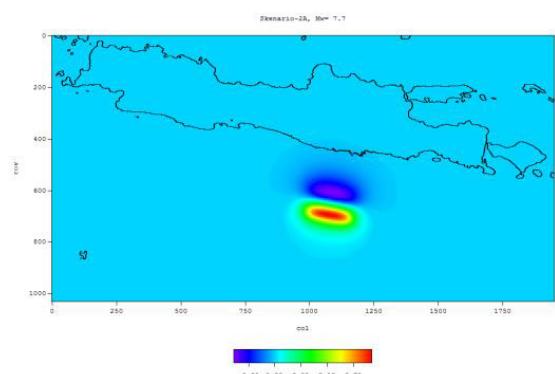


Gambar 10. Peta Rendaman Tsunami Skenario 3

Dari gambar 10. terlihat bahwa ketinggian maksimum tsunami di daratan mencapai 25 m dan melimpas sampai daratan sejauh kurang lebih 3.8 km.

### 3.4. Skenario 4

Dalam skenario ini diasumsikan bahwa gempa berkekuatan  $Mw= 7.7$  terjadi di posisi 9.8610 LS, 110.9050 BT menghasilkan ketinggian muka air pada saat awal terjadinya gempa seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 11. Kondisi awal tinggi muka air ketika terjadi gempa skenario 4

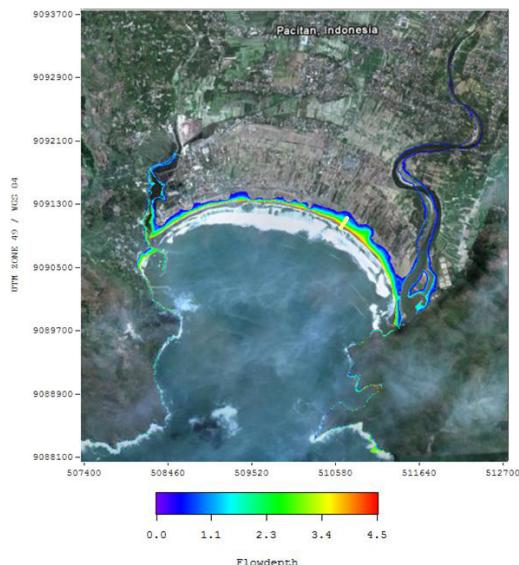
Dari gambar 11. diperoleh informasi bahwa air laut di sekitar terjadinya gempa akan naik setinggi 0.9 m di atas permukaan laut dan turun 0.5 m di bawah permukaan laut.

Dari hasil pencatatan ketinggian tsunami di 4 (empat ) titik observasi di pinggir pantai (lihat gambar 4) dan waktu tempuhnya sebagai berikut:

Tabel 6. Pencatatan tinggi tsunami dan waktu tempuhnya skenario 4

Point	TTT (menit)	Tmax (m)	Waktu (menit)
1	29.5	3.47	32.6
2	30.0	4.28	32.1
3	29.9	4.16	32.9
4	30.1	3.78	32.7

Dari hasil pacu model tsunami skenario 4, selama 1 jam dihasilkan peta rendaman tsunami sebagai berikut:

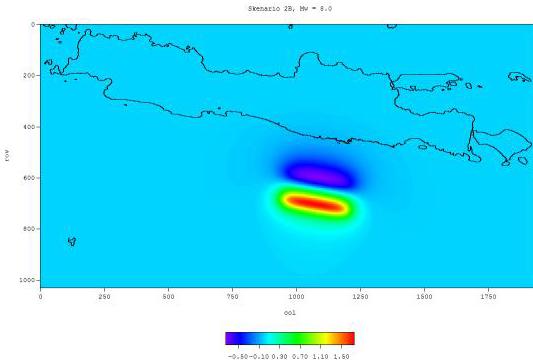


Gambar 12. Peta Rendaman Tsunami Skenario 4

Dari gambar 12. terlihat bahwa ketinggian maksimum tsunami di daratan mencapai 4.5 meter dan melimpas sampai daratan sejauh kurang lebih 400 m.

### 3.5. Skenario 5

Dalam skenario ini diasumsikan bahwa gempa berkekuatan  $Mw = 8.0$  terjadi di posisi 9.8610 LS, 110.9050 BT. menghasilkan ketinggian muka air pada saat awal terjadinya gempa seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 13. Kondisi awal tinggi muka air ketika terjadi gempa skenario 5

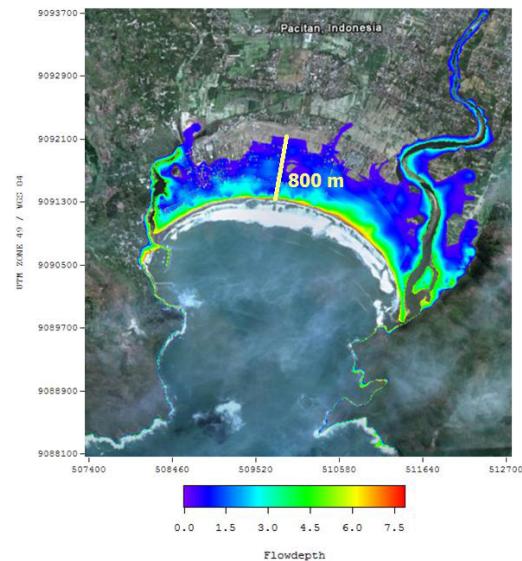
Dari gambar 13. diperoleh informasi bahwa air laut di sekitar terjadinya gempa akan naik setinggi 1.9 m di atas permukaan laut dan turun 0.6 m di bawah permukaan laut.

Dari hasil pencatatan ketinggian tsunami di 4 (empat) titik observasi di pinggir pantai (lihat gambar 5) dan waktu tempuhnya sebagai berikut:

Tabel 7. Pencatatan tinggi tsunami dan waktu tempuhnya skenario 5

Point	TTT (menit)	Tmax (m)	Waktu (menit)
1	29.2	6.22	31.9
2	29.6	7.22	31.5
3	29.5	7.01	31.9
4	29.6	6.39	31.8

Dari hasil pacu model tsunami skenario 5, selama 1 jam dihasilkan peta rendaman tsunami sebagai berikut:

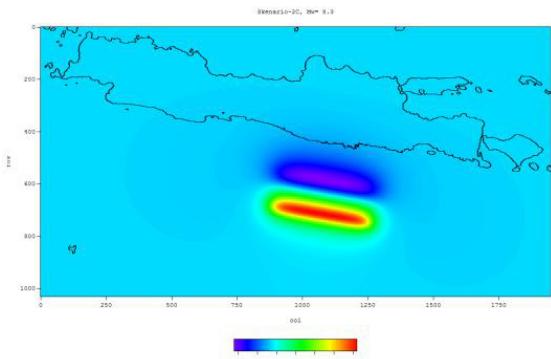


Gambar 14. Peta Rendaman Tsunami Skenario 5.

Dari gambar 14. terlihat bahwa ketinggian maksimum tsunami di daratan mencapai 7.6 m dan melimpas sampai daratan sejauh kurang lebih 800 m.

### 3.6. Skenario 6

Dalam skenario ini diasumsikan bahwa gempa berkekuatan  $Mw= 8.0$  terjadi di posisi 9.8610 LS, 110.9050 BT. menghasilkan ketinggian muka air pada saat awal terjadinya gempa seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 15. Kondisi awal tinggi muka air ketika terjadi gempa skenario 6

Dari gambar 15. diperoleh informasi bahwa air laut di sekitar terjadinya gempa akan naik setinggi 2.6 m di atas permukaan laut dan turun 1.2 m di bawah permukaan laut.

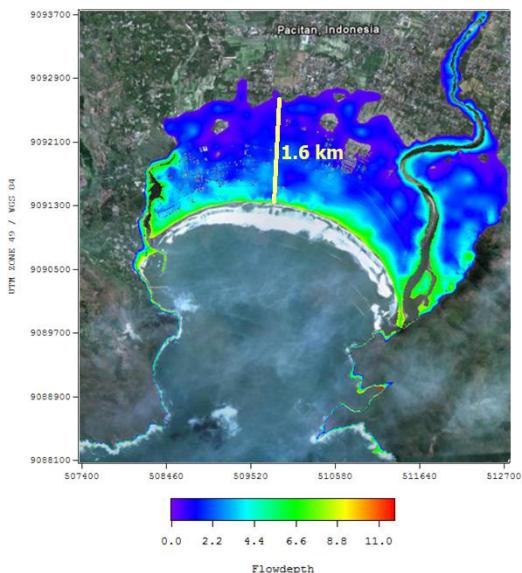
Dari hasil pencatatan ketinggian tsunami di 4 (empat ) titik observasi di pinggir pantai (lihat gambar 4) dan waktu tempuhnya sebagai berikut:

Tabel 8. Pencatatan tinggi tsunami dan waktu tempuhnya skenario 6

Point	TTT (menit)	Tmax (m)	Waktu (menit)
1	28.7	8.40	32.3
2	29.1	8.46	30.9
3	29.0	8.32	31.3
4	29.0	7.85	32.1

Dari hasil pacu model tsunami skenario 6, selama 1 jam dihasilkan peta rendaman tsunami sebagai berikut:

Dari gambar 16. terlihat bahwa ketinggian maksimum tsunami di daratan mencapai 11 m dan melimpas sampai daratan sejauh kurang lebih 1.6 km.



Gambar 16. Peta Rendaman Tsunami Skenario 6.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis gempa dan simulasi model tsunami di kawasan Teluk Teleng, Pacitan, dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut:

### 4.1. Kesimpulan

- Berdasarkan data historis dan analisis gempa bahwa kawasan Teluk Teleng sangat rawan terhadap bencana gempa dan tsunami.
- Dari hasil simulasi tsunami dengan variasi skenario kekuatan magnitude gempa  $Mw=7.7$ ,  $Mw=8.0$  dan  $8.3$  diperoleh hasil bahwa waktu tiba tsunami adalah kurang lebih 29 menit sampai 35 menit. Ketinggian maksimum gelombang tsunami sampai di pinggir pantai mencapai kurang lebih 4.5 meter sampai 25 m. Tsunami melimpas sampai daratan bisa mencapai 0.4 km sampai 3.8 km.

#### **4.2. Saran**

- Karena kawasan Teluk Teleng rawan terhadap gempa dan tsunami maka disarankan bahwa bangunan yang ada di kawasan tersebut harus tahan terhadap gempa dan tsunami.
- Masyarakat di kawasan itu harus selalu waspada terhadap ancaman gempa dan tsunami
- Mitigasi dapat dilakukan dengan penanaman vegetasi pantai, pembuatan jalur evakuasi yang efektif dan pembangunan shelter.
- Peta rendaman dari hasil pemodelan tsunami ini dapat dijadikan sebagai pedoman untuk pembuatan jalur evakuasi serta pengembangan kawasan Teluk Teleng.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada BAKOSURTANAL yang telah memberikan data batimetri dan topografi untuk kepentingan pemodelan tsunami ini, dan para pimpinan BPDP-BPPT yang telah memberi dukungan dalam pembuatan tulisan ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Fujii, Y., and K. Satake (2006), *Source of the July 2006 West Java tsunami estimated from tide gauge records, Geophysical Research Letters, Vol. 33, L24317, doi: 10.1029/2006GL028049, 2006*
- Heri, A., et al (2008), *Lesson from July 17, 2006 South of Java Earthquake : A Note for INA\_TEWS, International Conference on Tsunami Warning (ICTW), Bali, Indonesia, November 12-14, 2008*
- Kongko, W., Torsten, S.(2010), *The Java Tsunami Model: Using Highly-Resolved Data to Model the Past Event and to Estimate the Future Hazard, proceedings of the International Conference on Coastal Engineering, No. 32(2010), Shanghai, China. Paper: management.26. Retrieved from <http://journals.tdl.org/ICCE/>*

Nanis, SN.(2011), *Modelling Tsunami & Inundation Analysis based on Simplified Source Description – Case Study of 11 March 2011 Tohoku, Japan Earthquake, A Master Thesis, Euro Hydro-Informatics and Water Management*

Abercrombie, R.E.,M. Antolik, K. Felzer, and G. Ekstrom (2001), *The 1994 Jawa tsunami earthquake: Slip over a subducting seamount, J. Geophys. Res., 106(B4), 6595 – 6608*

Ammon, C.J., H. Kanamori, T. Lay, and A.A. Velasco (2006), *The 17 July 2006 Java tsunami earthquake, Geophys. Res. Lett., 33, L24308, doi: 10.1029/2006GL028005*

Hamzah Latief, (2006), *Study on tsunamis and their mitigation by using a green belt in Indonesia, Tohoku University, Sendai, Japan, Dissertation of Doctor Philosophy*

Laporan Akhir: "Mitigasi Bencana dengan Soft Struktur", Departemen Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. (2007)



# ANALISIS BENTUK LAHAN (*LANDFORM*) UNTUK PENILAIAN BAHAYA DAN RISIKO LONGSOR DI PULAU TERNATE PROVINSI MALUKU UTARA

**Ikqra**

Tenaga pengajar Prodi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Khairun  
Jalan Bandara Babullah, Ternate, Maluku  
E-mail: ikqramochtar@yahoo.com

## **Abstract**

*Ternate is volcanic island area around 250,85 Km<sup>2</sup> and highest population density district than 9 other district in North Maluku Province around 688 people/Km<sup>2</sup>. Along population increasing in Ternate, also increased demand for residential land. Some efforts for fulfilling residential land with cutting forest area which has sloped around 30% - 45%. This condition can change landform and that very potentials for landslide hazard. The objective of this paper is produce landslide hazard map and risk assesment that will be usefull for landslide risk reduction in Ternate. Landslide hazard assess by some parameters are slope, landform, soil texture and land use, landslide risk assess by hazard and building vulnerability. Method used for landslide hazard is score and weighting the parameters. According analyses conducted, Ternate has domination by medium landslide hazard class with area around 3.015 ha or 30% from all of area and around 7.484 building in low risk, 470 in medium risk and 3 building in high risk.*

**Keywords:** Landform, landslide, hazard, risk.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar belakang**

Maluku Utara merupakan salah satu bagian dari busur vulkanik yang memiliki empat gunungapi aktif tipe A, yaitu G. Dukono, G. Gamkonora, G. Gamalama, dan G. Kie Besi (Anonimous, 1979).

G. Gamalama yang terletak di Pulau Ternate, memiliki luas 48 km<sup>2</sup>, membentuk lingkaran dengan jari-jari 5,8 km, dan mempunyai ketinggian 1.669 m. Tipe batuan yang terbentuk oleh gunungapi ini adalah *basalt*, *andesit*, *andesit piroksin* yang mengandung *olivin*, dan *diabas* (Hamidi dan Kusumadinata, 1979). Akhir-akhir ini gunungapi Gamalama dalam periode aktif dan telah menyemburkan abu vulkanik dengan ketinggian kolom letusan lebih dari 1,5 km. Proses pengungsian terhadap sebagian penduduk telah dilakukan untuk menghindari adanya korban. Dari sisi lain

Pulau Ternate merupakan pusat pemerintahan Kota Ternate. Kota ini secara umum memiliki topografi berbukit dan bergunung dengan kemiringan lereng bervariasi dari 0% - 8% di *landform* gesik pantai hingga >45% ke arah puncak G. Gamalama.

Saat ini jumlah penduduk di Kota Ternate semakin bertambah, berdasarkan data BPS mengenai kepadatan penduduk kabupaten/kota di Provinsi Maluku Utara (Tabel 1) pulau ini tercatat sebagai wilayah yang mempunyai tingkat kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi Maluku Utara.

Seiring dengan terus meningkatnya jumlah penduduk di pulau Ternate, persebaran wilayah permukiman pun mulai berubah. Wilayah yang berbukit dan bergunung yang semula merupakan lahan perkebunan (pala, cengkeh, dan kelapa), sekarang mulai dirambah sehingga sebagian dari padanya mulai berubah menjadi wilayah permukiman.

Tabel 1. Kepadatan penduduk menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Utara Peringatan Bencana

Kabupaten/Kota	Luas daratan (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan penduduk (Jiwa/Km <sup>2</sup> )
Halmahera Barat	2.612,24	97.971	38
Halmahera Tengah	2.276,83	34.821	15
Halmahera Selatan	8.779,32	192.312	22
Halmahera Utara	5.447,30	194.778	36
Halmahera Timur	6.506,20	69.912	11
Ternate	250,85	172.604	688
Tidore Kep.	9.564	82.302	9
Kep. Sula	9.632,92	34.821	14

Sumber : BPS Provinsi Maluku Utara, 2010

Proses-proses alam seperti hujan yang sebelum tahun 2000 dirasakan berjalan normal tanpa menimbulkan bencana, namun saat sekarang sudah sering menimbulkan bencana. BPBD Kota Ternate (2011) mencatat bahwa pada tahun 2009 telah terjadi 6 kejadian bencana alam berupa banjir, tanah longsor, angin puting beliung yang telah menimbulkan 191 kerusakan rumah (dari ringan hingga berat), 6 orang luka, 265 orang mengungsi, dan merusakkan saluran *drainase* di dua lokasi. Kemudian pada tahun 2010, terjadi 11 kejadian bencana alam berupa banjir, tanah longsor, angin puting beliung dan kebakaran rumah yang menimbulkan 50 kerusakan rumah (ringan hingga berat), 1 orang meninggal, 2 orang luka berat, 1 rumah sakit rusak berat, serta 2 akses jalan tertutup. Pada tahun 2011 telah terjadi erupsi gunungapi Gamalama yang diikuti dengan banjir lahar dingin yang menimbulkan korban jiwa sebanyak 7 orang dan kerugian material sekitar 25 miliar.

Berdasarkan pengamatan penulis, bencana alam yang terjadi di pulau ini, terutama tanah longsor dan banjir, tampaknya mengiringi fenomena *klimatik* (hujan) dan perubahan penggunaan lahan terutama yang berlangsung di wilayah perbukitan. Untuk itu fenomena perubahan penggunaan lahan di pulau ini sudah waktunya untuk dikaji dengan lebih seksama.

Perubahan kebutuhan lahan tampak semakin meningkat pada saat ini untuk

membangun permukiman, perkantoran, fasilitas umum, dan infrastruktur lainnya. Dikarenakan wilayah yang mempunyai topografi datar tidak pernah bertambah luasnya, maka sangat wajar jika pengembangan wilayah di pulau ini akhirnya merambah ke wilayah perbukitan meskipun mempunyai kemiringan lereng yang cukup terjal dengan pemotongan lereng sehingga dapat merubah bentuklahan dan merubah kestabilan lereng sehingga dapat melahirkan bencana tanah longsor. Hasilnya potensi resiko bencana tanah longsor pun menjadi meningkat, sehingga perlu tindakan - tindakan penanggulangan yang harus dipersiapkan.

Berdasarkan uraian di atas tampak bahwa kajian resiko bencana (*risk disaster*) merupakan hal yang penting untuk dilakukan, termasuk yang lebih mendasar seperti kajian bahaya proses-proses alam (*natural hazard*) dan juga tingkat kerentanan masyarakat terhadap bencana (*vulnerability*) (Carter, 1991). Kajian bahaya tanah longsor sering didekati melalui faktor-faktor penyebabnya, seperti bentuklahan terutama dari aspek lereng (*slope*) serta faktor-faktor lain seperti penggunaan lahan dan jenis tanah (Verstappen, 1983; Selby, 1985; Bloom, 1979). Adapun untuk pendugaan terhadap tingkat kerentanan perlu didekati dengan kondisi demografi, sosial, ekonomi dan infrastruktur.

## 1.2. Tujuan dan manfaat

Adapun tujuan penulisan ini melakukan analisis bentuklahan (*landform*) untuk pemetaan bahaya dan risiko tanah longsor di Kota Ternate. Sehingga hal ini dapat bermanfaat sebagai upaya dalam pengurangan risiko bencana terutama longsor. Dan bahan masukan bagi Pemerintah Kota Ternate dalam upaya penanggulangan bencana terutama tanah longsor.

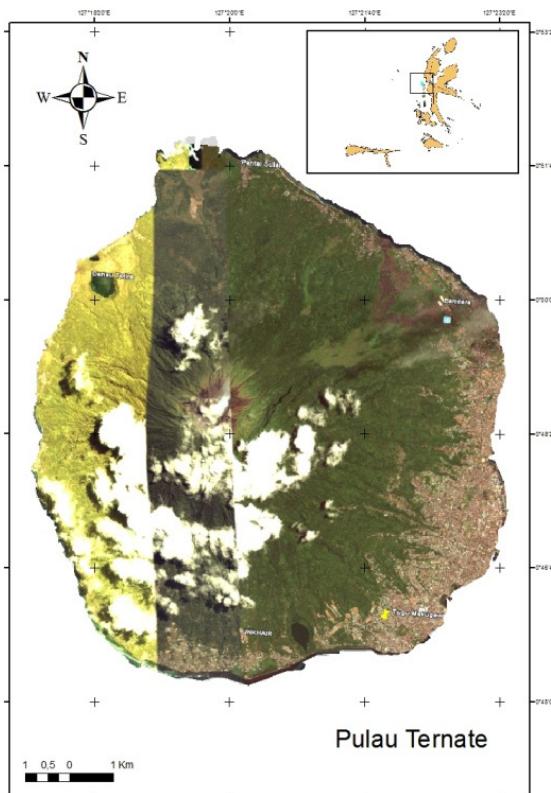
## 2. METODA PENELITIAN

### 2.1. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pulau Ternate pada posisi 0° 45' 30" – 00 52' 0" LU dan 127°

17° 30" - 127° 23' 30" BT (Gambar 1).

Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan dimulai dari tahapan persiapan, hingga tahapan penulisan akhir.



Gambar 1. Lokasi penelitian

## 2.2.Bahan dan alat

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi literatur yang berkaitan dengan geomorfologi dan managemen kebencanaan, peta tematik, citra satelit, kuesioner, serta bahan-bahan lain yang menunjang penelitian, sedangkan alat-alat penelitian yang akan digunakan antara lain adalah perangkat keras dan lunak komputer, seperti *Microsoft Office*, *Software GIS*, *Global Positioning system (GPS)*, dan alat tulis menulis.

## 2.3. Jenis dan sumber data

Data ditentukan berdasarkan tujuan yang akan dicapai. Data yang diperlukan pada penelitian ini disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Jenis dan sumber data

Jenis data	Sumber data
Batas pulau Ternate	Peta administrasi Kota Ternate 1:50.000. Bappeda Kota
Lereng	DEM SRTM 90 m
Tekstur tanah	Pengamatan lapang, unit lahan 1:50.000
Penggunaan lahan	Peta tutupan lahan Kota Ternate 1:50.000. Bappeda Kota Ternate
Bentuklahan ( <i>landform</i> )	DEM SRTM 90 m, <i>Hillshade</i> , Geo Eye pada <i>Google Earth</i>
Bangunan	Bappeda Kota Ternate
Risiko longsor	Peta bahaya dan peta kerentanan

## 2.4. Analisis data

Bentuk lahan (*landform*) dianalisis berdasarkan interpretasi citra Geo eye dari *google Earth* akuisisi 2010, lereng dan dipertegas dengan *Hillshade*. Kemudian dilakukan pengecekan lapang. Dalam interpretasi bentuk lahan, berdasarkan aspek morfologi, morfokronologi, morfogenesis dan *lithologi* sehingga di dapat beberapa unit *landform*. Data *landform* kemudian dijadikan salah satu parameter dalam menganalisis bahaya longsor.

Parameter longsor (Gambar 1) dianalisis dengan penentuan skor dan bobot serta pengelasan tiap parameter seperti hasil observasi lapangan. Ini sesuai dengan Van Western et al (2003) bahwa tingkat bahaya longsor dapat dianalisis menggunakan kombinasi antara scoring dan pembobotan berdasarkan kontribusi relatif parameter terhadap bahaya tanah longsor. Adapun skor dan bobot parameter longsor disajikan pada tabel 3;

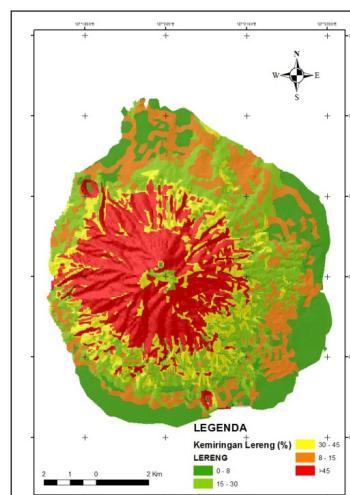
Tabel 3. Kepadatan penduduk menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Utara Peringatan Bencana

Parameter	Skor
<b>Lereng (%)</b>	<b>0,4</b>
0 - 8	1
8 - 15	2
15 - 30	3
30 - 45	4
>45	5
<b>Bentuklahan</b>	<b>0,3</b>
• Kawah, dataran pantai anthropogenik, gisik, Maar	0
• Lereng kaki fluvio vulkanik, aliran lava	1
• Lereng bawah kerucut vulkanik	2
• Lereng atas kerucut vulkanik	3
• Lereng tengah dan lereng puncak kerucut vulkanik	4
<b>Tekstur</b>	<b>0,2</b>
• Pasir (Sand)	1
• Lempung berpasir (Sandy loam)	2
• Lempung (Loam)	3
• Lempung berliat (clay loam), Lempung berdebu (Silt loam), Liat berpasir (sandy clay)	4
• Liat (Clay)	5
<b>Penggunaan lahan</b>	<b>0,1</b>
• Danau, bakau dan hutan	0
• Pemukiman, perkebunan tahunan dan bandara	1
• Semak belukar	2
• Penambangan pasir dan penambangan batu vulkan	3
• Lahan terbuka	4

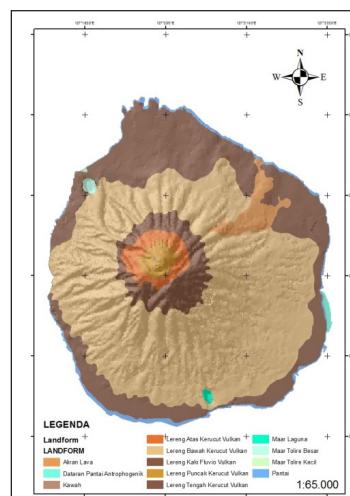
Pada tulisan ini, kerentanan dianalisis hanya aspek infrastruktur yaitu bangunan yang terdiri dari jenis bangunan yang dikategorikan menjadi rumah penduduk dan bukan (*non*) rumah penduduk, diasumsikan bahwa rumah penduduk merupakan bangunan yang digunakan masyarakat sebagai tempat tinggal dan ini diberikan skor lebih tinggi sedangkan *non* rumah merupakan bangunan yang digunakan selain tempat tinggal seperti sarana ibadah, sarana kesehatan, sarana pendidikan, kantor dan lainnya. Hal ini karena kualitas struktur bangunan rumah penduduk cenderung relatif lebih rendah dibandingkan non rumah penduduk sehingga jika terjadi

longsor lebih mudah mengalami kerusakan dan menimbulkan korban. Nilai kerentanan rumah penduduk diberikan bobot lebih tinggi yaitu 0,7 dari bukan rumah penduduk yaitu 0,3.

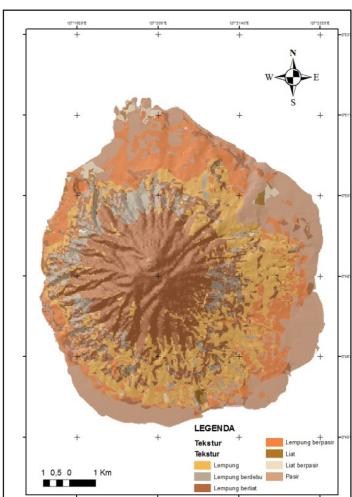
Menurut Bakornas PB (2007) risiko bencana merupakan perpaduan dari unsur bahaya (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*). Sehingga data bahaya di *overlay* dengan data kerentanan. Penentuan tingkat risiko longsor hanya dianalisis pada tingkat bahaya longsor rendah hingga tinggi karena pada kelas tersebut diduga berpotensi terjadi longsor. Tingkat risiko bangunan terhadap bahaya longsor, ditentukan berdasarkan *equal interval* yang membagi risiko longsor dalam 3 kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi.



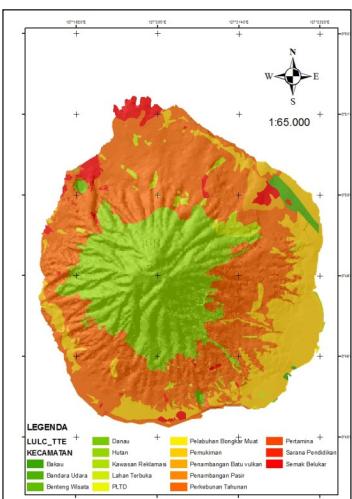
(a) Kemiringan lereng



(b) Landform



(c) Tekstur tanah



(d) Penggunaan lahan

Gambar 2. Parameter bahaya longsor

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Bentuk lahan (*landform*) di Pulau Ternate

Analisis geomorfologi menjadi aspek penting karena bentuk lahan yang tampak pada citra mencerminkan bagaimana proses terbentuknya suatu lahan. Dari hasil interpretasi *geomorfologi*, *landform* Pulau Ternate dibedakan menjadi 12 tipe seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Bentuk lahan di Pulau Ternate

Jenis landform	Luas (ha)	Percentase (%)
Kawah	1,9	0,019
Lereng puncak kerucut	146	1,4
Lereng atas kerucut	899	8,9
Lereng tengah kerucut	2.690	26,5
Lereng bawah kerucut	3.160	31,2
Lereng kaki fluvio	2.650	26,1
Aliran lava	271	2,7
Maar laguna	16,6	0,16
Maar Tolire besar	24,3	0,24
Maar Tolire kecil	2,1	0,02
Gisik pantai ( <i>beach</i> )	253	2,5
Daratan pantai anthropogenik	25,1	0,25

Sumber: Hasil analisis, 2012

Kawah G. Gamalama merupakan hasil erupsi yang bersifat eksplosif yang juga merupakan kawah utama sejak letusan tahun 1538. Kawah ini diberi nama Arafat berbentuk melingkar hampir sempurna yang dikelilingi oleh material *piroklastik* dimana pada citra tekturnya terlihat sangat kasar. Kawah ini menempati luasan sekitar 1,9 Ha atau sekitar 0,019% dari seluruh luasan gunung Gamalama. Menurut Direktorat Vulkanologi (1979) kawah ini dibagi ke dalam 4 kawah yang mencerminkan suksesi peristiwa letusan, yaitu K1 dengan ukuran 300 x 250 m berada pada ketinggian 1715 – 1666 m, K2 dengan ukuran 180 x 150 m berada pada ketinggian 1670 – 1663 m, K3 dengan ukuran 70 x 50 m berada pada 1663 m, dan K4 dengan ukuran 30 m berada pada 1680 – 1666 m.

Lereng puncak kerucut (*top slope volcanic cone*) memiliki luas sekitar 146 Ha atau sekitar 1,4% dari luasan total G. Gamalama yang meliputi kawah dan daratan yang ditutupi oleh material *piroklastik* dengan lereng agak landai. Di atas bentuk lahan ini tidak terlihat adanya *vegetasi* yang tumbuh, diduga karena panasnya material atau belum terjadinya pelapukan terhadap material hasil erupsi sehingga belum dapat ditumbuhi oleh *vegetasi*. Pada citra kenampakan bentuk lahan ini mempunyai warna agak coklat tua dengan tektur halus.

Lereng atas kerucut vulkanik (*upper slope volcanic cone*) memiliki luas sekitar 899 Ha (8,9%). Bentuk lahan ini terlihat berwarna hijau karena tertutup vegetasi dan adanya garis rekahan yang diduga disebabkan oleh letusan sangat dahsyat pada waktu terbentuknya G. Madiena. Selain itu juga terlihat alur-alur bekas aliran lahar (Barangka) ke arah barat laut, hal ini diduga terjadi pada saat letusan pada Gunung Kekau atau Bukit Melayu. Gejala ini mungkin dapat menjadi salah satu bukti terjadinya perpindahan titik erupsi G. Gamalama. Bentuk lahan ini tersusun atas beberapa bagian, disebelah barat dan selatan tersusun oleh batuan dari Gamalama Dewasa (Gd) dengan lereng agak curam, sebelah utara dan timur tersusun oleh batuan dari Gamalama Muda (Gm) dengan lereng curam dan sebelah tenggara tersusun oleh batuan dari Gamalama Tua (Gt).

Lereng tengah kerucut vulkanik (*middle slope volcanic cone*) memiliki luas 2.690 Ha atau 26,5% dari luasan total. Bentuk lahan ini terlihat hijau hingga hijau tua karena bervegetasi, bertekstur agak halus, pada bagian aliran lava sudah ditumbuhhi semak belukar. Kemiringan lereng bervariasi dari miring hingga sangat curam namun secara umum kemiringannya lebih kecil daripada lereng atas kerucut vulkanik. Bentuk lahan ini tersusun atas beberapa bagian, di sebelah barat dan selatan tersusun oleh batuan dari Gamalama Dewasa (Gd) dengan lereng agak curam, sebelah utara dan timur tersusun oleh batuan dari Gamalama Muda (Gm) dengan lereng curam dan sebelah tenggara tersusun oleh batuan dari Gamalama Tua (Gt). Pada bagian tenggara terdapat perkampungan kecil.

Lereng bawah kerucut vulkanik (*lower slope volcanic cone*) memiliki luas 3.160 Ha atau 31,2 %. Bentuk lahan ini secara umum mempunyai kemiringan lereng lebih kecil daripada lereng tengah kerucut vulkanik dan tersusun atas beberapa bagian, di sebelah barat dan selatan tersusun oleh batuan dari Gamalama Dewasa (Gd), sebelah utara dan timur tersusun oleh batuan dari Gamalama Muda (Gm) dan sebelah tenggara tersusun oleh batuan dari Gamalama Tua (Gt). Pada bentuklahan ini terdapat aliran lava yang sudah

ditumbuhi oleh vegetasi sehingga pada citra terlihat warna hijau muda dengan tekstur halus dan terdapat Maar Laguna. Berhubung pada bentuk lahan ini mempunyai kemiringan lereng yang agak landai, terutama di sebelah timur, maka di atas bentuk lahan ini banyak ditempati permukiman dari sebagian besar penduduk. Kondisi ini agak berbeda dengan di sebelah barat yang berlereng miring hingga curam sehingga pada bagian ini sebagian besar lahan digunakan sebagai lahan perkebunan dan hutan. Bentuk lahan ini dicirikan oleh warna hijau tua yang dominan, sedikit berwarna hijau muda yang mencerminkan vegetasi dan coklat yang mencerminkan lahan - lahan terbuka yang belum ditumbuhhi vegetasi.

Lereng kaki *fluvio* vulkanik (*Fluvio-volcanic foot slope*) ditandai dengan warna coklat karena sebagai dataran yang ditempati oleh penduduk dan hijau karena bervegetasi. Bentuklahan ini memiliki luas 2.650 Ha (26,1%) dan terdapat *Maar* Tolire Besar. Bentuk lahan ini secara umum memiliki lereng yang landai sebagai hasil proses deposisi dari proses erosi yang terjadi pada bentuk lahan di atasnya atau endapan aliran lahar maupun aliran piroklastik. Aliran lava yang terlihat pada citra berasal dari akumulasi leleran lava hasil erupsi pada tahun 1737, 1763, 1840, 1897 dan 1907 ke arah timur laut mencapai pantai Kulaba dan Batu angus (Pratomo et al, 2011). Dari citra tampak berwarna hijau muda karena telah bervegetasi berupa semak belukar dan bertekstur halus di bagian atas, namun pada bagian bawah berwarna agak kehitaman dan bertekstur kasar yang mencirikan batuan lava yang belum ditumbuhhi oleh vegetasi. Aliran lava memiliki luas 271 Ha atau 2,71% dari luasan total G. Gamalama.

*Maar*. Pada lokasi penelitian terdapat tiga *maar* yaitu *maar* Tolire Besar, Tolire Kecil dan Laguna. *Maar* Tolire Besar dicirikan dengan bentuk oval memiliki luasan 24,3 Ha atau 0,2% dari total luasan dan berada di sebelah barat laut kawah Arafat, sedangkan Tolire Kecil berada di sebelah timur laut arah pantai dari Tolire besar. Kedua maar ini berada pada lereng kaki vulkanik yang terjadi akibat erupsi pada tgl 5 – 7 September 1775. Erupsi didahului oleh beberapa kali gempa besar kemudian

diikuti oleh letusan uap air (letusan *freatik*) yang disertai dengan suara gemuruh. Adapun proses erupsi *freato-magmatik* yang terjadi akibat interaksi antara intrusi magma dengan air tanah menghasilkan ledakan dahsyat dan menghasilkan kawah besar sehingga ketika terisi air melahirkan *maar*. *Maar* ini tersusun oleh endapan letusan *freatik* berupa breksi letusan dan endapan tumpuan dasar (Pratomo et al, 2011). Kedua *maar* ini berisi air tawar dengan tinggi permukaan air hampir sama dengan muka air laut dan tergenang sepanjang tahun.

*Maar* Laguna terletak di sebelah selatan G. Gamalama memiliki luas 16,6 Ha atau 0,16% dari luasan total, berbentuk oval dan terbentuk akibat erupsi freatik pada akhir pra-sejarah. *Maar* ini diperkirakan berhubungan dengan sistem magmatik dari pusat erupsi gunungapi Gamalama Muda (Gm) (Pratomo et al, 2011). Gisik Pantai membentang mengelilingi G. Gamalama terbentuk dari pasir halus berwarna hitam di bagian utara dan kerikil pada bagian selatan. Pasir hitam berasal dari bahan vulkanik yang terbawa oleh lahar menuju pantai, sedangkan kerikil berasal dari hasil proses abrasi batuan vulkanik di sepanjang pantai. Bentuklahan ini mempunyai lereng yang datar dan sudah banyak dihuni oleh penduduk, mempunyai pola memanjang dengan perbedaan warna yang sangat kontras antara biru laut dan agak kecoklatan yang mencirikan pasir. Luasan gisik pantai mencapai sekitar 253 Ha atau 2,5% dari total luasan Pulau Ternate.

Selain itu pada wilayah pantai ini juga terdapat daratan reklamasi yang terbentuk akibat penimbunan material batuan dan tanah oleh manusia (*anthropogenik*) yang dimulai dari tahun 2006 hingga 2009, sehingga sebagian dari laut tepi pantai menjadi daratan baru. Bentuklahan ini memiliki luas 25,1 Ha atau 0,2% luasan total dan sebagian besar berada pada sebelah timur G. Gamalama.

Bentuk lahan dapat memberikan gambaran dalam melakukan penilaian bahaya longsor karena longsor dapat terjadi pada bentuklahan yang berlereng seperti perbukitan atau pegunungan ataupun kondisi yang dapat merubah bentuk lahan menjadi berbukit dengan lereng curam. Lokasi penelitian termasuk

dalam bentuk lahan bergunung maka ini sangat berpotensi untuk terjadi longsor.

### 3.2. Bahaya longsor di Pulau Ternate

Faktor kerentanan (susceptible) longsor dan faktor pemicu longsor yang dipadukan dapat membantu dalam menganalisis wilayah bahaya longsor. Faktor pemicu longsor yang digunakan pada penelitian ini yaitu aktifitas manusia. Hal ini dimaksudkan untuk melihat sejauh mana aktifitas manusia dalam mempengaruhi potensi longsor.

Hasil analisis bahaya longsor disajikan pada Tabel 5 di bawah ini;

Tabel 5. Nilai interval kelas bahaya longsor di Pulau Ternate

Kelas Bahaya Longsor	Nilai Interval	Luasan (Ha)	Persentase (%)
Aman	0,6 – 1,5	1.835	18,1
Rendah	1,6 – 2,4	2.420	23,8
Sedang	2,5 – 3,2	3.015	29,7
Tinggi	3,3 – 4,1	2.860	28,2

Sumber : Hasil analisis, 2012

Kelas bahaya longsor yang mendominasi Pulau Ternate adalah kelas bahaya longsor sedang dengan luas 3.015 ha atau 29,7% dari luasan total wilayah. Kelas ini berada pada kemiringan lereng 15% - 45%. *Landfrom* yang mendominasi yaitu lereng bawah kerucut vulkanik dan *maar* Laguna. Tekstur tanah lempung dan liat sedangkan penggunaan lahan yang mendominasi meliputi danau, lahan terbuka dan semak.

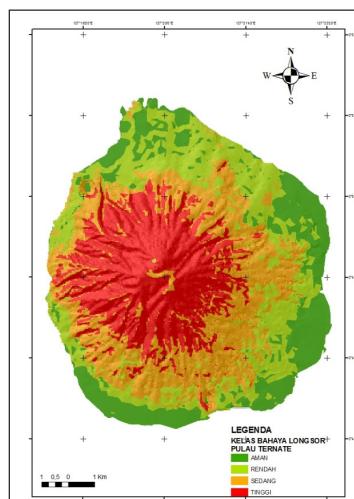
Kemiringan lereng relatif mempengaruhi bahaya longsor. Ini terbukti dari persentase luasan kelas bahaya longsor yang relatif tinggi pada pada kelas sedang hingga tinggi dengan kemiringan lereng >15% Dimana kemiringan lereng tersebut mendominasi bentuk lahan dari lereng bawah kerucut vulkanik hingga lereng puncak kerucut vulkanik yang terbentuk sebagai hasil dari erupsi vulkanik gunungapi Gamalama.

Bentuk penggunaan lahan di lokasi penelitian yang cenderung memicu terjadinya longsor didominasi oleh lahan terbuka, penambangan pasir dan batu, dan semak belukar. Lahan terbuka dapat dengan mudah melongsorkan material longsoran karena tidak ada pelindung pada area tersebut yang dapat menahan pemicu longsor seperti hujan. Penambangan pasir dan batu dapat memicu longsor karena dapat merubah stabilitas lereng dengan cara memotong lereng dan menggalinya. Semak belukar dengan sistem perakaran yang dangkal dan serabut dapat merubah tanah menjadi gembur sehingga lebih memudahkan dalam meresapkan air ke lapisan bawah tanah, jika terjadi terus menerus maka lapisan bawah tanah menjadi jenuh air dapat menjadi bidang luncur.

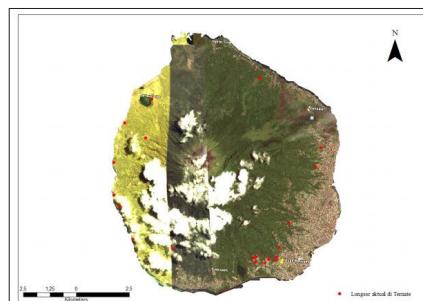
Sedangkan penggunaan lahan di lokasi penelitian yang diduga dapat menghindarkan proses pelongsoran seperti hutan, perkebunan tahunan, pemukiman dan bandara. Hutan dan perkebunan tahunan yang juga berfungsi menjadi hutan dapat menghindarkan proses longsor (*Shear strength*) karena memiliki sistem perakaran pohon yang dalam sehingga dapat menahan laju longsoran. Permukiman dan bandara juga dapat menghindarkan longsor karena tidak berada pada tebing yang terjal sehingga tidak menyebabkan daya tekan (*shear stress*).

Adapun gambaran bahaya longsor disajikan pada Gambar 3. Jika dibandingkan dengan kejadian aktual longsor di lapangan, telah terdeteksi 20 titik longsor di Pulau Ternate. Jejak longsor ini sebagian besar relatif disebabkan oleh ulah manusia (*anthropogenik*) yang merubah kemiringan lereng sehingga dapat membuat lereng lebih berpotensi longsor. Data titik longsor ini juga dapat digunakan sebagai data dalam menilai peta bahaya longsor yang dibuat dengan menghitung rasio frekuensi (FR). Dimana *rasio frekuensi* yaitu perbandingan *persentase luas kelas potensi bahaya longsor* dengan *jumlah titik longsor pada kelas bahaya longsor*.

Nilai FR dapat diinterpretasikan sebagai berikut; antara 0 hingga 0,9 mengindikasikan tidak ada hingga kemungkinan kecil longsoran akan terjadi pada area tersebut, nilai 1



Gambar 3. Kelas bahaya longsor di Pulau Ternate



Gambar 4. Jejak longsor aktual di Pulau Ternate

mengindikasikan kemungkinan yang sama akan terjadi pada area tersebut, dan >1 kemungkinan besar akan terjadi pada area tersebut (Intarawichian dan Dasananda, 2010). Pada penelitian ini, hasil perhitungan FR disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai interval kelas bahaya longsor di Pulau Ternate

Kelas Bahaya Longsor	Persentase luasan (%)	Jumlah titik longsor	% jumlah titik longsor	FR
Aman	18,1	0	0	0
Rendah	23,8	12	60	2,5
Sedang	29,7	7	35	1,1
Tinggi	28,2	1	5	0,1

Sumber : Hasil analisis, 2012

Sebagaimana tabel tersebut bahwa pada kelas aman bernilai FR 0. Ini mengindikasikan bahwa pada area ini relatif tidak akan terjadi longsor karena wilayah ini memiliki karakteristik lahan yang tidak menyebabkan longsor.

Pada kelas bahaya rendah nilai FR 2,5 dan kelas bahaya sedang bernilai FR 1,1. Ini mengindikasikan kemungkinan besar terjadi longsor pada wilayah ini karena memiliki karakteristik lahan yang dapat menyebabkan longsor seperti lereng yang miring hingga curam dan penggunaan lahan yang dapat berpotensi longsor. Selain itu diduga sebagian luasan wilayah ini pada awalnya merupakan kelas aman namun dengan karakteristik lahan yang berubah karena ulah manusia (*Anthropogenik*) menjadi kelas rendah dan sedang. Pada wilayah inilah yang patut diwaspadai longsoran akan terjadi karena cenderung terjadi perubahan penggunaan lahan dengan dapat memicu terjadi longsor.

Kelas tinggi bernilai FR 0,1 dimana mengindikasikan kemungkinan kecil terjadi longsor pada area ini. Nilai FR yang rendah dikarenakan pada penelitian ini sangat kurang dalam pengambilan sampel titik longsor sebagai infomasi jejak longsor pada area ini. Hal tersebut dikarenakan karakteristik wilayah yang tidak memungkinkan untuk memantau dan menelusuri jejak longsor secara baik di lapangan.

Beberapa gambaran titik longsor di lapang. Titik longsor pada koordinat 00046'05,4"N dan 127021'31,3"E. Kel. Kalumata Kec.

Ternate Selatan. Lereng sangat curam yang disebabkan karena pemotongan lereng yang sembarangan. Terdapat 9 rumah di bawah lereng yang rentan. Awalnya penggunaan lahan perkebunan tahunan kemudian berubah menjadi penambangan pasir dan perumahan.



Titik longsor pada koordinat 00046'12,2"N dan 127021'15,9"E. Kel. Kalumata Kec. Ternate Selatan, 200 m dari titik 1. Lereng sangat curam karena pemotongan lereng yang sembarangan. Terdapat 7 rumah di bawah lereng yang rentan. Awalnya penggunaan lahan perkebunan tahunan kemudian berubah menjadi area penambangan pasir dan perumahan.



Titik longsor 00048'12,3"N dan 127022'55,1"E. Kelurahan Akehuda Kecamatan Ternate Utara. Lereng sangat curam. Terdapat 5 rumah di bawah lereng yang rentan. Awal penggunaan lahan perkebunan tahunan kemudian beralih menjadi perumahan.

### **3.3. Kerentanan (*Vulnerability*) elemen risiko**

Dalam menilai ukuran kerentanan (*vulnerability*) terdapat beberapa cara diantaranya; kerentanan dapat dinyatakan dalam bentuk skala, dari angka 0 yang diartikan sebagai kondisi tidak mengalami kehancuran hingga angka 1 yang menyatakan kondisi kehancuran atau kehilangan secara keseluruhan (Varnes, 1984).

Kerentanan juga dapat dinilai dari beberapa hal seperti (i) nilai moneter, misal harga suatu aset atau biaya perbaikan suatu aset jika mengalami kehancuran, (ii) nilai suatu aset dari kepentingannya atau nilai aset yang tidak tergantikan, dan (iii) nilai manfaat suatu aset. Adapun kehidupan manusia merupakan nilai yang tidak dapat dihitung (Alexander, 2000).

Kerentanan juga dapat dinilai secara deskriptif, terutama kerentanan infrastruktur, seperti (i) kerusakan kecil (*minor*) dimana fungsi dari suatu bangunan atau jalan tidak terlalu berpengaruh dan kerusakannya dapat diperbaiki secara cepat dengan pembiayaan murah, (ii) sedang (*medium*), dimana fungsi dari suatu bangunan atau jalan sangat berpengaruh sehingga jika rusak maka perbaikan kerusakan akan memakan waktu lama serta pembiayaan lebih besar, (iii) kerusakan total (*major*), dimana bangunan atau jalan tidak dapat berfungsi lagi karena hancur total dan rekonstruksi sangat dibutuhkan (Cardinali et al., 2003; Guzetti et al., 2004; Reichenbach et al., 2005 dalam Westen, 2006).

Pada penelitian ini, penilaian kerentanan mengacu pada hal tersebut di atas yaitu mempertimbangkan secara deskriptif atas jenis, posisi serta manfaat suatu aset kemudian diberikan bobot berdasarkan rumusan yang terdapat pada metode penelitian.

Dari hasil pengamatan, terdapat 27.131 unit bangunan di lokasi penelitian yang masuk dalam wilayah kelas bahaya longsor aman, rendah, sedang dan tinggi. Adapun bangunan tersebut terdiri dari 26.441 rumah dan 691 non rumah (Tabel t).

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa rumah penduduk terbanyak terletak di kelas

aman, yaitu sebanyak 18.662 unit rumah dan paling sedikit terletak di kelas tinggi, yaitu sebanyak 3 unit. Jenis *non* rumah terbanyak juga terletak di kelas aman, yaitu sebanyak 510 unit, dan paling sedikit terletak di kelas tinggi yaitu 1 unit.

Tabel 7. Nilai kerentanan bangunan terhadap longsor

Kelas bahaya longsor	Jumlah bangunan (unit)		Jumlah total
	Rumah	Non rumah	
Aman	18.662	509	19.171
Rendah	7.306	163	7.469
Sedang	470	7	487
Tinggi	3	1	4
<b>Jumlah</b>	<b>26.441</b>	<b>691</b>	<b>27.131</b>

Sumber : Hasil analisis, 2012

Namun untuk menilai risiko bangunan terhadap longsor, hanya dianalisis pada kelas bahaya longsor rendah hingga tinggi.

### **3.4. Risiko bangunan terhadap longsor**

Setelah diketahui parameter risiko bencana longsor seperti bahaya (*Hazard*) dan kerentanan (*Vulnerability*) maka dapat ditentukan tingkat risiko di Pulau Ternate terutama risiko bangunan. Dari hasil analisis maka risiko longsor dikategorikan menjadi tiga kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi.

Tabel 8. Nilai risiko bangunan terhadap longsor

Jenis bangunan	Bobot	Kelas bahaya longsor		
		Rendah	Sedang	Tinggi
		0,17	0,33	0,50
Rumah	0,7	0,119	0,231	0,35
Non rumah	0,3	0,051	0,099	0,15

Sumber : Hasil analisis, 2012

Dari tabel di atas diketahui bahwa nilai risiko bangunan terhadap longsor terendah yaitu 0,051 artinya bangunan dengan jenis non rumah seperti kantor, fasilitas umum yang berada di kelas bahaya longsor rendah memiliki risiko rendah terhadap bahaya longsor. Karena

kecil kemungkinan korban jiwa atau kerusakan yang ditimbulkan jika longsor menimpa bangunan ini. Nilai risiko terbesar yaitu 0,35 artinya jenis bangunan rumah yang berada pada kelas bahaya longsor tinggi memiliki risiko bangunan terhadap longsor tinggi. Hal ini karena jika terjadi longsor dan menimpa rumah tersebut dapat menimbulkan kehancuran yang agak tinggi karena dari struktur dan konstruksi bangunan rumah penduduk lebih lemah dibandingkan non rumah penduduk atau fasilitas umum sehingga juga dapat menimbulkan korban karena rumah penduduk di dalamnya selalu terdapat penghuninya.

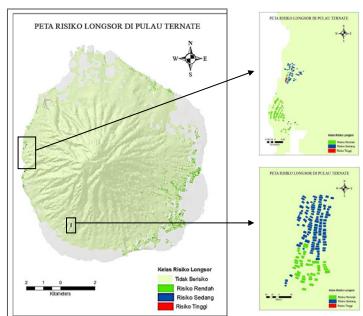
Adapun kelas risiko longsor dan nilai interval disajikan pada tabel 9 berikut;

Tabel 9. Nilai kerentanan bangunan terhadap longsor

Kelas risiko	Nilai interval	Tipe bangunan (unit)	
		Rumah penduduk	Non rumah
Rendah	0,15 – 0,91	6.996	165
Sedang	0,92 – 1,68	455	0
Tinggi	1,69 – 2,45	3	0

Sumber : Hasil analisis, 2012

Sebagaimana tabel di atas bahwa di kelas risiko longsor rendah terdapat bangunan sebanyak 7.161 unit yang terdiri dari rumah penduduk sebanyak 6.996 unit dan 165 unit non rumah. Pada kelas risiko sedang terdapat 455 unit non rumah sedangkan pada kelas risiko tinggi terdapat 3 unit rumah penduduk. Adapun gambaran sebaran kelas risiko longsor disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sebaran risiko bangunan terhadap longsor di Pulau Ternate

Dari gambar tersebut terlihat bahwa sebaran kelas risiko longsor rendah dominan berada di sebelah timur lokasi penelitian pada *landform* lereng bawah kerucut vulkanik. Kondisi ini dapat memberikan gambaran bahwa area tersebut banyak digunakan sebagai area permukiman dan pusat aktifitas lainnya seperti aktifitas ekonomi dan perkantoran. Karakteristik wilayah pada area ini pun dominan berada di kelas bahaya longsor rendah namun perlu diwaspadai karena dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan lahan akan semakin meningkat sehingga cenderung akan meningkatkan risiko longsor. Kelas risiko longsor sedang tersebar di lokasi penelitian dan dominan berada pada *landform* lereng bawah kerucut vulkanik. Bangunan pada kelas ini seluruhnya adalah rumah penduduk. Area ini pun berpotensi untuk terjadi peningkatan risiko longsor karena banyak tempat pada area ini diekplorasi sebagai area tambang galian C yang kemudian setelah selesai penambangan digunakan sebagai permukiman.

Dari uraian di atas, risiko bencana merupakan suatu kejadian alam yang berpotensi menimbulkan korban. Sehingga semakin tinggi bahaya dan kerentanan maka semakin tinggi pula tingkat risiko. Selanjutnya Kota Ternate didominasi oleh kelas risiko longsor rendah namun potensi risiko longsor dapat meningkat jika tidak dilakukan suatu upaya pengurangan risiko bencana longsor.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Pulau Ternate memiliki potensi longsor kelas sedang pada *landslide susceptible* dengan luas 2.930 Ha dan meningkat luasannya menjadi 3.015 Ha pada kelas bahaya longsor sedang. Peningkatan luasan potensi longsor tersebut dipicu oleh penggunaan lahan terutama galian C. Galian C tersebut berubah menjadi area permukiman sehingga dapat meningkatkan resiko longsor. Pulau Ternate memiliki 6.903 unit rumah penduduk yang berpotensi mengalami kehancuran dengan tingkat resiko sedang. Resiko longsor akan

terus meningkat jika penggunaan lahan untuk permukiman tidak dikendalikan secara baik.

#### 4.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan 1) Pendetailan skala informasi parameter bahaya longsor di Pulau Ternate; 2) Dilakukan pencatatan informasi kejadian longsor; 3) Pendetailan beberapa parameter kerentanan secara spasial.

### DAFTAR PUSTAKA

- BAPPEDA Kota Ternate. 2011. Monografi Kota Ternate. Ternate.
- BPBD Kota Ternate. 2011. Data Kebencanaan Kegiatan Asean Regional Forum Disaster Relief Exercises (ARF DiR ex). Ternate. Maluku Utara.
- BPS Maluku Utara. 2009. Maluku Utara Dalam Angka. Maluku Utara.
- BAKORNAS PB, 2007. Pengenalan karakteristik bencana dan upaya mitigasinya di Indonesia.
- Bolin, C., Cardenas, C., Hahn, H., Vatsa., 2003. *Disaster Risk Management By Communities and Local Government. Inter-America Development Bank. New York Avenue.*
- Davidson, Rachel. A and Shah, Haresh. C. 1997. *An Urban Earthquake Disaster Risk Index. Departement of Civil and Environmental Engineering. Stanford University.*
- Hadmoko, D.S, Lavigne. F, Sartohadi. J, Hadi. P, Winaryo. 2010. *Landslide Hazard and risk assesment and their application in risk management and landuse planning in eastern flank of Manoreh Mountains, Yogyakarta Province, Indonesia. Natural Hazard. DOI 10.1007/s 1069-009-9490 0.p 623-642.*
- Sunarti, Euis., Sumarno, Hadi., Murdiyanto. Hadianto, Adi. 2009. Indikator Kerentanan Keluarga Petani Dan Nelayan untuk Pengurangan Resiko Bencana di Sektor Pertanian. Pusat Studi Bencana. LPPM IPB. Bogor.
- Tjahjono, B dan Barus, B. 2010. Geoindikator Tanah Longsor. Makalah yang disampaikan pada workshop Geoindikator Bencana. 30 November 2010.
- Van Western CJ, Van Asch TWJ, Soeters R. 2003. *Landslide Hazard And Risk Zonation Why is It So Diffucult? Bull. Eng Geol. 10.1007/s10064-005-00230.*

# PENANGGULANGAN BENCANA DEMAM BERDARAH DENGUE DENGAN CARA REKA ULANG BAK AIR BANGUNAN

**Taufiq Ilham Maulana**

*Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan*

*Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada*

*Jln Wora Wari No. 7 Solo, Jawa Tengah 57141*

*E-mail: mtaufiqilham@yahoo.com*

## **Abstract**

*Indonesia is a country in South-East Asia and Oceania. It is an archipelago comprising approximately 17,504 islands, it has 497 regencies and cities, over 230 millions people. Lying along the equator, in three tectonic plates are the Eurasian plate, the Indo-Australian plate and the Pacific plate, Indonesia has a tropical climate with wet and dry seasons, that make it has overflow water resources. Plus people behaviour that less care about their environment's hygiene, that caused dangerous and deadly illness treat them. WHO stated that Indonesia is the greatest Dengue Fever endemic in South-East Asia and in the world. With approximately 70% of its region. Facing this phenomenon, Indonesia has to make a wise decision. The governments together with people and stakeholders have done every single efforts to reduce this deadly disease by doing "3M" (Menguras=Drain, Menutup= Close, Mengubur=Bury). This campaign is very simple and flexible, but in fact, until now, Indonesia is still at the first rank about dengue fever spread every year. Drain the cistern tank, close the water resources, and bury cans into the ground, are on the list to do. Doing them in the public places are easy because we can do them together. But the case is to do them in private places such our home with high fence and dog's protection. We can't do them together and only can be done by owners. One of the reasons of the appearance endemic is the wrong plans of making bath inside the buildings or houses*

**Keywords:** *Dengue, fever, endemic, 3M, bath.*

## **1. PENDAHULUAN**

Tidak ada tempat di dunia yang benar-benar bebas dari ancaman bencana. Bencana dan nikmat karunia adalah ibarat dua sisi mata uang. Siang dan malam, senang dan sedih, besar dan kecil, sedikit dan banyak, lunak dan keras, luar dan dalam, atas dan bawah, gelap dan terang, kanan dan kiri, tinggi dan rendah, gaya grafitasi dan *centrifugal*, perlambatan dan percepatan, kesemua tersebut adalah dua kondisi yang memang faktanya berlainan namun ada di dunia.

Bencana selalu datang sekonyong-konyong, mendadak dan terjadi pada saat yang tidak diinginkan oleh siapapun. Bencana sering terjadi di saat sebagian besar manusia

belum melakukan persiapan menghadapinya. Beberapa bencana yang sering terjadi antara lain adalah banjir, tanah longsor, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, angin topan, badai dan tornado, gelombang pasang, gempa bumi, tsunami, letusan gunung, kegagalan teknologi termasuk tabrakan beruntun, runtuhnya bangunan dan bocornya radiasi nuklir, kerusuhan sosial (*chaos*), dan wabah penyakit. Ke tiga belas jenis bencana tersebut di atas pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu bencana yang terjadi karena alam dan yang lain adalah bencana yang terjadi akibat ulah manusia sendiri.

Gempa bumi, angin topan, gelombang pasang, tsunami adalah contoh bencana yang diakibatkan oleh fenomena alam. Bencana

tersebut biasanya menjadi pusat perhatian yang heboh karena mampu menyedot perhatian publik luas. Penayangan berulang-ulang diberbagai media menjadikan bencana tersebut semakin fenomenal dan menjadi *top news* di berbagai media, sehingga mampu menumbuhkan keterikatan emosi seluruh komponen masyarakat bahkan sampai di warung kaki lima dan masyarakat akar rumput. Bencana gempa bumi yang disusul tsunami di Aceh, yang terjadi Pada tanggal 26 Desember 2004, adalah salah satu contohnya. Berbeda dengan bencana karena fenomena alam, bencana wabah endemik, misalnya penyakit yang disebabkan oleh gigitan nyamuk, dampaknya kurang menjadi perhatian publik secara luas.

## 1.1 Latar Belakang

“Sakit Demam Berdarah, Taufik Kiemas Diopname”, demikian judul berita media online suaramerdeka *dot com* pada tanggal 3 Juni 2012. Rupanya demam berdarah dengue (DBD) menyerang kepada siapa saja, tidak hanya masyarakat kecil, bahkan Ketua Majelis Permusyawaratan Rakyat Republik Indonesia (MPR-RI) Periode 2009 – 2014 terbukti bisa terserang juga.

Disamping chikungunya, malaria, dan kaki gajah, DBD adalah salah satu penyakit mematikan, yang juga disebabkan oleh nyamuk. DBD ditemukan di daerah beriklim tropis dan *sub-tropis* di seluruh dunia, terutama di daerah kumuh perkotaan dan semi perkotaan. Dibandingkan dengan bencana alam lain, misalnya gempa bumi, banjir, kebakaran atau angin tornado, ternyata demam berdarah dengue (DBD) tidak kalah mengerikan, dipandang dari segi jumlah korban yang meninggal dan luasan daerah yang terjangkit serta interval waktu terjadinya.

Data badan dunia, *World Health Organization* (WHO), merilis bahwa sebelum Tahun 1970-an, ditengarai hanya sembilan negara yang mengalami wabah DBD yang parah. Penyakit tersebut saat ini merupakan wabah endemik di lebih dari 100 negara, yang tersebar di negara-negara Afrika, Amerika, Mediterania Timur, Asia Tenggara

dan Pasifik Barat. Negara-negara di Asia Tenggara dan Pasifik Barat merupakan daerah yang penduduknya paling banyak mengalami wabah tersebut, dan paling serius menderita dampaknya.

Beberapa kasus di Amerika, Asia Tenggara dan Pasifik Barat, seluruhnya telah berjumlah lebih dari 1,2 juta kasus pada tahun 2008. Sedangkan pada Tahun 2010, wabah DBD berjumlah lebih dari 2,2 juta kasus. Dari berbagai laporan diketahui bahwa jumlah penderita DBD tidak berkurang setiap tahunnya, namun justru meningkat. Pada 2010, sejumlah 1,6 juta kasus demam berdarah dilaporkan di Amerika saja, dan dari jumlah tersebut, sebanyak 49.000 orang merupakan kasus demam berdarah yang sangat parah. Lebih lanjut WHO menyebutkan bahwa sekitar 500.000 orang setiap tahunnya, diperkirakan menderita demam berdarah yang parah dan memerlukan rawat inap untuk penyembuhannya. Sebagian besar dari mereka adalah anak-anak dan sekitar 2,5% dari mereka, terkena dampaknya sampai akhirnya mengalami kematian.

Di Indonesia, kasus bencana demam berdarah dengue (DBD) juga rutin terjadi setiap tahun, beberapa contohnya terjadi di Yogyakarta, Klaten, Surakarta, Grobogan, Kudus sampai Kabupaten Jepara.

Harian joglo semar *dot com* tanggal 2 Oktober 2011 mewartakan bahwa di Yogyakarta 9 RW positif endemik demam berdarah. Media *online tempo dot co* tanggal 11 Januari 2009 juga menyatakan bahwa 89 kelurahan di Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan daerah endemik DBD, sementara untuk Kabupaten Sleman saja tercatat 17 dari total 86 desa yang ada, merupakan endemik DBD. Di Kabupaten Gunung kidul, 11 dari 144 desa yang ada merupakan daerah endemik DBD. Dan di kabupaten Kulonprogo, 2 dari 88 desa yang ada dinyatakan endemik DBD.

Di sepanjang Tahun 2008 saja, total kasus DBD di Daerah Istimewa Yogyakarta berjumlah 1.952 kasus. Dari jumlah kasus tersebut korban yang akhirnya meninggal dunia sebanyak 20 orang. Media *online tempo dot co* tanggal 27 Desember 2005 juga mewartakan bahwa Kabupaten Klaten adalah daerah KLB demam berdarah. Suaramerdeka *dot com*, tanggal

1 Mei 2012 juga memberitakan bahwa pada bulan tersebut Kota Solo merupakan puncak serangan DBD. Di Kabupaten Grobogan, sebagaimana diwartakan elshinta dot com, penderita DBD mencapai 70 %. Bahkan media *online* tempo dot co mewartakan bahwa di Grobogan korban tewas akibat virus ini mencapai 24 orang. Tahun 2010 di Kabupaten Kudus terjadi 1.188 kasus DBD dengan korban meninggal mencapai 33 orang. Sementara di Kabupaten Jepara pada tanggal 6 Februari 2008, tercatat 6 warga tewas akibat penyakit mematikan ini.

Berbeda dengan tumor, liver, ginjal, diabetes, jantung atau penyakit serius lainnya, demam berdarah dengue (DBD) sebenarnya adalah penyakit yang tidak memerlukan penanganan khusus dan rumit, misalnya operasi, transplantasi atau tindakan medis berat lainnya. Usaha preventif dan deteksi dini serta akses ke perawatan medis yang cepat, akurat dan tepat akan mampu menurunkan angka kematian hingga di bawah 1%.

Mengacaukan habitat berkembangbiak nyamuk *Aedes aegypti* dengan cara melakukan tindakan 3M, yaitu menguras bak air, menutup tempat penampungan air, menimbun kaleng atau wadah kosong ke dalam tanah, adalah upaya yang sederhana namun tepat sasaran. Selalu menutup tempat penampungan air dan melakukan pengurasan bak air dalam jangka waktu seminggu sekali, adalah suatu kegiatan yang cukup mengacau habitat *Aedes aegypti*, karena siklus hidup nyamuk tersebut antara 10 sampai 12 hari.

Namun demikian dalam kenyataannya menguras bak air minimal seminggu sekali adalah bukan pekerjaan yang mudah dan bukan pula pekerjaan yang ringan untuk dikerjakan. Apalagi kalau bak air tersebut berada dalam kamar pribadi, di suatu rumah mewah yang dijaga anjing penjaga, dalam lingkungan kawasan perumahan kluster dan dijaga pula beberapa tenaga satuan pengamanan (SATPAM).

Untuk melakukan 3M di lingkungan publik adalah tindakan yang tidak sulit, karena budaya gotong royong dan kerja bakti dalam masyarakat Indonesia, bisa diberdayakan. Kalaupun di beberapa wilayah gotong royong dan kerja

bakti sudah agak memudar, pemerintah dan kelompok masyarakat bisa melakukan upaya lain, misalnya dengan mempekerjakan tenaga pembersih di lingkungan masing-masing. Hal ini tentu berbeda dengan keberadaan bak air di dalam kamar pribadi. Tidak ada orang lain yang berani memasuki kamar tersebut tanpa ijin dan perintah pemilik kamar dan rumah tersebut.

Demikian juga keberadaan air dalam bak di bangunan publik, misalnya stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU). Manajemen tempat pengelola SPBU bisa saja mempekerjakan tenaga untuk menguras bak air seminggu sekali, namun dalam prakteknya, menguras bak air adalah pekerjaan yang tidak sederhana.

Disamping karena etos kerja, hal ini disebabkan konstruksi bak air yang memang sulit dikuras. Perencanaan bak air secara permanen, terlalu besar atau kecilnya ukuran bak air, tutup lubang pembuangan yang terkadang hilang, kesulitan air sehingga menghemat penggunaan air, adalah beberapa alasan mengapa melaksanakan pengurasan bak air sulit dilaksanakan sesuai jadwal waktu.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Dari latar belakang tersebut di atas, penulis melakukan penelitian dengan tujuan subyektif yaitu untuk menambah pengetahuan dan pemahaman tentang bak air yang diyakini bisa menyebabkan atau meminimalisasikan bencana akibat wabah demam berdarah dengue (DBD). Sedangkan tujuan obyektifnya antara lain adalah ingin mengatahui:

- a. Apakah benar wabah DBD merupakan bencana di Indonesia;
- b. Jenis bak air yang sudah ada di beberapa SPBU;
- c. Jenis bak air yang sudah ada di beberapa rumah tinggal;
- d. Mengetahui pendapat pemilik atau penghuni rumah mengenai bak air yang mudah dikuras.
- e. Rencana pembangunan tempat tinggal yang populer atau umum, berdasarkan gambar-gambar perencanaan bak air untuk tempat tinggal;

Dari ke empat pengetahuan hasil

penelitian tersebut di atas, selanjutnya penulis akan mengajukan saran atau gagasan bagaimana langkah penanggulangan bencana DBD seharusnya dilaksanakan, terutama berkaitan dengan bak air di suatu bangunan, apakah bangunan untuk fasilitas umum atau bangunan rumah tinggal. Dengan demikian diharapkan di masa mendatang bak air dalam bangunan konstruksi mudah dikuras tanpa mengurangi fungsi sebagai tempat air untuk berbagai keperluan. Hal tersebut berarti bahwa pembuatan bak air tidak hanya memperhatikan faktor indah dan bagus saja, namun sehat, hemat, mudah perawatannya dan masih memiliki fungsi sebagai penampung air, juga harus diakomodasi.

## 2. METODOLOGI

Rumah adalah suatu bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat tinggal yang layak huni, sarana pembinaan keluarga, cerminan harkat dan martabat penghuninya, serta aset bagi pemiliknya. Rumah seharusnya tidak hanya layak huni saja, namun harus memiliki ruang untuk memenuhi kebutuhan pemiliknya, misalnya kamar tidur dan WC/kamar mandi/kamar kecil.

Dalam literatur arsitektur maupun ilmu pembangunan rumah dan gedung, tidak ada rumusan, formula atau aturan baku bagaimana membuat bak air dalam kamar mandi, kamar kecil maupun water closet. Biasanya seseorang membuat kamar mandi lengkap dengan bak air dan perlengkapan lainnya adalah sesuai kebutuhan dan selera pemiliknya. Mungkin saja anggaran biaya, keindahan, etika dan estetika yang menjadi pertimbangan. Misalnya orang yang sangat kaya raya akan membuat kamar mandi yang besar, mahal dan indah serta perlengkapan yang super mewah. Sedangkan orang biasa mungkin saja akan membuat kamar mandi sederhana dan hemat biaya, yang penting bisa berfungsi sebagai kamar mandi. Dari hasil penelusuran penulis sebelumnya, sampai saat ini belum pernah ada orang membuat bak air dengan pertimbangan "supaya tidak menjadi sarang nyamuk Aedes aegypti".

### 2.1 Sampling dan Analisa Sampling

Berbeda dengan etika posisi bak air dan ke arah mana toilet atau kloset seharusnya menghadap, pembuatan bak air tidak atau belum menjadikan "supaya tidak menjadi sarang nyamuk Aedes aegypti" menjadi pertimbangan kecuali hanya ukuran dan posisinya saja. Posisi bak air, misalnya, sebaiknya berada si sisi kanan kloset sehingga tangan kanan bisa mengambil air sedangkan tangan kiri bisa membersihkan. Sedangkan posisinya, di Indonesia sebaiknya tidak menghadap ke barat atau timur, namun diusahakan menghadap utara atau selatan.

Karena belum ada literatur tentang membuat bak air inilah, penelitian ini dilaksanakan dengan metode campuran yaitu melihat fakta atau penelitian di lapangan dan interview atau wawancara.

Penelitian lainnya, yaitu mempelajari gambar-gambar perencanaan pembuatan bak air/bak kamar mandi/WC/kamar kecil, penulis lakukan juga dengan telaah pustaka dan penelusuran di internet.

Khusus untuk menyerap pandangan masyarakat, penulis melakukan wawancara atau interview singkat pada pemilik atau penghuni rumah, khususnya mengenai pendapat yang belum ada di dalam literatur, mengenai bak air, apakah menurutnya lebih mudah melakukan pengurasan bak air tidak permanen dari pada melakukan pengurasan pada bak air permanen. Pertanyaan yang penulis ajukan kepada pemilik atau penghuni rumah adalah:

- a. Apakah bak air anda selalu dilakukan pengurasan minimal seminggu sekali?
- b. Apakah anda setuju bahwa seandainya bak air milik anda, atau yang anda pakai, berupa bak air yang tidak permanen, misalnya ember atau yang lainnya, adalah mudah dilakukan pengurasan?
- c. Mengapa dahulu waktu membuatnya tidak dibuat tidak permanen saja?

### 2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan sepanjang tahun 2012 mulai bulan Januari, namun secara intensif baru dilakukan antara bulan Agustus

sampai September 2012, pada saat liburan kuliah.

Metode penelitian adalah dengan pengamatan yaitu melihat langsung bak air yang ada di berbagai gedung, yaitu SPBU dan rumah tinggal. Khusus untuk memenuhi keinginan tahu, apakah DBD adalah benar-benar bencana yang bersifat nasional, penulis melakukan pencarian diberbagai media online. Pencarian dilakukan dengan membatasi beberapa berita yang ditayangkan sepanjang Tahun 2012 saja.

### 2.3. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian adalah berbagai tempat, yaitu di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Kabupaten Klaten, Kota Surakarta, Kabupaten Grobogan, Kudus, dan Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Sedangkan lokasi penelitian adalah SPBU yang terletak antara Provinsi Yogyakarta sampai Kota Surakarta, dan SPBU antara Kota Surakarta sampai Jepara Jawa Tengah.

Penelitian mengenai bak air, dilakukan dengan mengambil beberapa sampel bangunan, antara lain adalah SPBU dan rumah tinggal.

Lokasi tempat penelitian tersebut adalah:

1. SPBU Gejayan
2. SPBU Maguwo
3. SPBU Jogonalan
4. SPBU Sumberejo
5. SPBU dekat terminal Bus Klaten
6. SPBU Ketandan
7. SPBU Karang Wuni
8. SPBU Banaran
9. SPBU Delanggu
10. SPBU Sawit
11. SPBU Pabelan Sukoharjo
12. SPBU Depok
13. SPBU Balapan Surakarta
14. SPBU Kadipiro
15. SPBU Nogosari
16. SPBU Gemolong
17. SPBU Pendem
18. SPBU Purwodadi
19. SPBU Ngejlok
20. SPBU Babalan
21. SPBU Jati

22. SPBU Kudus
23. SPBU Jember
24. SPBU Tunggul
25. SPBU Mayong
26. SPBU Krasak
27. Rumah kontrakan Bapak Purnomo, Pogung Lor, Sleman
28. Rumah Kost Ibu Tuti, Pogung Baru Kompleks A Nomer 11 Sleman
29. Ex. Rumah Bapak Purnanto, Pogung Dalangan No. 8B, Sleman
30. Rumah Keluarga Taufiq Ilham Maulana, Jl Wora-wari No. 7, Sriwedari, Solo
31. Rumah Kost, Jl. Arum Dalu I No. 1. Mangkubumen, Solo
32. Rumah Ibu Srihani, Jl. Jawa No. 84 Timuran, Solo
33. Rumah Ibu Aliyati, Gotri No. 1 Kalinyamat, Jepara
34. Apotik Harapan Kita 1, Gotri, Jepara
35. Apotik Harapan Kita 2, Kriyan, Jepara
36. Rumah Bapak Abdul Ghofar, Purwogondo, Jepara
37. Rumah ex Kantor Bank Nusuma, Bakalan, Jepara
38. Rumah Bapak Masruchin, Kalipucang, Jepara
39. Rumah Bapak Masruh, Kalipucang, Jepara
40. Rumah Ibu Sulachi, Kalipucang, Jepara
41. Rumah Ibu Istiqomah, Bakung, Demak
42. Rumah Ibu Hanim, Troso, Jepara
43. Rumah Ibu Churiyah Merdekawati, Pecangaan Wetan, Jepara

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Laporan Penelitian

#### 3.1.1 DBD adalah Bencana Nasional

Hasil penelitian dengan metode *searching* di *internet*, didapatkan hasil yang meyakinkan penulis bahwa memang benar demam berdarah dengue (DBD) adalah suatu bencana nasional yang disebabkan wabah penyakit. Sepanjang Tahun 2012 saja, setiap bulan berbagai media online mewartakan berbagai berita tentang bencana wabah tersebut. Dengan demikian ternyata DBD tidak hanya terjadi di musim

penghujan, namun terjadi tanpa memilih musim. Berikut ini adalah hasil pencarian berita di berbagai media *online*, yang penulis urutkan

mundur, dari Bulan Oktober 2012 sampai Bulan Januari 2012:

No.	Judul Berita Sepanjang Tahun 2012	Sumber Berita	Tgl.
1	130 Warga Positif DBD Satu Balita Meninggal	Metrosiantar dot com	10 Okt
2	Pasiens DBD di Inhil Melonjak	Riauterkini dot com	9 Okt
3	Dengan cepat, DBD menelan korban ratusan nyawa	Nostalgia dot tabloidnova dot com	9 Okt
4	Tiga warga Manado tewas karena DBD	Antaranews dot com	8 Okt
5	Kasus DBD di Singkil Bertambah	Aceh dot tribunnews dot com	6 Okt
6	5 Anak di Bengkalis Meninggal Akibat DBD	Fokusriau dot com	5 Okt
7	Penderita DBD Meningkat	Dumaipos dot com	4 Okt
8	27 Gampong di Langsa Rawan DBD	Atjehpost dot com	4 Okt
9	DBD Mewabah di Matra	radar-sulbar dot com	3 Okt.
10	Tujuh Anak Terserang DBD	Riaupos dot co	3 Okt
11	Demam Berdarah Mulai Mengancam Blora	Suaramerdeka dot com	3 Okt
12	Waspada DBD-Manado jadi endemik DBD	Manadopost dot co dot id	2 Okt.
13	Satu Warga Positif DBD	Radarbanten dot com	2 Okt
14	10 Kasus DBD di Ketapang Dalam Sebulan	Pontianak dot tribunnews dot com	1 Okt
15	Limbah Buat Puluhan Warga Terserang DBD	Jpnn dot com	1 Okt
16	DPRD Batam Kritisi Kinerja Dinas Kesehatan (terkait kasus DBD)	Batampos dot co dot id	26 Sep
17	Tiga Kecamatan di Cianjur Endemik DBD	Inilahjabar dot com	11 Sep
18	(Di Manado) 3 Meninggal Akibat DBD-	Manadopost dot co dot id	16 Ags.
19	Kasus DBD Meningkat. 131 Kasus, 3 Meninggal	Radarbangka dot co dot id	31 Juli
20	4 Kecamatan di Kota Tangerang Endemik Demam Berdarah	kabar6 dot com	23 Juli
21	Kota Adipura Endemik DBD	Manadopost dot co dot id	23 Juli
22	DBD merupakan penyakit endemik di provinsi Aceh	ml dot scribd dot com	16 Juli
23	(di Tasik Malaya) Puluhan Orang Kena DBD	Rmol dot co	15 Juli
24	Kototangah-Kuranji Terparah DBD	Padangekspres dot co dot id	7 Juli
25	(Di Manado) DBD Sudah 168 Kasus	Manadopost dot co dot id	2 Juli
26	Awal Tahun Kasus Demam Berdarah Selalu Tinggi	Beritamanado dot com	27 Jun
27	DBD Serang Sidimpuan, 2 Meninggal	Analisadaily dot com	22 Jun
28	81 Warga Kota Malang Terserang DBD	Bogor dot net	20 Jun
29	Kasus DBD Indonesia Masih Tertinggi di Dunia	Surabaya dot okezone dot com	15 Jun
30	Warga Solo Waspada Serangan DBD	Suaramerdeka dot com	10 Jun
31	Hingga Mei 2012 Tercatat 42 Kasus DBD di Bukittinggi	rri dot co dot id	26 Mei
32	Mei, Puncak Serangan DBD di Solo	Suaramerdeka dot com	1 Mei
33	Ciawi (Bogor) Waspada DBD	radar-bogor dot co dot id	28 Apr
34	DBD Mewabah di Palopo - 18 Warga Terjangkit	seputar-indonesia dot com	25 Apr

35	Kota Malang berstatus endemik DBD	Gresnews dot com	16 Apr
36	Semua kelurahan di Malang endemik DBD	Hyperlinkfly dot com	15 Apr
37	Semua kelurahan di Malang endemik DBD	Article dot wn dot com	15 Apr
38	Seluruh Kelurahan di Kota Malang Endemik DBD	Antarajatim dot com	15 Apr
39	Kota Malang Endemik DBD	Mediaindonesia dot com	15 Apr
40	Warga Cianjur Tewas Digigit Nyamuk Demam Berdarah	Mediaindonesia dot com	24 Mar
41	Tiga bulan, 14 orang meninggal akibat DBD	Jambi dot antaranews dot com	22 Mar
43	Awas! DBD Semakin Merajalela	Halomalang dot com	13 Mar
44	57 Kelurahan di Kota Malang Positif Endemik DB	Internasional dot kompas dot com	13 Mar
45	Kota Malang Endemik DBD	Beritajatim dot com	12 Mar
46	Subang merupakan daerah endemik penderita DBD	Jabarkita dot com	6 Mar
47	Korban Meninggal DBD di Maluku Tenggara 5 Orang	Metrotvnews dot com	26 Feb
48	DBD Rengut 1 Korban Jiwa di Banjarmasin	m dot jpnn dot com	22 Feb
49	57 Warga Lamteng Terindikasi DBD	Lampung dot tribunnews dot com	7 Feb
50	Seluruh Kecamatan (Pringsewu) Berpotensi Endemik DBD	Radarlampung dot co dot id	4 Feb
51	Lebih Dari Setengah Kel. di Padang Endemik DBD	News dot okezone dot com	3 Feb
52	Warga Pringsewu Barat Meninggal Dunia	Lampungpost dot com	3 Feb
53	DBD Kembali Renggut Nyawa- di Pringsewu Barat	Radartanggamus dot co dot id	3 Feb
54	Kota Bontang, Kaltim, daerah endemik DBD	Tribunnews dot com	2 Feb
55	Setiap Hari Rumah Sakit Kupang Rawat 5 Pasien DBD	Floresnews dot com	2 Feb
56	Cuaca Tak Menentu, DBD Meningkat	Riaunews dot com	31 Jan
57	Sebanyak 90 Kelurahan di Padang Endemik DBD	Sosialbudaya dot tvonews dot tv	31 Jan
58	Pekanbaru Daerah Endemik DBD	Sindikasi dot inilah dot com	31 Jan
59	Pekanbaru Daerah Endemik DBD	Utusanriau dot com	31 Jan
60	Tiga Kecamatan Endemik DBD	Lampung dot tribunnews dot com	30 Jan
61	Balong (Madiun) Endemik Demam Berdarah	Radarmadiun dot co dot id	26 Jan
62	Enam Warga Kota Moba Positif Demam Berdarah	Manado dot tribunnews dot com	24 Jan
63	DB Renggut Nyawa Bocah Sambungmacan	Sragenpos dot com	24 Jan
64	DBD Renggut Empat Nyawa	Radarmadiun dot co dot id	14 Jan
65	Lampung Endemik DBD	Sindikasi dot inilah dot com	12 Jan
66	7 Desa dan Kelurahan di Kotamobagu Endemik DBD	Tribunnews dot com	6 Jan

### **3.1.2 Bak Air di SPBU**

Dari 26 sample bak air di SPBU yang penulis teliti, hasilnya seluruh bak air di SPBU atau 100% adalah jenis bak yang permanen. Penulis membatasi hanya meneliti bak airnya saja, apakah pemanen atau tidak permanen, dan tidak melakukan *interview* baik kepada management ataupun penanggungjawab SPBU. Penulis juga tidak menilai apakah kamar mandinya bersih atau kotor. Juga tidak penulis teliti, apakah bak airnya dilakukan pengurasan seminggu sekali atau tidak.

### **3.1.3 Bak Air di Bangunan Rumah**

Sample rumah tinggal yang diteliti berjumlah 17 bangunan. Seluruhnya, atau 100% bak airnya merupakan bak air permanen. Seluruh sample bak air terbuat dari pasangan bata yang diaci, atau dilapisi dengan porselin, atau keramik. Ukurannya bermacam-macam, yang paling kecil berukuran lebar 50 cm, panjang 80 cm dan tinggi 70 cm. Sedangkan ukuran terbesar adalah 130 cm, panjang 250 cm dan tinggi 115 cm. Rumah yang diteliti juga bermacam-macam umurnya. Yang paling muda umurnya dibangun sekitar Tahun 2006, sedangkan yang paling tua umurnya dibangun sekitar Tahun 1950-an.

### **3.1.4 Pendapat Pemilik atau Penghuni**

Menjawab pertanyaan yang penulis ajukan tentang waktu pengurasan, seluruh responden menyatakan tidak pernah melakukan pengurasan seminggu sekali, paling cepat sebulan sekali. Bahkan ada bak air yang dilakukan pengurasan setahun sekali, misalnya Rumah Ibu Aliyati, Gotri No. 1 Kalinyamat, Jepara.

Terhadap persetujuan bahwa bak air tidak permanen, misalnya dari bahan ember atau yang lainnya, asalkan awet dan bagus, seluruh responden menyatakan setuju, bahwa menguras bak air tidak permanen lebih mudah dikerjakan dari pada menguras bak air permanen. Terhadap pertanyaan mengapa dahulu tidak membuat bak air tidak permanen saja, 12 responden menyatakan

tidak memikirkannya (71%), 4 responden menjawab tidak tahu, karena sudah umum bahwa membuat bak air adalah permanen (24%), 1 responden menyatakan, waktu itu tidak mungkin membuat tidak permanen, dengan alasan untuk menampung air supaya bisa menampung air banyak (5 %).

### **3.1.5 Contoh Desain Bak Air dari Literatur**

Gambar berikut adalah contoh yang penulis download dari situs 1001nickname dot files dot wordpress dot com. Denah rumah berukuran 6 m x 12 m tersebut sebagaimana dalam Gambar A, terdiri dari 2 Ruang Tidur, 1 Ruang Tamu, 1 Ruang Makan, 1 KM/WC, Dapur, Void, Teras, Taman dan Carport. Sedangkan Gambar B, merupakan denah kamar mandi yang diperbesar. Di gambar tersebut Nampak bak air yang bersifat permanen.

Beberapa contoh gambar lain misalnya bisa di temukan di buku berjudul "Membangun Rumah Rencana dan Bahan-Bahan yang Dipakai", karya Zainal A.Z yang diterbitkan pertama kali Tahun 1980. Bisa dimaklumi bila gambar bak air dalam kamar mandi tersebut dibuat permanen, karena buku tersebut memang termasuk buku lama. Namun demikian buku-buku mutakhir pun tidak kurang merencanakan bak air juga banyak yang masih bersifat permanen, misalnya buku berjudul "Desain Rumah di Lahan 100-200m<sup>2</sup>". Buku ini ditarang oleh Choirul Amin, Fenty Arifanti dan Lingga Setiandi. Buku yang mengandung 27 contoh desain rumah ini, keseluruhannya atau 100% contohnya adalah mengandung rencana pembuatan bak air permanen.

## **3.2 Artikel Ulasan**

Amanat pendiri Negara Kesatuan Republik Indonesia yang tertuang dalam konstitusi mewajibkan negara untuk memajukan kesejahteraan umum dan melindungi segenap bangsa Indonesia. Kesejahteraan umum berarti terpenuhi sandang, pangan papan dan kebutuhan lainnya, sementara melindungi warga negara tidak hanya berarti perlindungan dari musuh-musuh warga negara, seperti teror dan penjajahan, tetapi juga perlindungan dari

bencana, baik karena fenomena alam maupun bencana akibat ulah manusia. UU No. 27 Tahun 2007 membuktikan bahwa negara serius melindungi warga negaranya dari berbagai macam bencana.

Beberapa peraturan yang berlaku juga memuat perlindungan ini misalnya dengan memuat ketentuan berdasarkan rasa aman, nyaman dan layak. Membangun gedung misalnya, meskipun seseorang berdalih bahwa membangun gedung adalah hak asasi manusia, namun negara mengatur dengan persyaratan yang menciptakan rasa aman, nyaman dan layak. Dalam UU No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung, memuat beberapa persyaratan membangun gedung yang bertujuan melindungi seluruh rakyat, antara lain memuat beberapa persyaratan:

a. Persyaratan Keselamatan.

Persyaratan ini meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatan (kemampuan struktur bangunan gedung yang stabil dan kukuh dalam mendukung beban muatan), serta kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran (yakni untuk melakukan pengamanan terhadap bahaya kebakaran melalui sistem proteksi pasif dan/atau proteksi aktif) dan bahaya petir, yaitu melalui sistem penangkal petir.

b. Persyaratan Kesehatan.

Meliputi sistem penghawaan, yaitu harus mempunyai bukaan untuk ventilasi alami. Sistem pencahayaan, yakni harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami. Sistem sanitasi, yakni harus disediakan di dalam dan di luar bangunan gedung untuk memenuhi kebutuhan air bersih, pembuangan air kotor dan/atau air limbah, kotoran dan sampah, serta penyaluran air hujan. Penggunaan bahan bangunan gedung yang aman bagi kesehatan pengguna bangunan gedung dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

c. Persyaratan Kenyamanan.

Yaitu kenyamanan ruang gerak dan hubungan antar ruang, kondisi udara dalam ruang, pandangan, serta tingkat getaran dan tingkat kebisingan, yang diperoleh dari dimensi ruang dan tata letak ruang yang memberikan kenyamanan bergerak dalam ruangan.

d. Persyaratan Kemudahan.

yang meliputi kemudahan hubungan ke, dari, dan di, dalam bangunan gedung, serta kelengkapan prasarana dan sarana dalam pemanfaatan bangunan gedung.

Demikian juga dalam UU No. 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, yang menyatakan bahwa atas pembangunan perumahan dan kawasan permukiman diselenggarakan berdasarkan atas kesejahteraan, keadilan dan pemerataan, kenasionalan, keefisienan dan kemanfaatan, keterjangkauan dan kemudahan, kemandirian dan kebersamaan, kemitraan, keserasian dan keseimbangan, keterpaduan, kesehatan, kelestarian dan keberlanjutan, dan keselamatan, keamanan, ketertiban, dan keteraturan.

Konstitusi Negara Indonesia dan ketiga undang-undang tersebut diatas, yaitu UU No. 27 Tahun 2007, UU No. 1 Tahun 2011 dan UU No. 28 Tahun 2002 memuat dengan nyata perlindungan warga negara. Kata kuncinya yaitu aman, sehat, selamat. Hal ini cukup membuktikan pendapat tersebut.

Persyaratan pembangunan gedung memang memuat persyaratan-persyaratan pencegahan bencana, namun hal tersebut nampaknya hanya bencana besar yang dimuat, antara lain keruntuhan gedung akibat beban, kebakaran, sambaran petir (Pasal 17 sampai 20), dan penyakit akibat sanitasi dan sampah (Pasal 24).

Demikian juga dalam perencanaan pembangunan rumah misalnya, Beberapa penulis juga mencantumkan pertimbangan keamanan. misalnya dalam buku 101 Denah Rumah, karangan Choirul Amin dkk. Halaman 8 sampai dengan halaman 9, dalam buku tersebut dicantumkan prinsip dasar merancang denah. Menurut penulis buku tersebut, merancang denah harus memperhatikan antara lain:

- a. Jumlah penghuni menjadi dasar utama dalam mengalokasikan ruang;
- b. Kebutuhan ruang penghuni rumah. Setelah diketahui pengguna yang akan menempati rumah tersebut, mulailah direka-reka kebutuhan luas ruang yang sesuai dengan kebutuhan penghuni ruangan tersebut;
- c. Fungsi Ruang. Setelah kebutuhan ruang terdata, harus dipastikan kejelasan dan fungsi ruang tersebut;
- d. Kenyamanan. Ini berhubungan dengan meletakkan pintu, jendela, serta tata letak perabotan di dalam rumah;
- e. Keamanan. Keamanan merupakan hal utama yang harus dipertimbangkan setelah kenyamanan. Keamanan memiliki pengertian dan lingkup yang luas, diantaranya kekuatan struktur rumah, gangguan-gangguan yang tidak diinginkan dan sebagainya;
- f. Nilai Estetika merupakan unsur tambahan yang dipertimbangkan dialokasikan ke dalam ruang-ruang yang ada dalam rumah, supaya indah dan sedap dipandang, sebagaimana kata pepatah, "Rumahku (adalah) Istanaku"

Muatan yang tertuang dalam undang-undang, dan beberapa karya penulis tentang membangun gedung, nyatanya belum mengakomodasi tentang bahaya DBD. Mungkin saja jika ada muatan tentang anti demam berdarah, tentu para pemilik rumah, bangunan dan pengguna rumah juga akan memasukkan faktor bencana DBD sebagai pertimbangan membuat bak air.

Sebagaimana diamanatkan dalam undang-undang, bahwa Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mempunyai tugas, antara lain memberikan pedoman dan pengarahan terhadap usaha penanggulangan bencana yang mencakup pencegahan bencana, penanganan tanggap darurat, rehabilitasi, dan rekonstruksi secara adil dan setara; dan menetapkan standarisasi dan kebutuhan penyelenggaraan penanggulangan bencana berdasarkan Peraturan Perundang-undangan.

Penetapan standarisasi dan kebutuhan penyelenggaraan penanggulangan bencana, merupakan *entry point* bagi BNPB untuk mensosialisasikan bencana demam berdarah ke seluruh instansi, salah satunya yaitu dengan cara memberi masukan bagaimana seharusnya membuat bak air yang anti DBD.

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Dari penelitian tersebut diatas, dapat diambil kesimpulan sebagaimana berikut:

- a. Penyakit demam berdarah dengue (DBD) adalah bencana nasional yang disebabkan oleh wabah, dan terjadi sepanjang tahun;
- b. Jenis bak air yang sudah ada di berbagai SPBU dan rumah tinggal adalah jenis bak air yang bersifat permanen;
- c. Bak air yang mudah dikuras adalah bak air tidak permanen;
- d. Rencana pembuatan bak air dalam rumah tinggal, masih merencanakan dengan bak air yang bersifat permanen;
- e. Beberapa peraturan dan perencanaan pembangunan bangunan, sebagian besar belum memuat unsur penanggulangan bencana demam berdarah dengue (DBD).

### 4.2 Saran

Dari beberapa kesimpulan tersebut di atas, penulis mengajukan saran sebagaimana berikut:

- a. BNPB perlu mensosialisasikan desain bak air yang mudah dibersihkan setiap minggu, dengan mengganti bak air permanen dengan bak air tidak permanen, misalnya, ember, bahan penampung dari plastik dan lain sebagainya, dengan prinsip mudah digulingkan untuk dilakukan pengurasan;
- b. BNPB sebagai leader penanggulangan bencana di Indonesia melakukan upaya, agar menambah sektor leading untuk jenis bencana wabah DBD, tidak

- hanya kementerian kesehatan, kementerian pertanian dan kementerian dalam negeri saja, namun perlu melibatkan kementerian pekerjaan umum, kementerian perumahan dan pemukiman dan lain sebagainya;
- c. BNPB memperluas kerjasamanya, misalnya menjalin kerjasama dengan pemerintah provinsi, kabupaten/kota, bahkan dengan pemerintah desa, serta badan usaha milik negara dan daerah;
  - d. Tidak hanya lembaga pemerintah, BNPB perlu merangkul organisasi nirlaba, misalnya tim penggerak PKK, organisasi pemuda Karang Taruna dan lain sebagainya.
  - e. Organisasi profesi perlu juga dilibatkan, misalnya asosiasi konsultan gedung dan rumah, serta perencana gedung dan rumah.
- BAKORNAS, Rencana Strategis Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2010-2014.
- Creswell, John W, 2010, Research Design, Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed, Pustaka Pelajar.
- Hapsoro, Didi, 2010, 12 Desain Rumah Tropis Modern di Lahan 100-460 m<sup>2</sup>, Andi Offset.
- Lapau, Buchari, 2012, Metode Penelitian Kesehatan: Metode Ilmiah Penulisan Skripsi, Tesis, dan Disertasi, Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Mistra, 2008, Panduan Membangun Rumah, Penebar Swadaya.
- Satari, Hindra I dan Mila Meiliasari, 2008, Demam Berdarah, Puspa Swara
- World Health Organization Regional Office for South-East Asia*, 2005, Panduan Lengkap Pencegahan & Pengendalian Dengue & Demam Berdarah Dengue, Penerbit Buku Kedokteran EGC

## DAFTAR PUSTAKA

- UU No. 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman
- UU No. 20 Tahun 2011 Tentang Rumah Susun
- UU No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana
- UU No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung
- PP No. 36 Tahun 2005 Tentang Peraturan Pelaksanaan UU No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung
- A.Z, Zainal, 2005, Membangun Rumah, Rencana dan Bahan-Bahan yang Dipakai, Gramedia Pustaka Utama.
- Amin, Choirul, dkk, 2010, 101 Denah Rumah, Penebar Swadaya.
- Idem, 2010, Desain Rumah di Lahan 100-200m<sup>2</sup>, 27 Desain, Penebar Swadaya
- Azhar, Saifuddin, 1998, Metode Penelitian, Pustaka Pelajar.
- BAKORNAS, 2007, Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia.
- BAKORNAS, 2009, Data Bencana Indonesia Tahun 2009.
- BAKORNAS, Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2010-2014.



# MEMANFAATKAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL DENGAN SENSOR PERCEPATAN H48C SEBAGAI SISTEM AKUISISI DATA DAN SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA TANAH LONGSOR

Dwi Kurniawan

Mahasiswa Fakultas Teknik Elektro Universitas Jenderal Soedirman

Jalan Prof. Dr. HR. Boenayamin 107. Purwokerto, Jawa tengah

E-mail: Dias.no1@gmail.com

## Abstract

The soil types are often found in Indonesia is the result of volcanic eruptions that have the bulk composition of the clay soil with a little sand. A Location of these soil in the hills / mountains with moderate to steep slope. If the hills are not firmly rooted and deeply, the area have a risk to landslides. At the some time, developments of technological have supported the existence of an electronic device that is able to readings of physical quantities including the acceleration of the movement by the accelerometer. So that the progress of this technology should be useful for disaster management such as landslides. Developments in the telecommunications world can also be used for disaster prevention and mitigation efforts such as wireless communications for the manufacture of wireless sensor networks as a data acquisition system and early warning system for natural disasters.

**Keywords:** Wireless sensor networks, accelerometer, landslides.

## I. PENDAHULUAN

### 2.1. Latar Belakang

Tercatat selama tahun 2011 terjadi 210 kejadian tanah longsor yang mengakibatkan 177 korban meninggal, 837 orang menderita dan mengungsi dan kerusakan bangunan mencapai 2992 rumah dan bangunan (BNPB, 2012a). Angka kejadian bencana ini terbilang sangat tinggi sehingga diperlukan penanganan khusus terhadap upaya penanggulangan dan mitigasi bencana terhadap tanah longsor.

Suatu daerah yang dikategorikan rawan longsor umumnya memiliki titik areal rawan terjadinya longsor yang jumlahnya beragam dan umumnya berjarak relatif jauh antara yang satu dengan lainnya. Sehingga diperlukan suatu perangkat yang mampu melakukan akuisisi data faktor penyebab longsor pada tiap – tiap titik pada saat bersamaan dan penggunaan kabel untuk pertukaran data antar perangkat mempunyai beberapa keterbatasan.

Pada saat ini didalam sistem instrumentasi

elektronik telah dikembangkan sensor percepatan yang mana percepatan merupakan turunan dari kecepatan pergerakan sehingga dengan menggunakan teknik integrasi hasil pembacaan sensor percepatan dapat diperoleh nilai dari kecepatan. Sebagai contoh modul *accelerometer* H48C buatan Parallax mampu membaca percepatan pada 3 sumbu axial. Sehingga besar kemungkinan sensor percepatan H48C dapat diaplikasikan untuk pengukuran perpindahan material tanah secara berkala.

Robert Faludi (2010) dari New York University, USA, mengaplikasikan jaringan Zigbee sebagai jaringan sensor nirkabel dengan memanfaatkan modul Xbee sebagai modul komunikasinya. Yang mana dalam jaringan sensor nirkabel ini komunikasi data tiap – tiap mote dilakukan dengan menggunakan frekuensi radio sehingga memungkinkan dilakukan pertukaran data antar mote pada jarak yang relatif jauh tanpa menggunakan kabel. Sehingga jaringan Zigbee memungkinkan untuk digunakan sebagai

jaringan sensor nirkabel untuk akuisisi data dan sistem peringatan dini bencana tanah longsor. Robert Faludi juga menegaskan bahwa, modul *wireless Xbee* yang digunakan mampu menangani input dan output secara langsung karena modul telah terintegrasi dengan *mikrokontroler*. Akan tetapi penggunaan modul *xbee* secara *standalone* dalam sebuah mote memiliki beberapa keterbatasan diantaranya adalah kurangnya fleksibilitas dalam pemrograman, keterbatasan fungsi input – output modul, proses kalkulasi pada *mikrokontroler* internal dapat mengganggu stabilitas frekuensi pengiriman maupun penerimaan data sehingga untuk menanggulanginya dibutuhkan *mikrokontroler* eksternal. Beberapa modul *mikrokontroler* yang cukup terkenal dan banyak digunakan dalam aplikasi sistem *embeded* adalah *Arduino*, *PIC Chip*, *BASIC stamp*, *Beagle Board*.

## 2.1. Perumusan Masalah

Dari uraian di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana memanfaatkan sensor percepatan untuk akuisisi data kecepatan pergerakan tanah?
2. Bagaimana memanfaatkan jaringan sensor nirkabel menggunakan protokol *Zigbee* untuk komunikasi data percepatan pergerakan tanah antar mote?
3. Bagaimana sinkronisasi data antara akcelerometer, *mikrokontroler* eksternal, dan modul *wireless*?

## 2.1. Batasan Masalah

Dalam pembuatan skripsi ini penulis hanya akan membahas sebagai berikut:

1. Perangkat yang digunakan adalah sebagai berikut.
  - a. Sensor percepatan menggunakan modul *accelerometer H48C*.
  - b. Mikrokontroler eksternal menggunakan *Arduino type Arduino Deumilanove*.
  - c. Modul wireless menggunakan *Xbee Pro Series 1*.

2. Bagaimana merancang sebuah sistem akuisisi data yang mampu melakukan pengambilan data dari lingkungan sekaligus berkomunikasi dengan perangkat lain.
3. Topologi jaringan *ZigBee* yang digunakan adalah topologi star dan tidak membahas detil tentang topologi jaringan.
4. Perancangan system tidak membahas masalah keamanan jaringan.

## 2.1. Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Melakukan pengukuran terhadap pergerakan material longsor menggunakan sensor percepatan.
2. Melakukan kalibrasi dan menentukan tingkat akurasi terhadap modul sensor akselerometer H48C.
3. Merancang dan membuat sistem *telemetry* berbasis *Zigbee wireless RF*.

## 2.1. Manfaat

Manfaat dari melakukan penelitian ini yaitu :

1. Mengaplikasikan jaringan sensor secara nirkabel terhadap sistem peringatan dini bencana tanah longsor.
2. Untuk menyelesaikan permasalahan dari sistem peringatan dini bencana tanah longsor yang ada sebelumnya yang masih terkendala masalah fleksibilitas dan portabilitas.
3. Dapat melakukan alih teknologi tentang jaringan sensor nirkabel yang masih terkategori baru untuk Indonesia.
4. Sebagai bahan kajian untuk aplikasi jaringan sensor nirkabel dibidang lain.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau

keluar lereng. 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.

Ada 6 jenis tanah longsor (BNPB, 2011), yakni: longsoran translasi, longsoran rotasi, pergerakan blok, runtuhan batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakkan. Jenis longsoran translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsoran yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakkan.

1. Longsoran Translasi.
2. Longsoran Rotasi.
3. Pergerakan Blok
4. Runtuhan Batu
5. Rayapan Tanah
6. Aliran Bahan Rombakan

Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan.

Faktor-faktor Penyebab Tanah Longsor :

1. Hujan
2. Lereng terjal
3. Tanah yang kurang padat dan tebal
4. Batuan yang kurang kuat
5. Jenis tata lahan
6. Getaran
7. Susut muka air danau atau bendungan.
8. Adanya beban tambahan
9. Adanya material timbunan pada tebing
10. Bekas longsoran lama
11. Adanya bidang diskontinuitas (bidang tidak sinambung)
12. Penggundulan hutan
13. Daerah pembuangan sampah

## 2.2. Jaringan Sensor Nirkabel

Jaringan Sensor Nirkabel ( *Wireless Sensor Network* ) merupakan suatu jaringan

nirkabel yang terdiri dari beberapa sensor (*node sensor*) yang diletakan diberbagai lokasi yang berbeda untuk memonitoring suatu *plan*. Konsep dasar perancangan Jaringan Sensor Nirkabel yaitu memadukan fungsi *sensing* dari suatu piranti dengan CPU (Central Processing Unit) sebagai unit pengolahan dan perhitungan data kemudian dipadukan dengan RF (*Radio Frequency*) untuk komunikasi data.

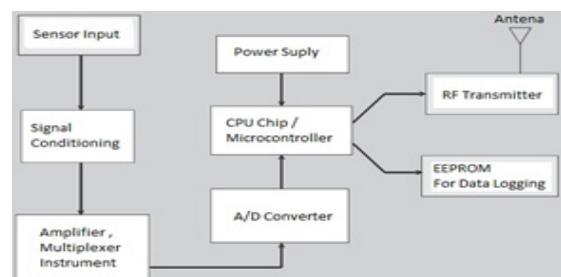
Sensor yang digunakan beraneka ragam sesuai dengan kebutuhan. Sensor-sensor tersebut akan melakukan akuisisi data objek dan mengirimnya ke *gateway* kemudian ke *server*.

### Arsitektur Jaringan Sensor Nirkabel

Komponen utama jaringan sensor nirkabel yaitu :

1. *Node / Mote*

*Node* merupakan komponen yang berfungsi untuk pembacaan data lingkungan, penyimpanan data , serta pengiriman data. Sehingga sebuah *node* minimal harus didukung oleh fungsi sensing, data logging dan data transmit. Arsitektur sebuah node dapat dilihat dari gambar 1 berikut.



Gambar 1. Arsitekture individual node

2. *Gateway / Base Station*

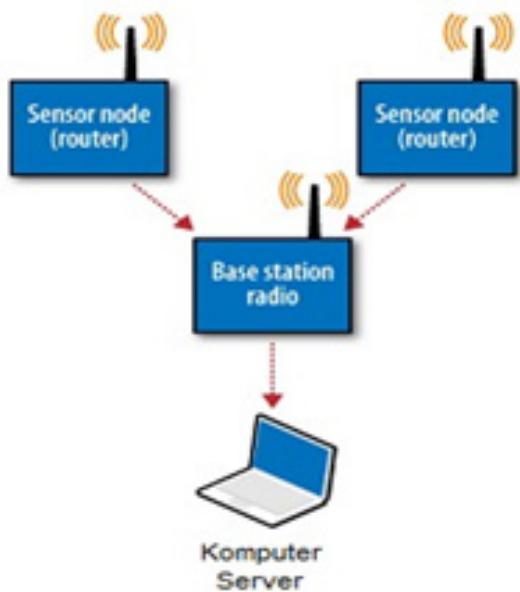
*Base station* memiliki funsi utama sebagai pengumpul data dari node – node yang tersebar di lapangan kemudian mengirimkannya ke komputer *server*.

3. Komputer Server

Merupakan piranti yang berfungsi sebagai pusat basis data, sistem jaringan dan penyedia aplikasi. Dengan adanya komputer server memungkinkan data yang dikirimkan oleh

gateway terhubung dengan *internet*, dilakukan pengolahan data untuk keperluan prediksi dan analisis, serta monitoring node yang tersebar dilapangan.

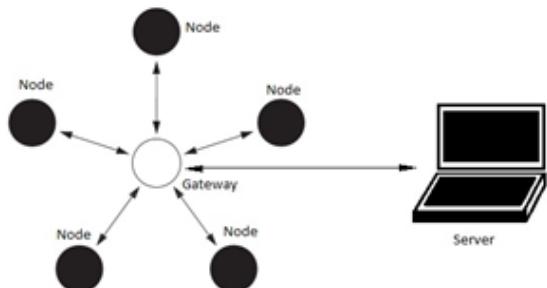
Desain minimum dari sebuah jaringan sensor nirkabel dapat dilihat dari gambar 2 berikut :



Gambar 2. Konfigurasi Sebuah Jaringan Sensor Nirkabel Sederhana

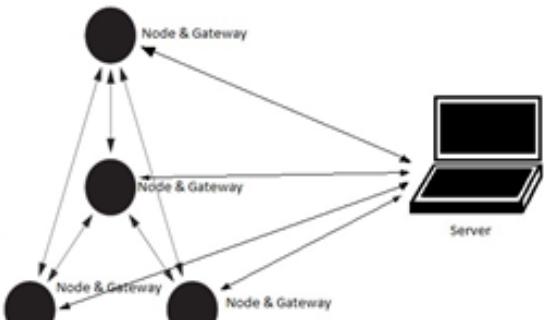
Konfigurasi ketiga komponen tersebut (*node, gateway, dan server*) dapat beraneka ragam sesuai dengan kebutuhan. Diantaranya adalah sebagai berikut .

#### 1. Topologi Star/Bintang (Gambar 3)



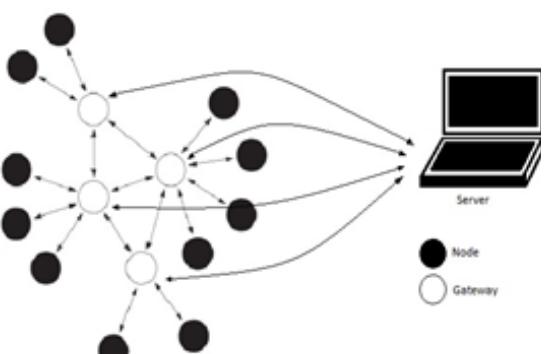
Gambar 3. Topologi Mesh pada Jaringan Sensor Nirkabel

#### 2. Topologi Mesh (Gambar 4)



Gambar 4. Topologi Mesh pada Jaringan Sensor Nirkabel

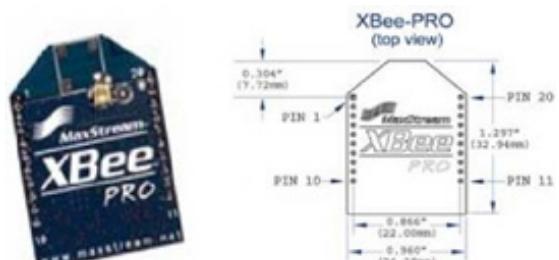
#### 3. Hybrid Star - Mesh (Gambar 5)



Gambar 5. Topologi Hybrid Star – Mesh pada Jaringan Sensor Nirkabel

#### Modul Wireless RF

Pada masa sekarang ini telah banyak dikembangkan modul *wireless RF*. Salah satu modul *wireless RF* yang sering dipakai adalah *X-Bee Pro* (gambar 6) yang dibuat oleh Maxstream. *X-Bee pro* dirancang agar dapat memenuhi teknologi Zigbee/IEEE 802.15.4



Gambar 6. X-Bee Pro Series 1

Zigbee/IEEE 802.15.4 merupakan teknologi yang memfokuskan transfer data (*data rate*) rendah, konsumsi daya rendah, biaya murah dan target protokol untuk jaringan wireless aplikasi otomasi dan kendali *remote*. Modul X-Bee pro yang digunakan memiliki spesifikasi XBP-24/1083 yang beroperasi pada daerah 2,4 GHz. Fitur yang dimiliki oleh modul ini adalah :

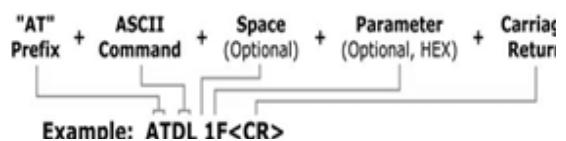
1. Jarak komunikasi *indoor* sampai 300 m dan *outdoor* hingga 1500 m LOS (*Line Of Sight*)
2. Sensitivitas penerimaan -100dBm.
3. RF data *rate* 250.000 bps.
4. Setiap *channel* menyediakan alamat jaringan lebih dari 65.000 alamat.
5. Mendukung topologi *peer to peer*, *point to multiple point* dan *point to point*.
6. Bentuk paket modul relatif kecil.
7. Kompatibel dengan perangkat lain yang mendukung teknologi Zigbee/IEEE 802.15.4.

Xbee pro menyediakan beberapa mode pengalamatan untuk proses komunikasi. Salah satu mode pengalamatan yang disediakan adalah short 16 bit *addressing*. Mode pengalamatan ini memiliki beberapa parameter yaitu :

1. MY, merupakan alamat diri dari setiap modul.
2. DL, merupakan alamat tujuan komunikasi.
3. CH, merupakan channel dimana komunikasi RF terjalin
4. ID, merupakan alamat PAN (Personal Area Networking) ID dari tiap modul RF.

Pengaturan parameter pada modul wireless RF dilakukan dengan menggunakan AT Command. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan AT Command adalah :

1. Untuk membuka AT Command mode kirim 3 character plus ("++") dalam waktu kurang dari 1 detik.
2. Untuk mengirim AT Command gunakan aturan sebagai berikut (gambar 7).



Gambar 7. Aturan penulisan AT Command

3. Untuk pembacaan parameter biarkan parameter kosong.
4. Jika AT Command sukses dikirimkan dan dieksekusi maka akan ada respon OK (untuk pengaturan) atau nilai parameter (untuk pembacaan).
5. Untuk menyimpan parameter konfigurasi kirim A TWR
6. Selanjutnya untuk menutup AT Command mode kirim ATCN.

### 2.3. Sensor Percepatan 3 Axis H48C (3 Axis Accelerometer H48C)

H48C merupakan sensor percepatan yang mampu mendeteksi pergerakan dari 3 sumbu yaitu x, y, dan z. Sensor ini memberikan keluaran berupa data digital hasil konversi tegangan dengan resolusi ADC 12 bit. Percepatan tiap sumbu(G) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$G = (Axis-vRef) \times 0,0022$$

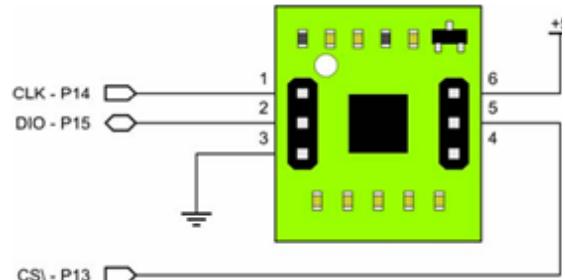
Dimana :

G = Percepatan

Axis = Tegangan keluaran tiap sumbu

vRef = Tegangan referensi ADC

Skematik konfigurasi sederhana dari H48C dapat dilihat pada gambar 8.

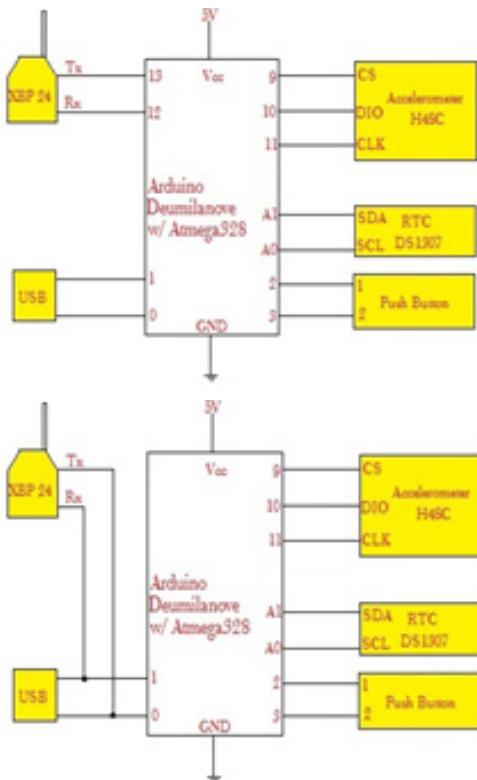


Gambar 8. Skematik konfigurasi sederhana dari H48C



pengkondisian sinyal, kontroler, unit komunikasi serta unit catu daya.

Secara umum, unit elektronis ditunjukkan oleh diagram blok pada gambar 9 berikut:



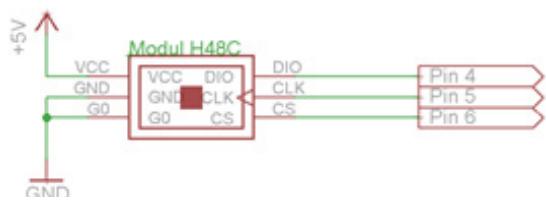
Gambar 9. Diagram Blok unit elektronik (atas:gateway, bawah:router)

Terdapat perbedaan konfigurasi antara gateway dan router dikarenakan kebutuhan jalur komunikasi yang berbeda.

### Desain sensor dan Pengkondisian sinyal

Sensor yang digunakan berupa *accelerometer* H48C untuk mendeteksi pergerakan tanah.

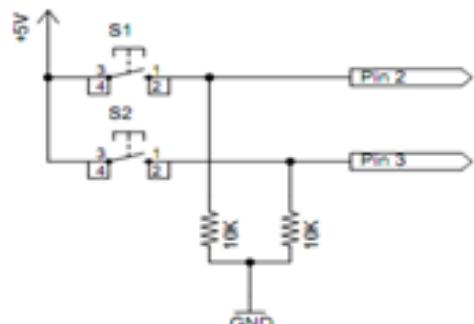
- Pengkondisian sinyal *accelerometer* H48C Dalam perancangan rangkaian, sensor *accelerometer* H48C telah terintegrasi dengan IC MCP324 sehingga keluaran modul berupa data serial sehingga tidak diperlukan lagi rangkaian pengkondisian sinyal yang lain. Skematik pengkondisian sinyal modul *accelerometer* H48C sesuai gambar 10.



Gambar 10. Skematik rangkaian pengkondisian sinyal *accelerometer* H48C

### b. Push Button

*Push button* dirancang memberikan aksi *active high* yakni apabila ditekan memberikan nilai keluaran tegangan level tinggi (logika "1"). Pada rangkaian *push button* diberi *pull down* resistor untuk menghindari terjadinya ayunan tegangan pada pin input mikrokontroler yang dapat mengakibatkan pembacaan program tidak sesuai. Gambar 11 menunjukkan skematik rangkaian *push button* yang digunakan.



Gambar 11. Skematik rangkaian *push button*

### Kontroler

Kontroler yang digunakan merupakan kit mikrokontroler Arduino board tipe *Deumilanove* dengan mikrokontroler *Atmega328*.

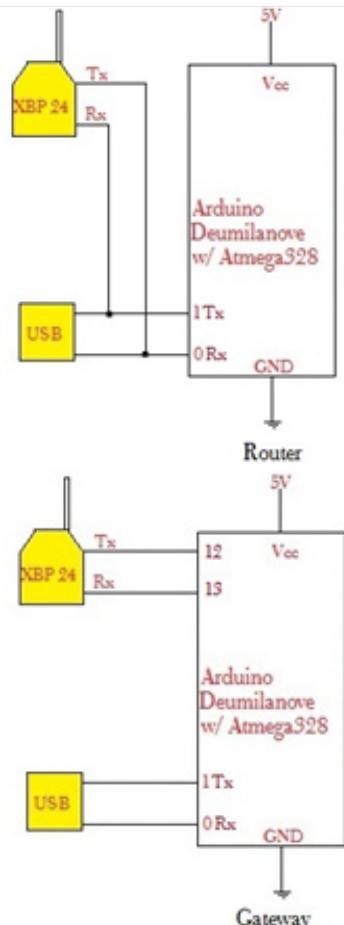
Pemilihan penggunaan *Arduino Board* dikarenakan kemudahan dalam penggunaan terutama fasilitas *plug and play* pada komunikasi serial dengan komputer.

### Unit Komunikasi

Unit komunikasi antar node menggunakan modul *wireless Xbee Pro 24 Series 1*. Pada perancangan, topologi yang digunakan adalah topologi star dengan konfigurasi 2 buah *node*

sebagai *router* dan 1 buah *node* sebagai *gateway* / base station. Jalur komunikasi *gateway* dengan komputer *server* menggunakan USB, sehingga terdapat perbedaan konfigurasi pin pada mikrokontroler antara *router* dan *gateway*. Pada *router*, pin Tx dari modul Xbee dihubungkan dengan pin Rx dari *arduino board* dan pin Rx dari modul Xbee dihubungkan dengan pin Tx dari *arduino board*. Sedangkan pada *gateway*, pin Tx modul Xbee dihubungkan dengan pin 12 dari *arduino board* dan pin Rx modul Xbee dihubungkan dengan pin 13 dari *arduino board*. Hal ini dikarenakan pin Tx dan Rx pada *arduino board* yang dikonfigurasikan sebagai *gateway* digunakan untuk komunikasi dengan komputer *server* via USB.

Gambar 12 menunjukkan konfigurasi pin modul Xbee dengan *arduino board*.



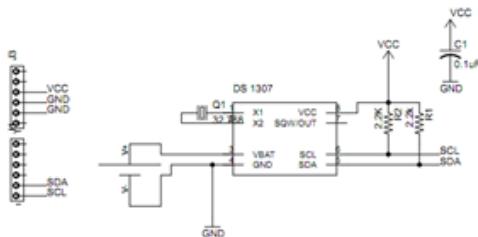
Gambar 12. Konfigurasi Pin pada modul Xbee dengan Arduino board

### Unit RTC (*Real Time Condition*)

Unit RTC digunakan sebagai unit sinkronisasi waktu dari tiap - tiap *node*.

Unit RTC terhubung dengan *arduino board* pada pin SCL/A0 dan Pin SDA/A1 karena menggunakan konfigurasi 2 wire. Piranti yang digunakan adalah IC DS1307.

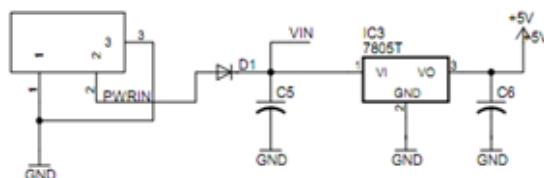
Tegangan kerja unit RTC diberikan oleh *arduino board* dan menggunakan baterai lithium 3V sebagai *back up voltage* jika terjadi kegagalan tegangan suplai dari *arduino board*. Skematik unit RTC ditunjukkan oleh gambar 13.



Gambar 13. Skematik rangkaian RTC menggunakan DS1307

### Unit Catu Daya

Setiap *node* disuplai oleh baterai karena setiap *node* diletakkan di berbagai tempat dengan jarak yang relatif jauh sehingga penggunaan baterai pada tiap *node* akan lebih efektif. Penyesuaian level tegangan baterai dengan tegangan kerja node menggunakan rangkaian regulator dengan memanfaatkan IC regulator 7805. Skematik rangkaian regulator 7805 adalah sebagai berikut (gambar 14) :

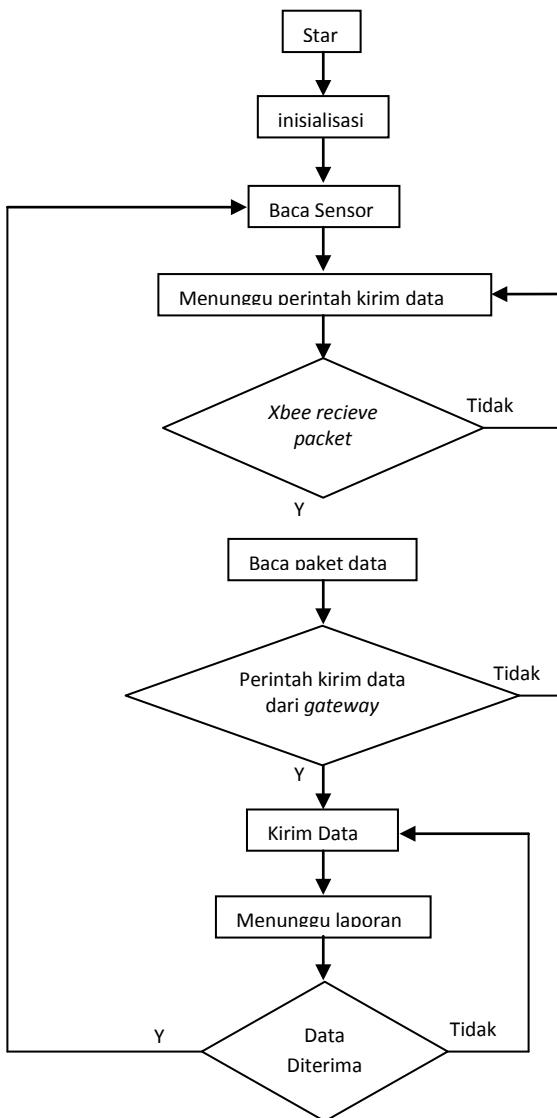


Gambar 14. Skematik regulator tegangan menggunakan IC 7805

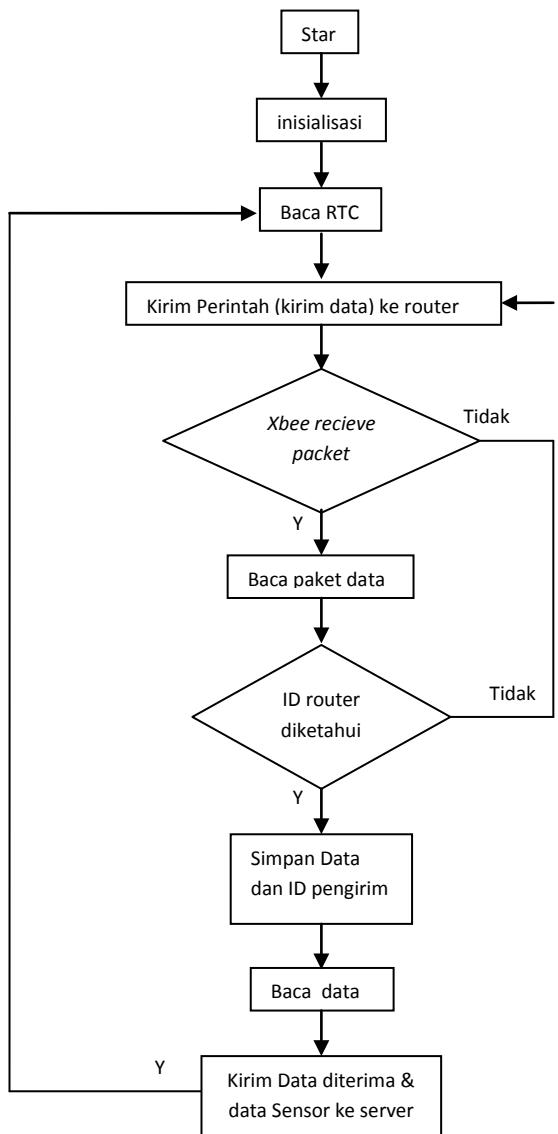
### Perancangan perangkat lunak (software)

Perangkat lunak terdiri dari program untuk *node* dan program untuk *server*. Program untuk *node* sendiri terdiri dari 2 jenis yaitu program untuk *router* dan program untuk *gateway*.

*Flowchart* program pada *router* sesuai gambar 15 berikut:



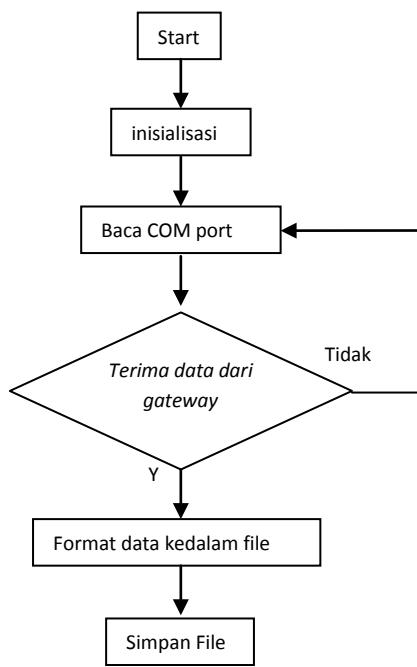
Gambar 15. Flowchart program pada router



Gambar 16. Flowchart program gateway

Flowchart untuk program pada gateway adalah sebagai berikut (gambar 16).

Sedangkan flowchart program pada server merupakan program data logger yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi yang dikirimkan oleh gateway yang kemudian disimpan ke memori dengan format data comma separated vector(.csv) untuk mempermudah proses pengolahan data selanjutnya. Flowchart program pada server ditunjukan oleh gambar 17.

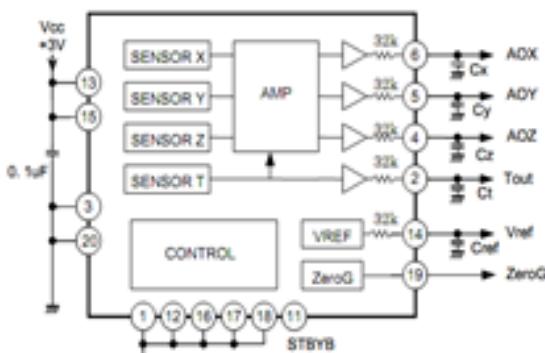


Gambar 17. Flowchart program pada komputer server

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Akuisisi Data Percepatan Pergerakan Tanah**

Dalam penelitian ini, pembacaan percepatan pergerakan tanah menggunakan modul *accelerometer* buatan Parallax.Inc dimana dalam modul ini sensor yang digunakan adalah H48C dan telah terintegrasi dengan 4 *chanel* 12-bit A/D converter with serial interface MCP3204.



Gambar 18. Blok diagram H48C

Blok diagram dari H48C ditunjukkan oleh gambar 1. Dengan AOX sebagai *analog output* sumbu x, AOY sebagai *analog output* sumbu y, AOZ sebagai *analog output* sumbu z, dan  $V_{ref}$  sebagai tegangan referensi. Maka, untuk mengetahui besarnya percepatan yang dinyatakan dalam level tegangan analog untuk tiap sumbu adalah sebagai berikut.

$$gZ = A_0 Z - V_{ref} (\text{mV}) \quad (8)$$

## Skema Rangkaian Percobaan

Rangkaian pengujian menggunakan modul 3 axis accelerometer H48C dan kontrolernya menggunakan *Arduino board* tipe *Deumilanove*. Skematik rangkaian pengujian ditunjukkan oleh gambar 10.

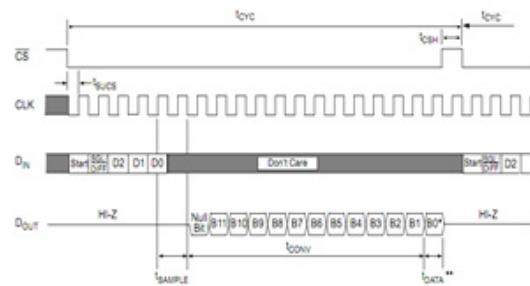
Dari modul *accelerometer* hanya dibutuhkan 3 pin untuk melakukan pembacaan, yakni :

1. Pin DIO sebagai jalur digital *input / output*, terhubung dengan pin 4 *Arduino board*.
  2. Pin CLK untuk pemberian *clock trigger* sensor dan terhubung dengan Pin 5 *Arduino board*.

Pin CS (*Chip Select*) untuk aktifasi modul, terhubung dengan Pin 6 *Arduino board*.

**Algoritma Pembacaan Percepatan Tiap Sumbu**

Pembuatan algoritma pembacaan tiap sumbu didasarkan pada *timing* diagram dari MCP3204 (gambar 19). Dalam modul *accelerometer* yang digunakan, jalur DIN dan DOUT digabungkan menjadi 1 dan disebut pin DIO.



Gambar 19. Timing Diagram MCP3204

Karena pin DIN dan DOUT digabungkan menjadi 1 pin, maka untuk memungkinkan pembacaan data sensor diperlukan kontroler untuk mengatur kondisi pin DIO sebagai output pada saat pengiriman control bit dan sebagai input pada saat pembacaan data hasil konversi MCP3204. Konfigurasi kontrol bit untuk pembacaan tiap channel sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi Bit Kontrol MCP3204

Control Bit Selections				Input Configuration	Channel Selection
Single/ Diff	D2*	D1	D0		
1	X	0	0	single-ended	CH0
1	X	0	1	single-ended	CH1
1	X	1	0	single-ended	CH2
1	X	1	1	single-ended	CH3
0	X	0	0	differential	CH0 = IN+ CH1 = IN-
0	X	0	1	differential	CH0 = IN- CH1 = IN+
0	X	1	0	differential	CH2 = IN+ CH3 = IN-
0	X	1	1	differential	CH2 = IN- CH3 = IN+

Mengingat bahwa CH0 = AOX, CH1 = AOY, CH2 = AOZ, CH3 = Vref maka alternatif konfigurasi input yang paling mudah adalah dengan *input single – ended* yakni dengan men-set bit *Single/Diff* bernilai 1.

Notasi algoritmik untuk pembacaan modul *accelerometer* adalah sebagai berikut .

Procedure getH48C ( input=D1,D0)  
 S      et DIO sebagai Output  
 S      et CLK sebagai output  
 S      et /CS sebagai output  
 {      --Kirim start bit--}  
 C      LK ke 1 (*Falling edge*),CS=0,DIO=1

{--Kirim kontrol bit--}

C      LK ke 2, DIO=1 {--single ended--}  
 C      LK ke 3, DIO=0 {--D2 (don't care)--}  
 C      LK ke 4, DIO=D1  
 C      LK ke 5, DIO=D0

```

{--D1.D0 = 00 → sb x
D      1.D0 = 01 → sb y
D      1.D0 = 10 → sb z
D      1.D0 = 11 → sb Vref--}

C      LK ke 6 {--sample time--}
C      LK ke 7 {--nul bit--}
S      et DIO sebagai Input
{--ambil data dan simpan di array--}

C      LK ke 8, dValue[11] = DIO
C      LK ke 9, dValue[10] = DIO
C      LK ke 10, dValue[9] = DIO
C      LK ke 11, dValue[8] = DIO
C      LK ke 12, dValue[7] = DIO
C      CLK ke 13, dValue[5] = DIO
C      LK ke 14, dValue[6] = DIO
C      LK ke 15, dValue[4] = DIO
C      LK ke 16, dValue[3] = DIO
C      LK ke 17, dValue[2] = DIO
C      LK ke 18, dValue[1] = DIO
C      LK ke 19, dValue[0] = DIO
F      or i=11 to i=0 begin
            Data += dValue[i]*2^i
            End.

C      S=1
Return data
{--end procedure--}
  
```

Dari notasi algoritmik diatas, kemudian dikonversi kedalam bahasa C versi arduino karena kontroler yang digunakan adalah *arduino board*.

Untuk pembacaan nilai tegangan dilakukan dengan memanggil prosedur getH48C (D1,D0) dengan D1 = 1 dan D0 = 0 untuk membaca Vref, D1 = 0, D0 = 0 untuk membaca nilai sumbu X, D1 = 0, D0 = 1 untuk membaca nilai sumbu Y, dan D1 = 1 dan D0 = 0 untuk membaca nilai pada sumbu Z. Contoh pemanggilan prosedur untuk pembacaan nilai Vref, sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z adalah sebagai berikut.

```

integer dX, dY, dZ = 0;
ref = getH48C(1,1);
dX = getH48C(0,0);
dY = getH48C(0,1);
dZ = getH48C(1,0);
  
```

Sesuai dengan persamaan (6), (7), dan (8) maka level tegangan untuk tiap sumbu dinyatakan dengan mengeksekusi perintah berikut.

```
float gX, gY, gZ = 0.00;  
gX = (((float)dX) - ((float)ref));  
gY = (((float)dY) - ((float)ref));  
gZ = (((float)dZ) - ((float)ref));
```

Nilai gX, gY, dan gZ masih dalam level tegangan yang dinyatakan dengan nilai ADC 12 bit (0 hingga 4095). Untuk menyatakan kedalam nilai g sesuai dengan jangkauan pembacaan sensor (-3 g hingga +3g) maka digunakan persamaan berikut.

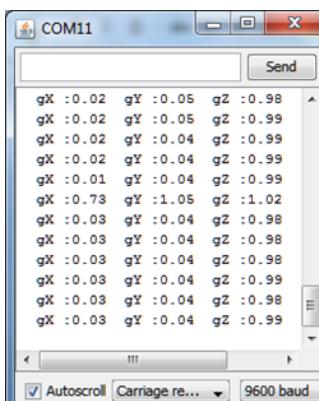
$$g = \left( \frac{\text{data Axis-Vref}}{4095} \right) x \left( \frac{3.3}{0.3663} \right) \dots\dots\dots (9)$$

Berdasarkan persamaan 4.4, nilai 4095 adalah nilai maksimum ADC 12 bit, 3.3 adalah tegangan suplai H48C dan 0.3663 adalah nilai tegangan keluaran 1g. Untuk memudahkan penulisan program, persamaan diatas disederhanakan menjadi persamaan 4.5 berikut.

Sehingga, source code untuk pembacaan nilai g untuk tiap sumbu adalah sebagai berikut.

```
float gX, gY, gZ = 0.00;  
gX = (((float)dX) - ((float)ref)) *0.0022;  
gY = (((float)dY) - ((float)ref)) *0.0022;  
gZ = (((float)dZ) - ((float)ref)) *0.0022;
```

Hasil pengujian program untuk pembacaan nilai g menggunakan source code diatas dilihat menggunakan serial monitor dengan baud rate 9600 bps sesuai dengan gambar 20.



Gambar 20.  
Hasil pembacaan  
modul  
accelerometer

#### **4.2. Komunikasi Data X-Bee Wireless RF**

Untuk mengirimkan data percepatan menggunakan wireless X-Bee digunakan 2 buah modul yakni modul *router* dan *coordinator*.

Modul router berfungsi untuk melakukan pengukuran percepatan kemudian mengirimkanya ke modul coordinator sedangkan fungsi coordinator untuk menerima data dari router kemudian mengirimkanya ke server.

Sehingga masing – masing modul menjalankan program yang berbeda.

Pada pengujian digunakan 2 buah router dan 1 buah *coordinator* dengan alamat sebagai berikut.

*Router 1 = 5070*

*Router 2 =4D36*

Coordinator = 7E63

Algoritma Program Router

1. Menentukan alamat tujuan (ATDL dan ATDH)
  2. Menentukan jumlah payload untuk menampung data yang akan dikirimkan.
  3. Melakukan pembacaan data RTC dan accelerometer.
  4. Menampung data pada payload dan encode data.
  5. Mengirim data.

Pada pengujian digunakan coordinator dengan alamat : 7E63 kemudian jumlah payload adalah 15 dengan rincian sebagai berikut.

- *Payload* [0] menampung data jam.
  - *Payload* [1] menampung data menit
  - *Payload* [2] menampung data detik
  - *Payload* [3] menampung data tanggal
  - *Payload* [4] menampung data bulan
  - *Payload* [5] menampung data tahun
  - *Payload* [6]&[7] menampung data Vref
  - *Payload* [8] &[9]menampung data Ax
  - *Payload* [10] &[11] menampung data Ay
  - *Payload* [12] &[13] menampung data Az
  - *Payload* [14] menampung data 0x00

Algoritma Program Coordinator

1. Membaca data dari router.
  2. Decode data.
  3. Mengirim data ke server via USB.

Hasil pembacaan dari *frame* data yang dikirim oleh *router* adalah sebagai berikut.

7E 00 14 81 4D 36 24 00 02 2D 0E 1A 01 0C 07  
FF 08 D9 07 7C 09 6D 00 C7

Sehingga dapat di *decode* kan sebagai berikut.

- 7E = Start byte
- 00 14 = Panjang data
- 81 = frame type API
- 4D36 = Alamat pengirim
- 24 = Kuat sinyal (RSSI)
- 00 = Sisa data terkirim
- 02 = Data Jam
- 2D = Data menit
- 0E = Data Detik
- 1A = Data tanggal
- 01 = Data bulan
- 0C = Data tahun
- 07 FF= data Vref
- 08 D9 = Data Ax
- 07 7C = Data Ay
- 09 6D = Data Az
- 00 = Data payload [14]
- C7 = Check Sum

Gambar 21 menunjukkan contoh hasil pembacaan coordinator yang ditampilkan menggunakan hyperterminal pada komputer server.

```
7E 00 14 81 4D 36 28 00 02 2E 36 1A 01 0C 07 FF 07 FB 08 2F 09 BB 00
00
Router : 4D36
RSSI :28
2:46:54 26/1/12
2047 -0.0088000001 0.1055999994 0.9767999649
7E 00 14 81 50 70 29 00 00 00 00 00 00 00 08 01 07 E4 08 12 09 C2 00
43
Router : 5070
RSSI :29
0:0:0 0/0/0
2049 -0.0638000011 0.0374000024 0.9878000259
7E 00 14 81 4D 36 24 00 02 2E 37 1A 01 0C 07 FF 07 FB 08 30 09 BB 00
BC
Router : 4D36
RSSI :24
```

Gambar 21. Hasil Pembacaan data yang diterima oleh coordinator

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat

maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Accelerometer H48C dapat digunakan sebagai alat akuisisi data pergerakan tanah.
2. Data hasil pembacaan sensor accelerometer H48C dapat dikirimkan secara *remote* menggunakan wireless RF dengan memanfaatkan modul X-Bee.
3. Dengan mengetahui struktur frame data komunikasi wireless yang menggunakan protokol ZigBee maka kita dapat dengan leluasa melakukan pengiriman dan penerimaan data sesuai kebutuhan.
4. Jaringan sensor nirkabel memiliki kelebihan dalam segi fleksibilitas dibandingkan transmisi data menggunakan kabel.

### 5.2. Saran

Pada penelitian ini hanya menggunakan sensor percepatan untuk deteksi pergerakan tanah, sehingga diharapkan adanya pengembangan dengan melengkapi sistem menggunakan sensor lain misalnya sensor curah hujan, sensor kelembaban, extensometer dan sebagainya sehingga data yang didapat lebih akurat.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- A.E Putra. 2009. *Embeded System Menggunakan Mikrokonroler dan Pemrograman*. C. Andi : Yogyakarta
- ATMEL Corp. 2003. *Atmega8 And Atmega8L Preliminary*. ATTEL Corporation : Parkay
- BNPB. 2012. Rekapitulasi Kejadian Bencana Tahun 2011 di Indonesia . <http://www.bnppb.go.id/website/asp/benc.asp?p=11> diakses pada: Kamis 29 Maret 2011.
- BNPB. 2007. Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia edisi III. Direktorat Mitigasi : Jakarta
- Digi Manual. 2008. *Xbee Znet 2.5 / Xbee PRO Znet 2.5 OEM RF Modules*. Digi International Inc : United States

- Ergen , S.C. 2004. *ZigBee/IEEE802.15.4 Summary* . <http://www.sinemergen.com/academic/publications/zigbee.pdf> diakses tanggal 8 November 2011.
- Faludi, Robert. 2010. *Buliding Wireless Sensor Network*. O'Reilly : United States.
- Hill, Jasson Lester. 2003. *System Architecture Of Wireless Sensor Network*. University Of California : Berkeley .
- I.F Akyildiz dan Mehmet Can Vuran. 2010. *Wireless Sensor Network*. Wiley: United Kingdom.

**FORMAT PENULISAN**  
**UNTUK JURNAL PENANGGULANGAN BENCANA**

**Judul**  
**(UPPERCASE, CENTER, BOLD FONT ARIAL 12)**

*Nama Lengkap Penulis*

} Huruf dll lay  
out hal berikut

**ABSTRACT:** Tuliskan tujuan dari kesimpulan artikel anda secara jelas dan singkat; dalam BAHASA INGGRIS maksimal 250 kata. Abstrak ditulis 4 cm dari sisi kiri dan sisi kanan dengan sentence, Justify, Italic, Font Arial 10.

**Key word :** bahasa Inggris paling banyak 10 kata (Sentence case, justify, regular, Arial 10).

- 1. PENDAHULUAN (UPPERCASE, LEFT, BOLD, FONT ARIAL 10)**  
Jurnal ini hanya memuat artikel yang disusun dengan isi dan format yang sesuai dengan ketentuan pada halaman ini dan contoh LAY OUT dihalaman berikutnya.
  - 1.1 Latar Belakang (Tinjauan Pustaka). (Titlecase, left, Bold, font Arial 10).**  
Uraian tentang substansi penelitian atau tinjauan yang dilakukan penulis dengan dasar publikasi mutakhir.
  - 1. 2 Tujuan(huruf seperti 1.1)**  
Menjelaskan dengan singkatan tujuan penelitian ataupun tujuan yang akan dilakukan.
  - 2. Metodologi**  
Pada BAB ini penulis bisa membagi 2 atau 3 sub bab.
  - 2.1 Tempat dan waktu penelitian ; menjelaskan dimana dan kapan penelitian dilakukan;**
  - 2.2 Sampling dan analisis sample;** y a n g menjelaskan bagaimana mengambil sample dan dianalisis dimana dengan metode apa.
  - 2.3 ..... (jika perlu)**
- 3. HASIL DAN PEMBAHASAN (huruf seperti 1.)**  
Pada BAB ini penulis dapat membagi 2 sub bab atau lebih.
  - 3.1 Laporan Penelitian (huruf seperti 1.1)**  
Penulis harus menyampaikan data / hasil pengamatannya. Hubungkan dan diskusikan dengan referensi hasil/hasil penelitian lain.

- 3.2 Artikel Ulasan (Huruf seperti 1.1)**  
Penulis menyampaikan “teori, pandangan dan hasil penelitian” peneliti lain tentang sebuah substansi/isu yang menarik. Diskusikan/kupas perbedaan dan persamaan referensi yang anda sampaikan tersebut. Ambil kesimpulan; yang akan lebih baik jika penulis mampu mensinergikan referensi yang ada menjadi sebuah pandangan baru.
- 4. KESIMPULAN DAN SARAN**  
Penulis bisa membagi 2 sub bab: 4.1 kesimpulan yang berisi kesimpulan pada pembahasan dan 4.2. Saran diberikan jika ada hasil penelitian yang perlu ditindak lanjuti.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Berikan ucapan terima kasih penulis pada pihak yang membantu (kalau perlu saja).

**DAFTAR PUSTAKA**

Berisi referensi yang diacu yang dalam artikel ditulis dengan superscript dan ditulis dengan cara berikut:

1. Author, tahun Judul paper, jurnal/prosidang/buku, Vol (no), hal/jumlah hal. (perhatikan cara menaruh singkatan nama sebagai author ke-1: Garno, Y.S. dan nama ke-2: Y.S. Garno pada contoh penulisan daftar pustaka di bawah ini)

## LAY OUT PENULISAN

