

# JURNAL TANAH DAN LINGKUNGAN

(Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan)

*JOURNAL OF SOIL AND ENVIRONMENT*

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan

Fakultas Pertanian

Institut Pertanian Bogor



---

**JURNAL TANAH DAN LINGKUNGAN**  
*Journal of Soil and Environment*

Vol. 14 No. 1, April 2012

ISSN 1410-7333

---

**Penanggung Jawab/Person in Charge**

Ketua Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB  
*Head of Department of Soil Sciences and Land Resource, Faculty of Agriculture,  
Bogor Agricultural University*

**Editor Kepala / Chief Editor**

Iswandi Anas

**Editor Pelaksana / Executive Editor**

Sri Djuniwati

**Dewan Editor / Editorial Board**

Iskandar

Suria Darma Tarigan

Dwi Andreas Santosa

Kazuyuki Inubushi (Chiba University, Japan)

Shamshuddin Jusop (UPM, Malaysia)

**Editor Teknik / Managing Editor**

Arief Hartono

**Sekretariat / Secretariate**

Maisaroh

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Indonesia

Telp/Hp: 0251-8629360/081315500527

Surel (E-mail): jtl\_soilipb@yahoo.com

**Rekening / Bank Account:**

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan  
BRI Cabang Darmaga, Bogor 0595-01-000097-30-1

---

Jurnal Tanah dan Lingkungan (nama baru dari Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan), dengan ISSN 1410-7333 diterbitkan dua kali setahun yaitu pada bulan April dan Oktober oleh Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan (nama baru dari Departemen Tanah), Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Jurnal Tanah dan Lingkungan menyajikan artikel mengenai hasil penelitian dan ulasan tentang perkembangan mutakhir dalam bidang ilmu tanah, air, dan ilmu lingkungan sebagai bahan kajian utama. Setiap naskah yang dikirim ke Jurnal Tanah dan Lingkungan, akan ditelaah oleh penelaah (*reviewer*) yang sesuai dengan bidangnya. Nama penelaah dicantumkan pada terbitan No. 2 dari setiap volume.

**Harga Langganan/Subscription Rate:**

Pribadi/Personal	Rp 40 000 per tahun ( <i>yearly</i> )
Institusi/Institution	Rp 60 000 per tahun ( <i>yearly</i> )
Harga belum termasuk ongkos kirim ( <i>Excluding postage</i> )	

---

Gambar sampul (*cover photograph*): Lokasi Rawan Longsor di Kelurahan Loto, Kecamatan Pulau Ternate (*The Prone Landslide Location in Loto Village, Ternate Island District*) (Ikqra).

**STUDI GEOMORFOLOGI PULAU TERNATE DAN PENILAIAN BAHAYA LONGSOR****Geomorphological Study of Ternate Island and Landslide Hazard Assessment****Ikqra<sup>1)</sup>, Boedi Tjahjono<sup>2)\*</sup>, dan Euis Sunarti<sup>3)</sup>**<sup>1)</sup> Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun Ternate, Jl. Kampus Unkhair Gambesi Ternate 97700<sup>2)</sup> Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680<sup>3)</sup> Departemen Ilmu Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Ekologi Manusia, IPB, Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680**ABSTRACT**

*Ternate Island is an active volcano (Gamalama Volcano) where the capital city of Ternate Municipality located. The island has however highest population density compared to other regencies in North Maluku Province. The population tend to grow by time and the demand of land for settlements increase following the population growth. Some of the lower part of volcanic slope has recently been occupied by settlement and unfortunately it triggered landslides in recent day. The purposes of this research were to study the geomorphology of Ternate Island and to assess landslide hazard. To achieve the purposes the satellites imageries, i.e. GeoEye (GoogleEarth) and SRTM imagery, were used for geomorphological visual interpretation. The landforms were used as a parameter for landslide hazard analysis along with other parameters such as slope steepness, soil texture, and landuse. In this study, the method of weighting and scoring were applied to each parameter and its variables to assess landslide hazard, and all data were analyzed using Geographic Information Systems (GIS). The results showed that the geomorphology of the study area was dominated (71.2 %) by volcanic landforms following the morphogenetic of Ternate Island, while the rest were fluvial landforms (26.1 %), marine landforms (2.50 %), and anthropogenic reclamation landforms occupied by settlements and commercial areas (0.25 %). Based on geomorphological conditions, 18.2 % of study area were considered as safe area from landslide hazard, but 23.7 % were classified as low hazard, 29.8 % as moderate hazard, and 28.1 % as high hazard.*

*Keywords: Gamalama volcano, geographic information system, geomorphology, landslide hazards, Ternate Island*

**ABSTRAK**

Pusat pemerintahan Kota Ternate terletak di Pulau Ternate yang juga merupakan pulau gunungapi aktif (Gunungapi Gamalama). Meskipun demikian pulau ini mempunyai kepadatan penduduk tertinggi dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya di Provinsi Maluku Utara. Berdasarkan data kependudukan, jumlah penduduk di pulau ini terus bertambah seiring dengan waktu. Gejala ini mengiringi kebutuhan lahan untuk permukiman yang juga semakin meningkat. Lereng bawah gunungapi ini yang dulu merupakan kebun rakyat, kini sebagian telah berubah menjadi permukiman, dan dampaknya di wilayah ini sering melahirkan longsor. Penelitian ini bertujuan mempelajari geomorfologi Pulau Ternate dan menilai tingkat bahaya longsor. Dalam penelitian ini digunakan citra satelit GeoEye yang diunduh dari GoogleEarth dan citra SRTM (resolusi 90 m) untuk interpretasi bentuk lahan di Pulau Ternate. Bentuk lahan digunakan sebagai salah satu parameter untuk menilai bahaya longsor disamping parameter-parameter lain, seperti kemiringan lereng, tekstur tanah, dan penggunaan lahan. Dengan memanfaatkan sistem informasi geografis dan metode pembobotan dan skor terhadap parameter dan variabel yang digunakan, kelas bahaya longsor selanjutnya dapat dinilai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian didominasi oleh bentuk lahan vulkanik (71.1%) sesuai dengan proses pembentukan pulau tersebut, sedangkan yang lainnya terdiri atas bentuk lahan fluvial (26.1%), bentuk lahan marin (2.5%), dan bentuk lahan antropogenik, yaitu berupa lahan urugan (reklamasi) di pantai yang digunakan untuk permukiman dan pusat komersial. Berdasarkan kondisi geomorfologi ini, didapatkan bahwa 18.2% dari luas Pulau Ternate tergolong ke dalam kelas aman dari bahaya longsor, 23.7% tergolong bahaya rendah, 29.8% tergolong bahaya sedang, dan 28.1% tergolong bahaya tinggi.

**Kata kunci:** Gunungapi Gamalama, Sistem Informasi Geografis (SIG), geomorfologi, bahaya longsor, Pulau Ternate

**PENDAHULUAN**

Pulau Ternate merupakan pusat pemerintahan Kota Ternate. Kota ini secara umum memiliki topografi perbukitan dan pegunungan dengan kemiringan lereng

bervariasi dari 8% di lereng bawah hingga 40% ke arah puncak Gunungapi Gamalama. Sebelum tahun 2000, sekitar 84% dari seluruh kelurahan di Kota Ternate berada pada wilayah datar (BPS Kota Ternate, 2011) atau sebagian besar penduduk bertempat tinggal di wilayah

*\*) Penulis Korespondensi: Telp. +628170829626; Email. boedi\_tj@yahoo.com*

perisair. Namun demikian pada saat sekarang ketika jumlah penduduk di Kota Ternate telah bertambah, pola persebaran permukiman mengalami perubahan.

Tahun 2008 jumlah penduduk Kota Ternate mencapai 172,041 jiwa dan pada tahun 2011 meningkat menjadi 176,084 jiwa. Dengan angka ini tampak bahwa *trend* pertumbuhan demografi akan terus bertambah di waktu mendatang. Berdasarkan data kependudukan kabupaten/kota di Provinsi Maluku Utara (Tabel 1), Pulau Ternate tercatat sebagai wilayah yang mempunyai tingkat kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi Maluku Utara.

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

Kabupaten/Kota	Luas daerah (km <sup>2</sup> )	Luas daratan (km <sup>2</sup> )	Jumlah penduduk	Kepadatan penduduk (jiwa km <sup>-2</sup> )
Halmahera Barat	14,236	2,612	97,971	38
Halmahera Tengah	8,381	2,277	34,821	15
Halmahera Selatan	40,264	8,779	192,312	22
Halmahera Utara	24,983	5,447	194,778	36
Halmahera Timur	14,202	6,506	69,912	11
<b>Ternate</b>	<b>5,795</b>	<b>251</b>	<b>185,705</b>	<b>741</b>
Tidore Kepulauan	13,857	9,564	82,302	9
Kepulauan Sula	24,082	9,633	34,821	14

Sumber: BPS Provinsi Maluku, 2009

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Pulau Ternate, penyebaran wilayah permukiman mulai berubah. Wilayah berbukit dan bergunung yang semula merupakan lahan perkebunan (pala, cengkeh, dan kelapa), kini mulai dirambah dan sebagian menjadi permukiman. Kebutuhan lahan tampak semakin meningkat, terutama untuk membangun permukiman, perkantoran, fasilitas umum, dan infrastruktur. Hal ini disebabkan wilayah dengan topografi datar sangat terbatas, sehingga wilayah perbukitan menjadi pilihan untuk pengembangan wilayah. Di area permukiman baru yang berada di perbukitan kegiatan-kegiatan pemotongan lereng tidak dapat dihindarkan karena untuk menyesuaikan tata letak bangunan atau alasan-alasan yang lain. Kondisi ini secara teoritis dapat merubah kestabilan lereng, sehingga meningkatkan bahaya longsor. Resiko bencana longsor ikut meningkat di area ini seiring dengan bertambahnya penduduk di wilayah tersebut.

Proses alam seperti hujan dirasakan berjalan normal tanpa menimbulkan dampak negatif sebelum tahun 2000, namun pada periode sekarang kejadian yang sama sering menimbulkan bencana alam, seperti tanah longsor dan banjir. Fenomena ini diduga terjadi sejalan dengan proses iklimatik (hujan) dan perubahan penggunaan lahan, terutama di wilayah perbukitan. Gejala perubahan penggunaan lahan yang berlangsung di pulau ini perlu dikaji beserta dengan dampak yang ditimbulkannya (bencana alam) agar pengelolaan lingkungan di pulau ini dapat diantisipasi dengan lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji geomorfologi Pulau Ternate dan memetakan daerah bahaya longsor.

## BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian mencakup seluruh Pulau Ternate di Provinsi Maluku Utara. Data yang digunakan meliputi citra SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) resolusi 90 m, citra GeoEye (tahun 2010) dari

GoogleEarth, peta-peta tematik, seperti Peta Administrasi skala 1:50,000 dan Peta Penggunaan Lahan skala 1:25,000 (Bappeda Kota Ternate, 2011), Peta Geologi Pulau Ternate skala 1:25,000 (Direktorat Vulkanologi, Bandung), serta kuesioner untuk mencari data primer dari penduduk setempat. Untuk peta penggunaan lahan, dilakukan *up-dating* dengan citra GeoEye dan cek lapangan. Alat yang digunakan meliputi komputer dengan perangkat lunaknya (*Microsoft Office, Software SIG*), printer, dan peralatan lapangan lain, seperti *Global Positioning System* (GPS) dan kamera.

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pekerjaan laboratorium untuk mempersiapkan peta kerja, pekerjaan lapangan untuk validasi peta kerja dan pengambilan data primer, serta pekerjaan analisis data yang diperoleh untuk mencapai tujuan penelitian. Analisis yang digunakan meliputi analisis kualitatif dan analisis spasial dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Kajian geomorfologi didekati dengan identifikasi bentuk lahan melalui citra SRTM dan GeoEye yang dibantu dengan peta geologi. Jenis-jenis bentuk lahan selanjutnya digunakan untuk analisis deskriptif terhadap kondisi geomorfologi daerah penelitian. Penilaian bahaya longsor dilakukan melalui pembobotan dan skor pada setiap parameter dengan analisis SIG. Parameter dimaksud meliputi kemiringan lereng, bentuk lahan, tekstur tanah lapisan bawah, penggunaan lahan, curah hujan, dan gempa. Namun berhubung data untuk dua parameter terakhir tidak terpenuhi, maka dua parameter terakhir tersebut tidak dipakai untuk penilaian bahaya longsor.

Untuk penelitian ini formulasi Davidson dan Shah (1997) digunakan untuk pembobotan parameter bahaya longsor dan hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Rumus pembobotan Davidson dan Shah (1997):

$$W_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum (n - r_j + 1)}$$

dimana:  $W_j$  adalah nilai bobot yang dinormalkan,  $n$  adalah jumlah parameter (1,2,3... $n$ ) dan  $r_j$  adalah posisi urutan parameter.

Tabel 2. Urutan parameter bahaya longsor dan bobot yang dinormalkan

Parameter bahaya longsor	Urutan ( $r_j$ )	( $n - r_j + 1$ )	Bobot ( $W_j$ )
Kemiringan lereng	1	4	0.4
Bentuk lahan ( <i>landform</i> )	2	3	0.3
Tekstur tanah	3	2	0.2
Penggunaan lahan	4	1	0.1
Jumlah		10	1

Keterangan:  $n = 4$

Urutan parameter bahaya longsor ditentukan berdasarkan pada besarnya pengaruh relatif setiap parameter terhadap longsor. Dalam hal ini kemiringan lereng dianggap paling besar pengaruhnya terhadap proses longsor karena kestabilan lereng tergantung pada kemiringan lereng. Semakin besar kemiringan lereng maka tanah dan batuan yang ada padanya akan lebih mudah bergerak oleh gravitasi bumi. Oleh sebab itu, longsor hanya terjadi pada lereng-lereng miring dan tidak pernah terjadi pada lereng-lereng datar atau landai.



Bentuk lahan berada pada urutan kedua karena memiliki beberapa karakter yang berpengaruh terhadap longsor. Selain kemiringan lereng yang sebenarnya juga merupakan bagian dari morfologi bentuk lahan, relief dan elevasi bentuk lahan juga berpengaruh terhadap proses longsor. Parameter morfogenesis (proses pembentukan bentuk lahan), morfokronologi (tahapan pembentukan bentuk lahan), dan litologi (material dan struktur batuan penyusun bentuk lahan), semuanya menyumbang terhadap proses terjadinya longsor. Relief dan elevasi bentuk lahan berpengaruh terhadap persebaran curah hujan yang berfungsi sebagai pemicu longsor. Bentuk lahan erosional atau denudasional juga lebih berpotensi longsor daripada bentuk lahan deposisional, dan bentuk lahan yang secara morfokronologis telah lama mengalami proses pelapukan lebih berpotensi menyediakan bahan longsor, sedangkan material batuan klastik suatu bentuk lahan akan lebih berpotensi longsor daripada batuan yang lebih masif, apalagi jika mempunyai struktur perlipisan batuan yang miring. Dengan demikian karakter pada setiap bentuk lahan akan memberikan sumbangan relatif yang berbeda terhadap proses longsor. Oleh karena itu, dengan mengacu pada perbedaan karakter pada setiap bentuk lahan, setiap bentuk lahan diberikan skor yang berbeda.

Tekstur tanah diberi urutan ketiga karena tekstur tanah bukan sebagai penentu utama longsor, namun lebih bersifat sebagai penentu kondisional, yaitu berpengaruh secara tidak langsung terhadap longsor. Jika terdapat perlapisan tanah atau batuan yang mempunyai tekstur liat dan mempunyai kemiringan perlapisan tanah/batuan yang miring atau curam, maka sifat liat tersebut dapat bersifat sebagai pemicu jika tercampur dengan air. Liat menjadi licin dan dapat meluncurkan material tanah atau batuan yang membebani di atasnya. Oleh karenanya, skor tekstur tanah juga dibedakan berdasarkan besarnya kandungan liat.

Penggunaan lahan diberi urutan keempat karena parameter ini bersifat dinamis, artinya dapat berubah dalam waktu singkat dan sifatnya dapat sebagai pemicu longsor atau bahkan sebaliknya dapat sebagai penghambat terjadinya longsor.

Pemberian skor terhadap setiap elemen parameter berkisar dari angka nol hingga angka lima yang berturut-turut bermakna tidak berpotensi sebagai penyebab longsor hingga penentu longsor tertinggi. Penentuan besarnya skor dari setiap elemen parameter didasarkan pada pertimbangan logis potensinya terhadap proses longsor (Tabel 3).

Analisis bahaya longsor selanjutnya dilakukan melalui analisis spasial SIG dari peta-peta lereng, bentuk lahan, tekstur tanah, dan penggunaan lahan yang telah diberi atribut sesuai dengan bobot dan skor yang telah ditentukan dengan menggunakan rumusan berikut (Hadmoko *et al.*, 2010):

$$LH = \sum \{W (SLP) + W (LF) + W (ST) + W (LULC)\}$$

dimana: LH adalah bahaya longsor (*Landslide Hazard*), SLP adalah kemiringan lereng (*Slope*), LF adalah bentuk lahan (*Landform*), ST adalah tekstur tanah (*Soil Tekstur*) dan W (*Weight*) adalah bobot parameter yang dinormalkan.

Tabel 3. Bobot dan skor parameter bahaya longsor di lokasi penelitian

Parameter	Bobot	Skor	Nilai (Bobot x skor)
<b>Lereng (%):</b>	<b>0.4</b>		
0 – 8		0	0
8 – 15		1	0.4
15 – 30		2	0.8
30 – 45		3	1.2
> 45		4	1.6
<b>Bentuk lahan:</b>	<b>0.3</b>		
Kawah, dataran pantai antropogenik, gisik, Maar dan Lereng kaki fluvio vulkanik		0	0
Aliran lava		1	0.3
Lereng bawah kerucut vulkanik		2	0.6
Lereng atas kerucut vulkanik		3	0.9
Lereng tengah dan lereng puncak kerucut vulkanik		4	1.2
<b>Tekstur tanah</b>	<b>0.2</b>		
Pasir ( <i>sand</i> )		1	0.2
Lempung berpasir ( <i>sandy loam</i> )		2	0.4
Lempung ( <i>loam</i> )		3	0.6
Lempung berliat ( <i>clay loam</i> ), Lempung berdebu ( <i>silt loam</i> )		4	0.8
Klei ( <i>clay</i> )		5	1.0
<b>Penggunaan lahan</b>	<b>0.1</b>		
Danau, bakau dan hutan		0	0
Pemukiman, perkebunan tahunan dan bandara		1	0.1
Semak belukar		2	0.2
Lahan terbuka		3	0.3
Penambangan pasir dan batu vulkan		4	0.4

Keterangan: 0 = tidak berpengaruh; 1 = sangat rendah; 2 = rendah; 3 = sedang; 4 = tinggi; 5 = sangat tinggi

Dalam penelitian ini, bahaya longsor dikategorikan menjadi 4 kelas, yaitu aman, rendah, sedang, dan tinggi. Adapun nilai interval setiap kelas bahaya longsor dihitung sesuai dengan rumus:

$$\text{Interval LH} = \frac{\text{nilai tertinggi} - \text{nilai terendah}}{\text{jumlah kelas}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai tertinggi didapatkan sebesar 4.2 dan nilai terendah sebesar 0.2, sehingga nilai interval LH didapatkan sebesar 0.9. Dengan demikian nilai kelas bahaya longsor ditentukan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai kelas bahaya longsor

Nilai interval	Kelas bahaya longsor
0.2–1.2	Aman
1.3–2.3	Rendah
2.4–3.4	Sedang
3.5–4.2	Tinggi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Geomorfologi Pulau Ternate

Kondisi geomorfologi Pulau Ternate dapat digambarkan melalui keragaman bentuk lahan yang dimilikinya. Berdasarkan hasil interpretasi citra dan pengecekan lapangan terdapat 12 tipe bentuk lahan yang didominasi oleh bentuk lahan asal proses vulkanik, seperti disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jenis bentuk lahan (*landform*) Pulau Ternate dan luasanya

No	Jenis bentuk lahan ( <i>landform</i> )	Luas (ha)	Luas (%)
1	Kawah	1.9	0.02
2	Lereng puncak kerucut vulkanik	146	1.40
3	Lereng atas kerucut vulkanik	899	8.90
4	Lereng tengah kerucut vulkanik	2,690	26.5
5	Lereng bawah kerucut vulkanik	3,160	31.2
6	Lereng kaki fluvio-vulkanik	2,650	26.1
7	Aliran lava	271	2.70
8	Maar laguna	16.6	0.16
9	Maar Tolire besar	24.3	0.24
10	Maar Tolire kecil	2.1	0.02
11	Gisik pantai ( <i>beach</i> )	253	2.50
12	Daratan pantai antropogenik	25.1	0.25
Jumlah		10,130	100

Bentuk lahan kawah mempunyai luasan sekitar 1.9 ha dan merupakan kawah Gunungapi Gamalama. Menurut Direktorat Vulkanologi (1979) kawah ini terdiri dari 4 kawah yang mencerminkan suksesi peristiwa letusan, yaitu Kawah 1 (K1) dengan ukuran 300 m x 250 m berada pada ketinggian 1,715–1,666 m, Kawah 2 (K2) dengan ukuran 180 x 150 m berada pada ketinggian 1,670–1,663 m, Kawah 3 (K3) dengan ukuran 70 x 50 m berada pada ketinggian 1,663 m, dan Kawah 4 (K4) dengan ukuran 30 m berada pada ketinggian 1,680–1,666 m.

Kerucut vulkanik merupakan tubuh Gunungapi Gamalama yang secara umum berbentuk kerucut. Tubuh ini merupakan hasil proses deposisi erupsi vulkanik, dan saat sekarang memiliki lereng yang bervariasi dari agak miring hingga sangat curam. Tubuh Gunungapi Gamalama dapat dipilah menjadi lima bentuk lahan, yaitu (1) Lereng puncak kerucut vulkanik (*peak slope volcanic cone*); (2) Lereng atas kerucut vulkanik (*upper slope volcanic cone*); (3) Lereng tengah kerucut vulkanik (*middle slope volcanic cone*); (4) Lereng bawah kerucut vulkanik (*lower slope volcanic cone*); dan (5) Lereng kaki fluvio-vulkanik (*fluvio-volcanic foot slope*).

Aliran lava Gunungapi Gamalama dari citra terlihat dengan pola berkelok yang mencerminkan suatu aliran. Akumulasi leleran lava yang tampak jelas pada citra merupakan hasil erupsi Gunungapi Gamalama pada tahun 1737, 1763, 1840, 1897, dan 1907 ke arah timur laut yang mencapai pantai Kulaba dan Batu Angus (Pratomo *et al.*, 2011). Dari citra GeoEye bentuk lahan ini tampak berwarna hijau muda, karena telah bervegetasi semak belukar, dan bertekstur halus di bagian lereng atas (tertutup oleh lapisan piroklastik), namun pada bagian lereng bawah tampak berwarna agak kehitaman, bertekstur kasar, yang mencirikan batuan lava yang belum ditumbuhi oleh vegetasi.

Maar adalah danau yang terbentuk pada kawah hasil letusan masa lalu. Pada lokasi penelitian terdapat tiga

maar yang bernama Tolire Besar, Tolire Kecil, dan Laguna. Maar Tolire Besar dicirikan dengan bentuk oval dan berada di sebelah barat laut Kawah Arafat, sedangkan Tolire Kecil berada di sebelah timur laut arah pantai dari Tolire Besar. Maar Laguna terletak di sebelah selatan Gunungapi Gamalama, berbentuk oval dan terbentuk akibat erupsi freatik pada akhir pra-sejarah. Maar ini diperkirakan berhubungan dengan sistem magmatik dari pusat erupsi Gunungapi Gamalama Muda (Pratomo *et al.*, 2011).

Gisik pantai (*beach*) membentang mengelilingi Gunungapi Gamalama yang terbentuk dari pasir halus berwarna hitam (di bagian utara) dan dari kerikil (pada bagian selatan). Pasir hitam ini berasal dari bahan vulkanik yang terbawa oleh aliran lahar menuju ke pantai, sedangkan kerikil berasal dari hasil proses abrasi batuan vulkanik di sepanjang pantai. Bentuk lahan ini mempunyai lereng yang datar dan pada saat sekarang digunakan sebagai permukiman dengan pola memanjang.

Selain itu pada wilayah pantai ini juga terdapat daratan reklamasi yang terbentuk akibat penimbunan material batuan dan tanah oleh manusia, dimulai dari tahun 2006 hingga 2009 yang hasilnya menjadikan sebagian dari perairan tepi pantai menjadi daratan baru. Bentuk lahan ini sebagian besar berada pada sebelah timur Gunungapi Gamalama dan dikelaskan sebagai dataran pantai antropogenik.

### Bahaya Longsor di Pulau Ternate

Berdasarkan hasil analisis terhadap parameter bahaya longsor yang telah ditentukan, didapatkan bahwa semua kelas bahaya terdapat di daerah penelitian dengan luasan bervariasi seperti disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kelas bahaya longsor, luasan dan persentasenya di lokasi penelitian

Kelas Bahaya Longsor	Luas (ha)	Luas (%)
Aman	1,845	18.2
Rendah	2,410	23.7
Sedang	3,025	29.8
Tinggi	2,850	28.1







Dari Tabel 6, terlihat bahwa kelas bahaya *tinggi*, *sedang* dan *rendah* memiliki luasan yang tidak jauh berbeda, kecuali pada kelas *aman* yang memiliki luasan terkecil. Persebaran spasial kelas bahaya longsor secara umum tampak melingkar seperti disajikan pada Gambar 1, dimana pola persebaran ini secara umum mengikuti pola bentuk lahan tubuh gunungapi itu sendiri yang berupa kerucut. Secara topografis, persebaran kelas bahaya longsor tampak menurun seiring dengan menurunnya elevasi bentuk lahan. Untuk kondisi kelas bahaya tinggi yang berada di lereng bawah kerucut vulkanik dapat dilihat pada Tabel 7.

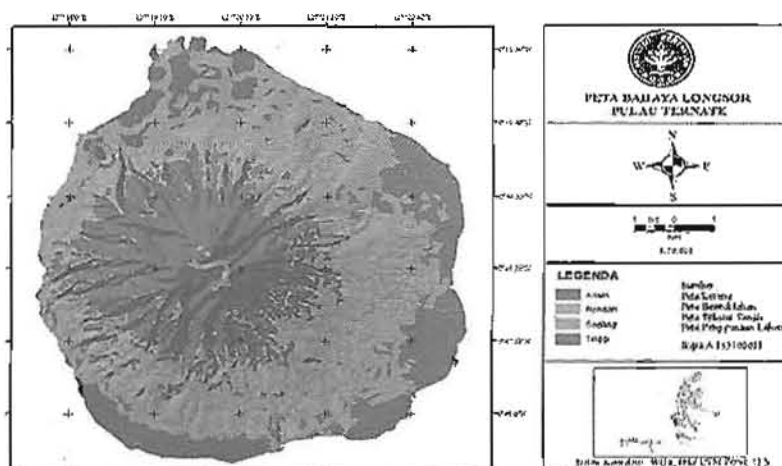
Seiring dengan naiknya elevasi, tampak pula bahwa kemiringan lereng secara relatif mempengaruhi bahaya longsor. Ini terbukti dari persentase luasan kelas bahaya sedang hingga tinggi berada pada kemiringan lereng >15%. Kemiringan lereng tersebut mendominasi bentuk lahan dari lereng bawah hingga lereng puncak kerucut vulkanik yang permukaannya didominasi oleh material piroklastik Gunungapi Gamalama.

Untuk penggunaan lahan yang cenderung memicu terjadinya longsor berdasarkan hasil pengamatan lapangan adalah penambangan pasir dan batu, lahan terbuka, dan semak belukar. Lahan terbuka berpotensi melongsorkan material karena lahan tersebut tidak mempunyai penahan tambahan (seperti akar tanaman). Penambangan pasir dan batu dapat memicu longsor karena telah terjadi pemotongan lereng, sehingga stabilitas lereng menjadi turun, sedangkan semak belukar umumnya memiliki

sistem perakaran dangkal dan serabut, sehingga fungsi akar pada lereng yang sangat curam kurang banyak membantu daya tahan (*shear strength*) lereng dari tarikan gravitasi. Untuk jenis penggunaan lahan yang diduga dapat menahan proses pelongsoran adalah hutan dan perkebunan tahunan, karena pepohonan yang ada di dalamnya secara dominan memiliki sistem perakaran yang dalam, sehingga akar-akarnya mampu menahan proses longsor.

Tabel 7. Titik-titik longsor di lokasi penelitian yang termasuk ke dalam kelas bahaya tinggi

Gambaran titik longsor	Keterangan	Gambaran titik longsor	Keterangan
	Titik longsor di Kelurahan Kalumata, Kecamatan Ternate Selatan ( $00^{\circ}46'05,4''$ LU dan $127^{\circ}21'31,3''$ BT). Lereng sangat curam disebabkan karena pemotongan lereng (penambangan). Terdapat 9 rumah di bawah lereng yang rentan longsor. Penggunaan lahan sebelumnya berupa perkebunan tahunan yang terkonversi menjadi pemukiman.		Titik longsor di Kelurahan Takome, Kecamatan Pulau Ternate ( $00^{\circ}48'59,5''$ LU dan $127^{\circ}22'55,1''$ BT). Penggunaan lahan sebelumnya berupa perkebunan tahunan pada lereng 15%-30% yang terkonversi menjadi pertambangan batu. Terdapat 3 rumah di atasnya yang rentan longsor.
	Titik longsor di Kelurahan Akehuda, Kecamatan Ternate Utara ( $00^{\circ}48'12,3''$ LU dan $127^{\circ}22'55,1''$ BT). Lereng sangat curam. Terdapat 5 rumah di bawah lereng yang rentan longsor. Penggunaan lahan sebelumnya berupa perkebunan tahunan yang terkonversi menjadi perumahan.		Titik longsor di Kelurahan Kalumata, Kecamatan Ternate Selatan ( $00^{\circ}46'21,3''$ LU dan $127^{\circ}19'10,3''$ BT). Lokasi berjarak 250 m dari titik 2. Lereng sangat curam karena pemotongan lereng. Penggunaan lahan sebelumnya berupa perkebunan tahunan yang terkonversi menjadi penambangan pasir.
	Titik longsor di Kelurahan Loto, Kecamatan Pulau Ternate ( $00^{\circ}47'00,2''$ LU dan $127^{\circ}22'20,2''$ BT). Lereng sangat curam. Longsor menutupi jalan kolektor primer yang menghubungkan antar kelurahan. Longsor terjadi pada saat hujan deras.		Titik longsor di Kelurahan Kayu Merah, Kecamatan Ternate Selatan ( $00^{\circ}47'03,5''$ LU dan $127^{\circ}22'06,6''$ BT). Lereng sangat curam karena pemotongan lereng. Di atas lahan tersebut terdapat rumah dinas walikota, pernah longsor dan menutupi jalan.



Gambar 1. Peta bahaya longsor (landslide hazard) di Pulau Ternate

## SIMPULAN

1. Pulau Ternate memiliki dominasi bentuk lahan (*landform*) asal proses vulkanik yang disebabkan pulau tersebut merupakan pulau gunungapi aktif. Pulau ini tergolong paling padat penduduknya di antara Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Utara dan persebaran permukiman secara dominan berada pada bentuk lahan dataran fluvio-vulkanik dan dataran pantai yang aman dari bahaya longsor.
2. Persebaran kelas bahaya longsor mengikuti pola bentuk lahan utama, yaitu kerucut vulkanik, dimana persebaran ini terkait erat dengan persebaran morfologi bentuk lahan, yaitu kemiringan lereng dan elevasi. Konsekuensi dari karakteristik ini, luasan kelas bahaya rendah, sedang, dan tinggi relatif tidak jauh berbeda, yaitu berturut-turut 2,410 ha (23.7%), 3,025 ha (29.8%), dan 2,850 ha (28.1%). Namun demikian pada kenyataannya terdapat pula persebaran kelas bahaya longsor tinggi pada lereng-lereng bawah, yang umumnya didominasi kelas bahaya rendah. Hal ini lebih disebabkan oleh adanya bentuk penggunaan lahan, yaitu penambangan batu dan pasir, serta permukiman yang dalam kegiatannya melakukan pemotongan lereng sehingga berdampak pada penurunan kestabilan lereng.

## SARAN

Untuk Pulau Ternate diperlukan penambahan beberapa stasiun meteorologi agar data meteorologis dapat meliputi seluruh pulau. Data tersebut akan sangat bermanfaat untuk penelitian-penelitian kebencanaan alam atau penelitian-penelitian lain secara lebih luas yang sangat dibutuhkan oleh Kota Ternate. Penelitian bahaya longsor ini dapat dilanjutkan ke penelitian kerentanan (*vulnerability*) sehingga akan dapat diperoleh tingkat risiko bahaya longsor di Pulau Ternate.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Kota Ternate. 2011. *Monografi Kota Ternate*. Badan Perencanaan Pembangunan Kota Ternate, Provinsi Maluku Utara.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Ternate. 2011. *Kota Ternate Dalam Angka*. Biro Pusat Statistik Kota Ternate, Provinsi Maluku Utara.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku. 2009. *Maluku Utara Dalam Angka*. Biro Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara.
- Davidson, R. dan H. Shah. 1997. *An Urban Earthquake Disaster Risk Index*. Departement of Civil and Environmental Engineering, Stanford University, California.
- Direktorat Vulkanologi. 1979. *Data Dasar Gunung Api Indonesia*. Direktorat Vulkanologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral-RI. Jakarta.
- Hadmoko, D.S, F. Lâvigne, J. Sartohadi, P. Hadi, and Winaryo. 2010. Landslide hazard and risk assesment and their application in risk management and landuse planning in eastern flank of Manoreh Mountains, Yogya Province, Indonesia. *Natural Hazard*, 54:623-642.
- Pratomo I., C. Sulaeman, E. Kriswati, dan Y. Suparman. 2011. Gunung Gamalama, Ternate, Maluku Utara: Dinamika erupsi dan ancaman bahayanya. *Ekologi Ternate*, hlm. 1-13.