

RISIKO LONGSORLAHAN PADA LAHAN PERTANIAN DI KOMPLEKS GUNUNGAPI KUARTER ARJUNO JAWA TIMUR

Landslide Risk on the Farmland at the Arjuno Volcano Complex of East Java

Nugroho Hari Purnomo ¹⁾, Sutikno ²⁾, Sunarto ²⁾, Luthfi Muta'ali ²⁾

¹⁾Jurusan Pendidikan Geografi Universitas Negeri Surabaya, Surabaya

²⁾Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

E-mail: nugrix@gmail.com

ABSTRACT

The purposes of the study are (1) studying the characteristics of the landslide hazard level, vulnerability, and capacity dealing with the seasonal plant farmland, and (2) developing the conceptual model disaster risk of landslide for the seasonal plant farmland at the stato volcano area. Sampling of the land factor was carried out in a purposive way and the sampling of the people was carried out accidentally. The analysis was conducted descriptively, parametric and non-parametric statistics, and spatial analysis of eological map, land shape, slope, soil and land use. The findings showed that the extremely high landslide risk occurred at the cone shape of the incised volcano and the slope of the incised volcano. The economic vulnerability of one-seasonal crop farmland was about Rp. 8,879,310,-/ha/year – Rp. 44,036,061 ha/year. While, the socio-economic factor of the farmers was generally characterized by a transition into a periurban area. The conceptual model tated that theresources of seasonal plant farmland with the high risk of landslide can be cultivated with the acceptable risk if the vulnerability of agricultural commodity is low in economic value and the capacity of farmers cultivating it is high.

Keywords: risk, landslide, farmland

ABSTRAK

Penelitian ini dirancang untuk tujuan (1) mempelajari karakteristik tingkat bahaya, kerentanan , dan kapasitas terkait longsor lshsn pada tanaman semusim, dan (2) mengembangkan konseptual model risiko bencana longsor untuk lahan pertanian tanaman semusim di daerah gunung berapi stato. Sampling dari faktor tanah dilakukan dengan cara purposive dan rakyat dilakukan dengan accidental sampling. Analisis dilakukan secara deskriptif, parametrik dan statistik non-parametrik, dan analisis spasial terhadap geologi, bentuk lahan, kemiringan, tanah dan penggunaan lahan tumpangsari . Temuan menunjukkan bahwa risiko longsor sangat tinggi terjadi pada bentuk kerucut gunung berapi tertoreh dan lereng gunung berapi tertoreh. Kerentanan ekonomi lahan pertanian tanaman satu musim adalah sekitar Rp. 8.879.310, -/ha/year - Rp. 44.036.061 ha / tahun. Sementara, faktor sosio-ekonomi petani pada umumnya ditandai dengan transisi ke area periurban. Model konseptual yang dihasilkan menyatakan bahwa sumber daya lahan pertanian tanaman semusim dengan risiko longsor tinggi dapat dibudidayakan dengan risiko yang dapat diterima jika kerentanan komoditas pertanian rendah nilai ekonomi dan kapasitas petani mengolahnya tinggi.

Kata kunci: risiko, tanah longsor, lahan pertanian

PENDAHULUAN

Perkembangan paradigma penanganan bencana bergeser dari manajemen bencana ke manajemen risiko bencana (Twiggs, 2004; ISDR, 2005; Bastian 2006). Risiko mengindikasikan adanya kehilangan atau kerusakan yang mungkin terjadi pada kehidupan atau prasarana fisik pada waktu tertentu. Menurut Bastian (2006), pengurangan risiko menekankan pada ketersediaan informasi mengenai potensi kejadian bencana dan konsekuensi yang ditimbulkan, sehingga risiko bencana dapat diperhitungkan secara akurat meskipun waktu kejadian masih merupakan ketidakpastian.

Hampir sebagian besar kajian mengenai longsorlahan menyatakan bahwa penggunaan lahan memiliki peran dalam kejadian longsorlahan (Goenadi *et al.*, 2003; Naryanto *et al.*, 2004; Lee and Pradhan, 2006) di samping adanya komposisi tipe lempung yang terbentuk (Priyono, 2012). Sementara mayoritas petani kecil perdesaan mengandalkan bentuk penggunaan lahan pertanian tanaman semusim untuk hajat kehidupan subsisten mereka. Gangguan sistem pertanian pada bentuk penggunaan lahan tersebut akan berpengaruh nyata terhadap kehidupannya. Karena itu pemahaman terhadap risiko longsorlahan pada lahan pertanian tanaman semusim sebagai aset vital perekonomian petani kecil perdesaan akan, memberikan manfaat bagi pengelolaan sumberdaya pertanian.

Jalur tengah Pulau Jawa yang terbentuk oleh sistem gunungapi Kuartir merupakan wilayah yang subur sehingga laju pertumbuhan penduduknya cepat serta tuntutan kebutuhan hidupnya yang semakin kompleks. Salah satu wilayah tersebut adalah Kecamatan Pujon yang terletak pada DAS Konto bagian hulu, serta Kecamatan Bumiaji dan Kota Batu yang

terletak pada DAS Brantas bagian hulu di wilayah Malang Jawa Timur. Wilayah yang secara fisiografi dikenal sebagai kompleks Gunungapi Kuartir Arjuno, merupakan jalur perekonomian terdekat penghubung antara Malang dengan Kediri dan Jombang dengan pertumbuhan penduduk untuk ke tiga kecamatan tersebut mencapai sekitar 1,8 % per tahun (Badan Pusat Statistik, 2008A; Badan Pusat Statistik, 2008B). Dalam konsep tataruang wilayah ini termasuk sebagai daerah fungsi lindung, akan tetapi arah pengembangan perekonomian ditetapkan sebagai kawasan pertanian dan pariwisata (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Malang, 1994). Perkembangan wilayah yang cukup pesat pada topografi berbukit hingga bergunung akan meningkatkan potensi risiko longsorlahan. Kejadian longsorlahan yang diinventarisasi pemerintah daerah dari 2002 - awal 2009 menimbulkan kerugian infrastruktur sekitar Rp. 3,5 milyar.

Penilaian dan manajemen risiko longsorlahan penuh dengan ketidakpastian menyangkut besaran, kecepatan, waktu longsorlahan, kerentanan kehidupan manusia, dan prasarana fisik (Dai *et al.*, 2002). Dalam paradigma pengurangan risiko, bencana dapat dikurangi dampaknya apabila masyarakat memahami karakteristik wilayah rawan bencana, memahami objek yang rentan bahaya, dan memahami kapasitas individu serta masyarakat dalam menghadapi bencana sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Risiko} = \frac{(\text{bahaya} \times \text{kerentanan lahan pertanian tanaman semusim})}{\text{kapasitas masyarakat petani}} \quad (1)$$

Permasalahannya adalah bagaimana terapan konsep penilaian risiko bencana

longsorlahan tersebut pada lahan pertanian tanaman semusim yang berkembang di wilayah gunungapi.

Tujuan penelitian adalah (1) mengkaji karakteristik tingkat bahaya longsorlahan di lahan pertanian tanaman semusim, tingkat kerentanan lahan pertanian tanaman semusim, dan kapasitas masyarakat petani terhadap longsorlahan, serta (2) menyusun model konseptual risiko bencana longsorlahan pada lahan pertanian tanaman semusim di wilayah gunungapi.

METODE PENELITIAN

Metode utama penelitian ini adalah survei. Sebanyak 33 buah satuan lahan dijadikan sebagai kerangka penentuan lokasi pengambilan sampel sekaligus kerangka analisis. Satuan lahan berasal dari tumpang susun Peta Bentuklahan, Geologi, Lereng, Tanah, dan Penggunaan lahan dengan skala sama 1:75.000. Pengambilan sampel pada lahan dilakukan secara purposif. Data yang dikumpulkan adalah data karakteristik lahan.

Sampel petani sebanyak 196 responden dengan *sampling error* 7 % dari jumlah populasi yang tidak diketahui. Pengambilan sampel secara aksidental, yaitu siapa saja penduduk dengan pekerjaan utama sebagai petani yang mengerjakan lahan pertanian tanaman semusim. Sebaran lokasi responden ditentukan secara proporsional berdasarkan luasan 22 satuan lahan yang ada aktivitas budidaya pertaniannya. Data yang dikumpulkan adalah data sosial ekonomi petani.

Analisis pengaruh faktor lahan terhadap longsorlahan dan pengaruh faktor sosial ekonomi terhadap persepsi longsorlahan masing-masing dilakukan secara regresi multivariat metode *stepwise* dan metode *en-*

ter bila memenuhi syarat uji normalitas, uji heteroskedastisitas, dan uji multikolinieritas. Apabila salah satu asumsi tidak terpenuhi maka digunakan analisis korelasi tiap variabel bebas terhadap variabel terikat dengan syarat data normal. Bila data tidak normal maka digunakan metode statistik nonparametrik berupa korelasi *Spearman (r)* untuk data non katagori dan *Kruskal Walls* untuk data katagori. Analisis tingkat bahaya longsorlahan adalah analisis faktor untuk mengelompokkan data variabel lahan yang mencerminkan tingkat bahaya longsorlahan dan dilanjutkan analisis keruangan. Analisis tingkat kerentanan lahan pertanian tanaman semusim menggunakan analisis kluster metode hirarki untuk mengelompokkan tingkat kerentanan ekonomi lahan pertanian tanaman semusim dan dilanjutkan analisis keruangan. Analisis tingkat kapasitas sosial ekonomi masyarakat petani menggunakan analisis rata-rata tertimbang metode pengharkatan untuk mengelompokkan secara keruangan. Untuk analisis tingkat risiko longsorlahan digunakan analisis keruangan berdasarkan tabel silang tingkat bahaya, tingkat kerentanan, dan tingkat kapasitas. Untuk menyusun model konseptual risiko longsorlahan digunakan analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahaya, Kerentanan, dan Kapasitas

Analisis regresi multivariat memenuhi syarat untuk digunakan dan menunjukkan bahwa variabel curah hujan, ketebalan lapukan batuan, konsistensi batas lekat, dan kemiringan lereng berpengaruh secara signifikan pada taraf 0,05% terhadap luas longsorlahan. Analisis menunjukkan bahwa nilai korelasi (R^2) = 0,676, sehingga dapat dinyatakan bahwa perubahan luas

longsorlahan dipengaruhi oleh ke-4 variabel tersebut sebesar 67,6%, sedangkan 32,4% berasal dari variabel lainnya. Analisis faktor dan keruangan menunjuk-kan bahwa karakteristik lahan pada tingkat bahaya sangat tinggi adalah bentuklahan kerucut gunungapi tertoreh dan lereng gunungapi tertoreh berbatuan formasi Anjasmoro tua dan muda dengan batuan berupa breksi gunungapi, lava, tuf, lahar, retas; dengan kemiringan lereng 21-55%; dan macam tanah kompleks Andosol coklat, Andosol coklat kekuningan, dan Litosol, serta Asosiasi Andosol coklat dan Glei humus.

Analisis klaster dan keruangan menunjukkan tingkat kerentanan ekonomi lahan pertanian tanaman semusim berkisar antara Rp. 8.879.310,-/ha/th - Rp. 44.036.061,-/ha/th. Sementara analisis regresi multivariat tidak memenuhi syarat untuk digunakan mengetahui pengaruh faktor sosial ekonomi terhadap persepsi longsorlahan karena syarat heteroskedastisitas tidak terenuhi. Uji normalitas data juga menunjukkan bahwa semua variabel tidak normal kecuali variabel usia dan luas lahan. Oleh karena itu digunakan statistik nonparametrik berupa korelasi

Spearman untuk data non katagori dan *Kruskal Wallis* untuk data katagori. Hasilnya menunjukkan bahwa individu berpendidikan formal dan berpengetahuan penyebab dan konservasi terkait longsorlahan tinggi pada usia muda sampai dewasa, akan memiliki persepsi yang lebih baik tentang bencana longsorlahan. Sementara analisis pengharkatan dan keruangan untuk mengetahui tingkat kapasitas sosial ekonomi petani terhadap longsorlahan menunjukkan bahwa wilayah dengan kapasitas tinggi ini terletak di sekitar Kota Kecamatan Kota Batu dan Bumiaji sehingga dapat mencerminkan sebagai masyarakat urbanisasi perdesaan.

Risiko Longsorlahan

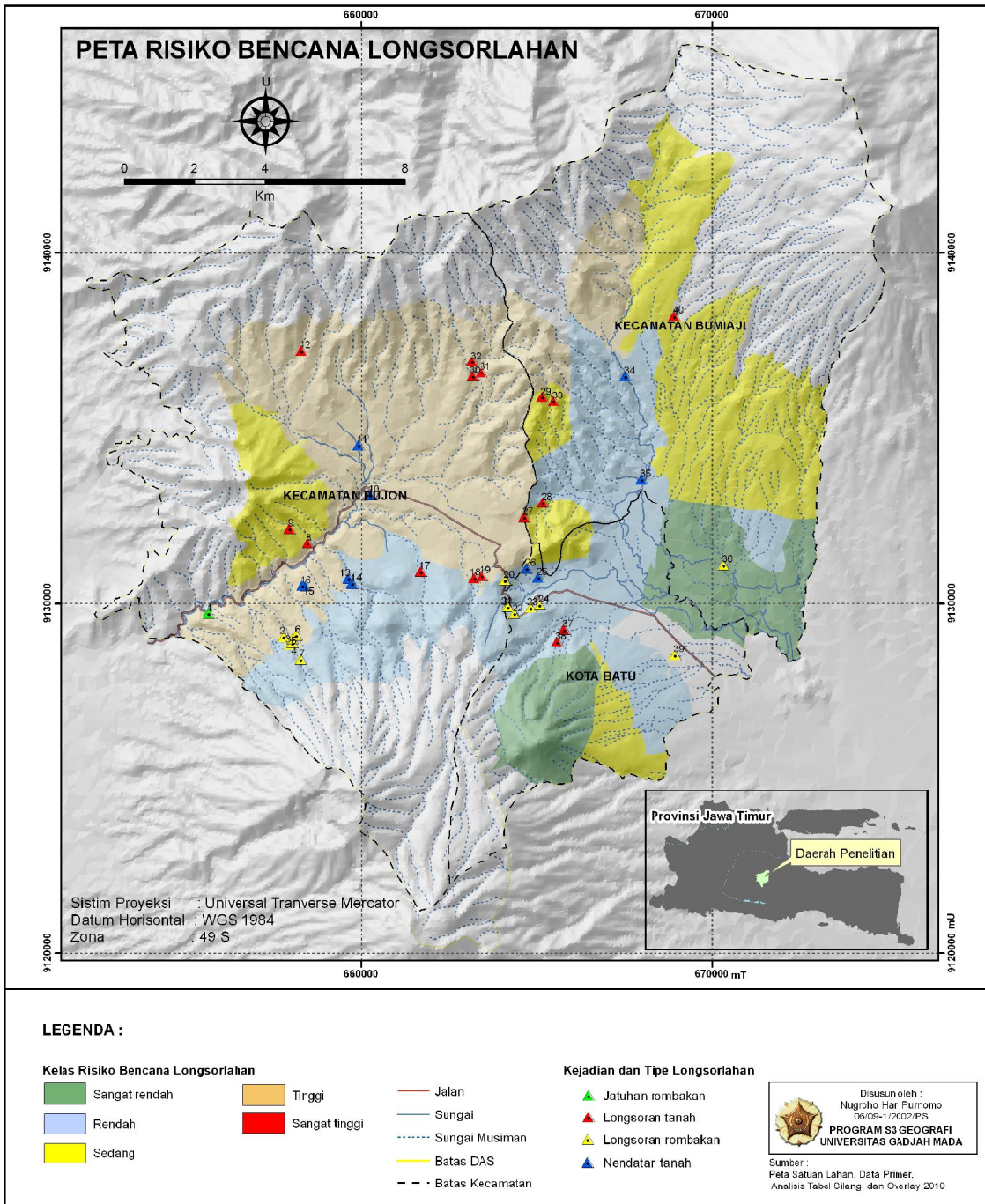
Tumpangsusun Peta Tingkat Bahaya Longsorlahan, Peta Tingkat Kerentanan Ekonomi Lahan Pertanian, dan Peta Tingkat Kapasitas Sosial Ekonomi Masyarakat Petani menghasilkan empat tingkat risiko longsorlahan. Hasil menunjukkan bahwa bahaya atau kerentanan atau kapasitas tinggi belum tentu menghasilkan risiko tinggi. Tingkat risiko longsorlahan dan sebarannya disajikan Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Tingkat Risiko Longsorlahan

No.	Simbol Satuan Lahan	Tingkat Bahaya	Tingkat Kerentanan	Tingkat Kapasitas	Tingkat Risiko
1.	F1-Aw-I-AG-S (1)	rendah	sangat tinggi	sangat tinggi	sangat rendah
2.	F1-Aw-II-LCRK-T (2)	sangat rendah	rendah	tinggi	sangat rendah
3.	V1-Aw-IV-RK-H (3)	tinggi	-	-	-
4.	V1-Kb-III-ACL-H (4)	sedang	-	-	-
5.	V1-Kb-IV-ACL-H (5)	sangat rendah	-	-	-
6.	V1-Kb-IV-ACL-T (6)	tinggi	-	-	-

7.	V1-Pt-IV-RC-T (7)	sedang	sangat rendah	tinggi	sangat rendah
8.	V2-At-I-AG-S (8)	rendah	tinggi	tinggi	rendah
9.	V2-At-IV-ACL-T (9)	sedang	sangat rendah	sedang	rendah
10.	V2-Aw-III-ACRC-T (10)	sedang	sangat rendah	rendah	sedang
11.	V2-Aw-IV-ACRC-H (11)	tinggi	-	-	-
12.	V2-Aw-IV-RK-H (12)	sedang	-	-	-
13.	V2-Kb-IV-ACL-T (13)	sedang	sangat rendah	sedang	rendah
14.	V2-Pt-II-RC-T (14)	rendah	rendah	sedang	rendah
15.	V2-Pt-III-RC-T (15)	rendah	sangat rendah	sangat rendah	sedang
16.	V3-Am-II-ACRC-T (16)	sedang	sangat rendah	rendah	sedang
17.	V3-At-I-AG-S (17)	sedang	tinggi	sedang	tinggi
18.	V3-Aw-II-ACRC-T (18)	sedang	sangat rendah	rendah	sedang
19.	V3-Aw-II-LCRK-T (19)	sangat rendah	sangat rendah	sedang	rendah
20.	V3-Aw-II-RC-P (20)	sangat rendah	-	-	-
21.	V3-Aw-III-ACRC-H (21)	sedang	-	-	-
22.	V3-Aw-III-ACRC-T (22)	rendah	rendah	rendah	sedang
23.	VD1-Am-IV-ACL-H (23)	sangat tinggi	-	-	-
24.	VD2-Am-IV-ACL-H (24)	tinggi	-	-	-
25.	VD2-Am-IV-ACL-T (25)	sangat tinggi	rendah	sedang	tinggi
26.	VD2-Am-IV-AG-H (26)	sangat tinggi	sangat rendah	rendah	tinggi
27.	VD2-Am-IV-AG-T (27)	tinggi	sangat rendah	tinggi	rendah
28.	VD2-At-IV-ACL-H (28)	sedang	-	-	-
29.	VD2-At-IV-ACL-S (29)	sangat tinggi	tinggi	sedang	tinggi
30.	VD2-At-IV-ACL-T (30)	sangat tinggi	sangat rendah	sedang	sedang
31.	VD2-At-IV-AG-T (31)	tinggi	rendah	tinggi	rendah
32.	VD3-At-I-AG-S (32)	tinggi	tinggi	sedang	tinggi
33.	VD3-At-IV-ACL-T (33)	tinggi	sedang	sedang	tinggi

Sumber: analisis keruangan, 2010



Gambar 1. Peta Risiko Longsorlahan

Model konseptual risiko pada penelitian ini didasarkan pada konsep kepekaan manusia terhadap bencana yang dimodifikasi untuk model konseptual risiko longsorlahan sesuai hubungan sumberdaya dan bahaya pada konsep geomorfologi lingkungan. Berdasarkan data faktor fungsi risiko yang signifikan, maka diketahui model visual pita

toleransi risiko bencana longsorlahan yang dapat diterima pada tingkat risiko tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah (Gambar 2). Mengacu pada hasil penelitian yaitu empat tingkat risiko yang dimodel visualkan, maka masing-masing tingkat risiko longsorlahan dapat dimodel analogkan bersama dengan masing-masing faktornya dalam rumus berikut:

$$\text{Risiko bencana longsorlahan tinggi} = \frac{\text{bahaya tinggi} \times \text{kerentanantinggi}}{\text{kapasitasrendah}} \quad \text{----- (2)}$$

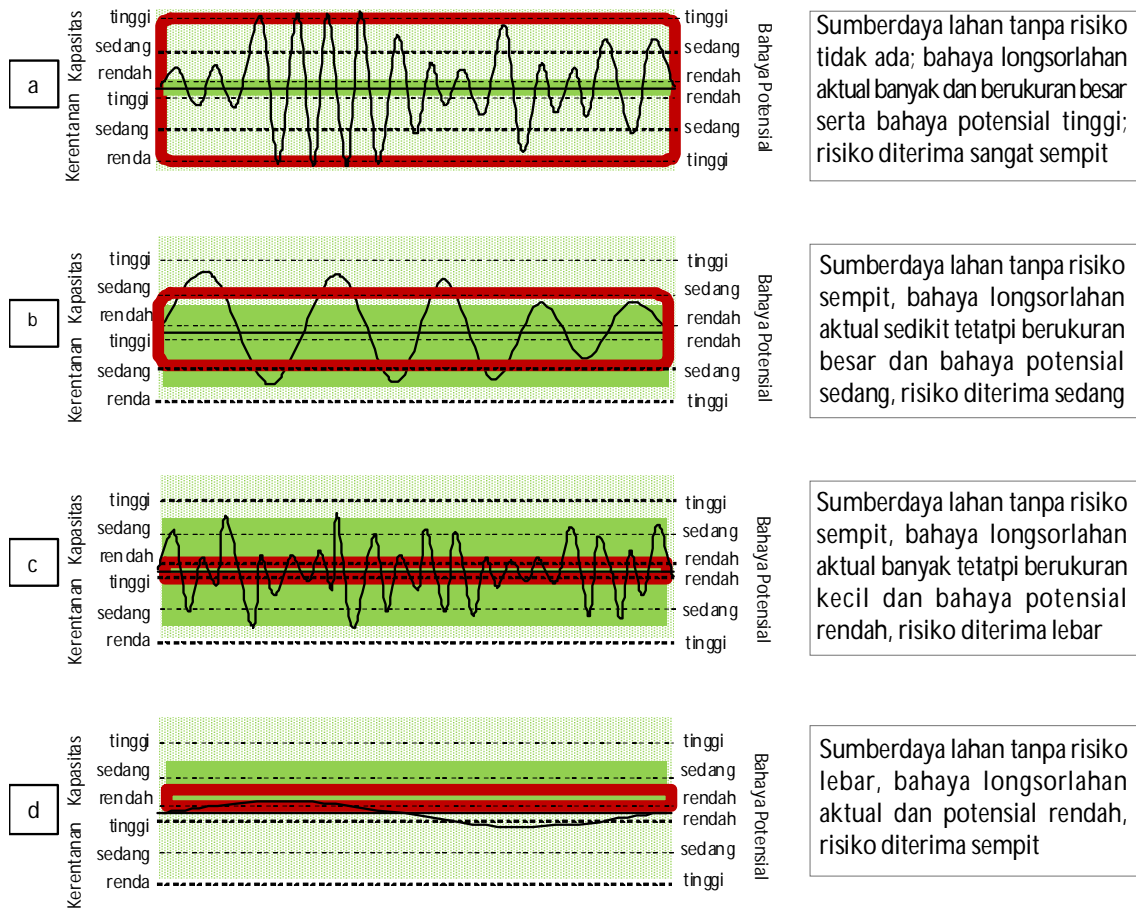
$$\text{Risiko bencana longsorlahan sedang} = \frac{\text{bahaya sedang} \times \text{kerentanarendah}}{\text{kapasitasrendah}} \quad \text{----- (3)}$$

$$\text{Risiko bencana longsorlahan rendah} = \frac{\text{bahaya rendah} \times \text{kerentanantinggi}}{\text{kapasitassedang}} \quad \text{----- (4)}$$






$$\text{Risiko bencana longsorlahan sangat rendah} = \frac{\text{bahaya rendah} \times \text{kerentanantinggi}}{\text{kapasitassedang}} \quad \text{---- (5)}$$

Keterangan:

- Bahaya tinggi = longsorlahan aktual banyak dengan ukuran besar sampai kecil; potensial tinggi
- Kerentanantinggi = lahan pertanian tanaman semusim dengan nilai ekonomi lahan pertanian tinggi
- Kapasitasrendah = tingkat pendidikan rendah, pengetahuan rendah, usia penduduk tua
- Bahaya sedang = longsorlahan aktual sedikit tetapi ukurannya besar; potensial sedang
- Kerentanarendah = lahan pertanian tanaman semusim dengan nilai ekonomi lahan pertanian rendah
- Bahaya rendah = longsorlahan aktual 1 dengan ukuran kecil; potensial rendah
- Kapasitas sedang = tingkat pendidikan sedang, pengetahuan sedang, usia penduduk muda dan dewasa



Keterangan:

-  : Garis bahaya longsorlahan aktual;
-  : Garis tingkat kapasitas, kerentanan, bahaya potensial;
-  : Area bahaya longsorlahan potensial;
-  : Area sumberdaya lahan pertanian dengan risiko diterima / ditoleransi;
-  : Area sumberdaya lahan pertanian dengan risiko diabaikan

Sumber : hasil analisis deskriptif, 2011; modifikasi dari Hewit dan Burton, 1971 dalam Smith, 1996

Gambar 2. Model Konseptual Risiko Longsorlahan; (a) Risiko Tinggi, (b) Risiko Sedang, (c) Risiko Rendah, (d) Risiko Sangat Rendah

Pada aspek bahaya, penyebab longsor-lahan adalah ketebalan material lapukan batuan berkonsistensi batas lekat rendah yang menumpang pada lereng dengan kemiringan tinggi, ketika menerima respon hujan yang tinggi akan berpotensi terjadi longsor-lahan. Ketebalan lapukan batuan yang menunjukkan volume material besar berperan dalam meningkatkan gaya berat (Notohadiprawiro dan Suparnowo, 1978; Moon dan Simpson, 2002; Bronto, 2004; Frattini *et al.*, 2004; Karnawati, 2005; Akgun *et al.*, 2011). Saat konsistensi rendah tanah dalam keadaan mengalir atau kental. Kelekatan tanah saat jenuh air akan menjadi berkurang karena terjadinya perengangan antar butiran partikel tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1987; Poerwowidodo, 1992). Bila kondisi tersebut terjadi pada lereng yang miring sampai curam maka akan terjadi ketidakstabilan lereng.

Ketidakstabilan lereng dikendalikan oleh hubungan antara momen gaya yang melongsorkan massa material bergerak ke bawah dengan momen gaya yang menahan massa material tetap berada pada tempatnya. Gaya yang melongsorkan massa material berupa berat massa material, beban pada lereng, tekanan air dalam pori tanah, dan gangguan pada tanah. Untuk gaya yang menahan adalah kuat geser material yang bekerja sepanjang bidang gelincir pada lereng (Pangluar dan Suroso, 1985; Cooke dan Dornkamp, 1990; Huda, 2001; Karnawati, 2005; Akkrawintawong *et al.*, 2008). Kondisi tersebut bila menerima respon hujan dengan intensitas dan waktu yang lama maka potensi kejadian longsor-lahan meningkat (Ayala, 2003; Polimeo, 1998; Beek, 2002; Karnawati, 2005).

Pada aspek kerentanan dan kapasitas menunjukkan bahwa elemen berisiko berupa komoditas tanaman semusim pada

penggunaan lahan pertanian sawah memiliki nilai ekonomi lahan dengan kerentanan tinggi. Penelitian terdahulu juga menyatakan bahwa lahan pertanian yang sesuai untuk beberapa variasi jenis komoditas bernilai ekonomi tinggi dan kebutuhan bahan pangan pokok memiliki kerentanan tinggi karena sawah memiliki peran ekonomi dan ekologi yang tinggi dibandingkan dengan bentuk penggunaan lahan pertanian lainnya (Kumalawati, 2005; Remondo *et al.*, 2006; Baiquni, 2006). Sementara dari sisi kapasitas menunjukkan bahwa individu berpendidikan formal dan berpengetahuan tinggi pada usia muda sampai dewasa memiliki persepsi yang baik tentang bencana longsor-lahan. Hal ini memperkuat pendapat bahwa sebagian besar persepsi dan perilaku manusia merupakan perilaku yang dibentuk, diperoleh, dan dipelajari melalui proses penyerapan pengetahuan melalui belajar formal maupun sumber informasi dari berbagai pihak terlebih lagi bagi mereka yang berusia muda (Walgitto, 1999; Solana *et al.*, 2003; Donie, 2006; Kuncoro, 2003).

Aspek kerentanan dan kapasitas juga mengungkap bahwa karakteristik masyarakat di daerah penelitian bercirikan masyarakat transisi wilayah urbanisasi perdesaan. Hal ini dapat dilihat dari kondisi visual perkotaan pada Kota Batu dengan pertumbuhan dan perdesaan di Kecamatan Bumiaji dan Pujon. Selain itu menunjukkan bahwa 89% responden memiliki pekerjaan sampingan. Menurut Yunus (2008) kondisi tersebut sudah dapat mencirikan adanya dinamika masyarakat wilayah perkotaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

risiko longsorlahan tinggi ditentukan oleh bentuk penggunaan lahan sawah pada lahan dengan material lapukan batuan yang tebal, tanahnya berkonsistensi batas lekat rendah, terletak pada lereng dengan kemiringan tinggi, wilayahnya dengan curah hujan tinggi, yang diusahakan oleh petani dengan pendidikan rendah, pengetahuan penyebab dan pengetahuan konservasi lahan terkait longsorlahan rendah, serta berusia cenderung tua. Penelitian ini juga menghasilkan model konseptual risiko longsorlahan yang merepresentasikan hubungan sumberdaya dan bencana pada konsep geomorfologi lingkungan. Model konseptual risiko longsorlahan tersebut dinyatakan bahwa sumberdaya lahan pertanian tanaman semusim dengan tingkat bahaya longsorlahan tinggi, dapat diusahakan dengan risiko yang diterima apabila kerentanan komoditas pertaniannya bernilai ekonomi rendah dan kapasitas petani yang mengusahakannya tinggi. Kesimpulan tersebut berlaku pada lahan

pertanian tanaman semusim yang diusahakan oleh masyarakat wilayah urbanisasi perdesaaan di lahan gunungapi. Disarankan untuk pengurangan risiko dapat dilakukan melalui pendidikan formal dan pendidikan non formal. Pendidikan formal yang dimaksud adalah memasukkan tema pengurangan risiko bencana ke dalam kurikulum lokal. Pendidikan nonformal yang dimaksud adalah melalui pelatihan-pelatihan tanggap longsorlahan bagi masyarakat luas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tulisan ini merupakan garis besar penelitian disertasi yang disusun oleh penulis pertama dibawah bimbingan penulis kedua, ketiga, dan keempat. Ucapan terimakasih sebesar-besarnya disampaikan kepada para pembimbing yang dengan kesabarannya, ketulusan, dan keiklasannya telah mendorong penulis pertama untuk menyelesaikan disertasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akgun, A., Kýncal, C., and Pradhan, B. (2011). *Application of Remote Sensing Data and GIS for Landslide Risk Assessment as an Environmental Threat to Izmircity (West Turkey)*. [http://www. Springer Science + Business Media B.V.](http://www.springer-science.com) h.5463-5469.
- Akkrawintawong, K.; Chotikasathien, W.; Daorerk, V.; and Charusiri, P. (2008). GIS Application for Landslide Hazard Mapping in Phang Nga Region, Southern Thailand. *Proceedings of the International Symposia on Geoscience Resources and Environments of Asian Terranes (GREAT 2008)*, Bangkok.
- Ayala, I. Alcantara. (2003). *Hazard assessment of rainfall-induced landsliding in Mexico*. www.elsevier.com/locate/geomorph. p.1-22.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Malang. (1994). *Tata Ruang Kabupaten Malang Tahun 1994-2004*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Malang, Malang.
- Badan Pusat Statistik. (2008A). *Kota Batu Dalam Angka Tahun 2008*. Badan Pusat Statistik Kota Batu, Batu.

- Badan Pusat Statistik. (2008B). *Kabupaten Malang Dalam Angka Tahun 2008*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, Malang.
- Baiquni, M. (2006). Pengelolaan Sumberdaya Perdesaan dan Strategi Penghidupan Rumahtangga Perdesaan di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada Masa Kritis (1998-2003). *Disertasi (tidak dipublikasikan)*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Bastian, I. (2006). Valuasi Risiko Bencana. *Makalah Seminar Nasional Pelacakan Valuasi Risiko Bencana*. Pusat Studi Bencana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Beek, R.V. (2002). *Assessment of The Influence of Changes in Land Use and Climate on Landslide Activity in a Mediterranean Environment*. Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Bronto, S. (2004). Longsor di Gunungapi. Dalam *Permasalahan, Kebijakan, dan Penanggulangan Bencana tanah Longsor di Indonesia*. Pengelolaan Sumberdaya dan kawasan, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Cooke, R.U. and J.C. Dornkamp. (1994). *Geomorphology in Environmental Management. A New Introduction, edisi kedua*. Claredon Press, Oxford.
- Donie, S. (2006). Masyarakat yang Tinggal di Daerah Rawan Longsor. Interpretasi, Penyebab, dan Strategi Adaptasi (Kasus Desa Purwoharjo Kecamatan Samigaluh Kulon Progo). *Tesis (tidak dipublikasikan)*. Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Goenadi, S., Sartohadi, J., Hardiyatmo, H.C., Hadmoko, D.S., dan Giyarsih, S.R. (2003). Konservasi Lahan Terpadu Daerah Rawan Bencana Longsoran di Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Huda, M. (2001). Mekanisme Gerakan Longsoran Tanah Lempung Akibat Input Curah Hujan di Pegunungan Kendeng Kabupaten Grobogan Jawa Tengah. *Tesis (tidak dipublikasikan)*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Karnawati, D. (2005). *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kumalawati, R. (2005). Valuasi ekonomi Risiko Bencana Alam Gerakan Massa dan Erosi Terhadap Lahan Pertanian di DAS Tinalah Kulon Progo. *Tesis (tidak dipublikasikan)*. Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kuncoro, V. (2003). Perumahan di Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsoran (Studi Kasus Kota Semarang). *Tesis (tidak dipublikasikan)*. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lee, S., and Pradhan, B. (2006). Probabilistic landslide hazards and risk mapping on Penang Island, Malaysia. *Earth System Science* 115, No. 6, December 2006, Printed in India, p. 661–672.

- Naryanto, H. S., Marwanta, B., Prawiradisastra, S., Kurniawan, L., dan Wisyanto. (2004). Fenomena dan Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kajadian Bencana Alam Tanah Longsor di Cililin, Kabupaten Bandung, Jawa Barat Tanggal 21 April 2004. Dalam *Permasalahan, Kebijakan, dan Penanggulangan Bencana tanah Longsor di Indonesia*. Pengelolaan Sumberdaya dan kawasan, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Notohadiprawiro, T., Suparnowo, S.H. (1978). *Asas-Asas Pedologi*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Pangular D. dan Suroso. (1985). *Petunjuk Penyelidikan dan Penanggulangan Gerakantahan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Bandung.
- Poerwowidodo. (1992). *Metode Selidik Tanah*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Polemio, M., and Sdao, M. (1998). *The Role of Rainfall in The Landslide Hazard: The Case of The Avigliano Urban Area (Southern Apennines, Italy)* . www.elsevier.com/locate/Engineering Geology 53 p. 297–309.
- Priyono, Kuswaji Dwi. (2012). Kajian Mineral Lempung pada Kejadian Bencana Longsorlahan di Pegunungan Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Forum Geografi*. Vol. 26, No. 1, Juli 2012: 53 - 64.
- Remondo, J., Bonachea, J, and Cendrero, A. (2006). Quantitative Landslide Risk Assessment and Mapping on the Basis of Recent Occurrences. *Geomorphology*. www.elsevier.com/locate/geomorph. p.1-12.
- Slamet, Y. (2006). *Metode Penelitian Sosial*. Universitas Sebelas Maret Press, Surakarta.
- Solana, M.C. and Kilburn, C.R.J. (2003). Public Awareness of Landslide Hazards: the Barranco de Tirajana, Gran Canaria, Spain. *Geomorphology* 54. <http://www.elsevier.com/locate/geomorph>. h.39-48.
- Twigg, J. (2004). *Good Practice Review Disaster Risk Reduction Mitigation and Preparedness in Development and Emergency Programming*. Overseas Development Institute, London, United Kingdom.
- Walgito, B. (2003). *Psikologi Sosial (Suatu Pengantar)*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Yunus, H.S. (2008). *Dinamika Wilayah Peri-Urban, Determinan Masa Depan Kota*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.