

**TIPOLOGI PEDOGEOMORFIK LONGSORLAHAN
DI PEGUNUNGAN MENOREH KABUPATEN KULONPROGO
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**
*Pedogeomorphic Typology of Landslides
in The Menoreh Mountains Kulonprogo District, Yogyakarta Special Region*

Kuswaji Dwi Priyono*), Sunarto, Junun Sartohadi, dan Sudibyakto)**

*) Mahasiswa Program Doktor Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada

**) Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada

E-mail: kuswaji@yahoo.com

ABSTRACT

Pedogeomorphology typology was applied in this research to determine the occurrence of landslide in the Menoreh Mountains, Kulonprogo District, Yogyakarta Special Region. The research aimed to know (1) soil characteristics where landslide events occurred in the research area, (2) characteristic of landslide prone landform in the research area, and (3) typology pedogeomorphic of landslide events in the research area. Pedogeomorphologic approach was represented through the steps of mapping the occurrence of landslides and landform, soil profile pedogenitic analysis and geomorphologic analysis at the point of occurrence of landslide. The results show that landforms characteristic on the occurrence of landslide with slope 16-75%, elevation 210-807 m dpal, weathered zone depth 25-80 cm, and the position of contacts on the opposite slope is flat and parallel. The soil characteristics on the occurrences of landslides have a 20-186 cm soil depths with the content 21,50-95,00% of caolinite clay, and clay content ratio between horizon A dan B 0,22-0,91. Pedogeomorphic typology landslides prone classified into 3 levels, namely: low, moderate, and high level of vulnerability. The low level are indicated by the thickness of soil depth <70 cm, content of caolinite clay <45%, clay content ratio between horizon A and B > 0,60, slope < 25%, elevation <300 m above sea level, weathered zone depth <40 cm, and the position of the contacts against the slope is opposite. The moderate level typically has geomorphic characteristics in between low and high vulnerability of landslide. Meanwhile high level are characterized by the thickness of soil depth >120 cm, caolinite clay content >70%, clay content ratio of A and B horizon < 0,40, slope >60%, elevation >600 m dpal, the depth of weathered zone > 60 cm, and the position of field contact against the slopes is parallel.

Keywords: pedogeomorphology, landslide, and mountains.

ABSTRAK

Kajian pedogeomorfologi diaplikasikan dalam penelitian ini untuk mengetahui tipologi pedogeomorfik kejadian longsorlahan di Pegunungan Menoreh, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis karakteristik tanah pada kejadian longsorlahan di daerah penelitian; (2) menganalisis karakteristik bentuklahan rawan kejadian longsorlahan di daerah penelitian; dan (3) mengevaluasi tipologi pedogeomorfik kejadian longsorlahan di daerah penelitian. Pendekatan pedogeomorfologi direpresentasikan melalui tahapan pemetaan kejadian longsorlahan dan

bentuklahan, analisis pedogenesis profil tanah dan analisis geomorfologis pada titik kejadian longsorlahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik bentuklahan pada kejadian longsorlahan mempunyai ciri kemiringan lereng 16 - 75%, ketinggian tempat 210 - 807 m dpal, kedalaman zone lapuk 25 - 80 cm, dan posisi bidang kontak terhadap kemiringan lereng berlawanan, mendatar, dan sejajar. Karakteristik tanah pada kejadian longsorlahan mempunyai ciri kedalaman tanah 20-186 cm, kandungan lempung kaolinit 21,50 – 95,00%, dan rasio kandungan lempung antara horizon A dengan B sebesar 0,22 – 0,91. Tipologi pedogeomorfik rawan longsor diklasifikasikan menjadi 3 tingkat yaitu tingkat kerawanan rendah hingga tinggi. Tingkat kerawanan longsorlahan rendah apabila kedalaman tanah < 70cm, kandungan lempung kaolinit < 45%, rasio kandungan lempung horizon A dengan B > 0,60, kemiringan lereng < 25%, ketinggian tempat < 300 m dpal, kedalaman Zone lapuk < 40 cm, dan posisi bidang kontak terhadap lereng berlawanan. Tingkat kerawanan sedang dengan tipologi pedogeomorfik di antara tingkat kerentanan longsorlahan ringan dan tinggi. Tingkat kerentanan longsorlahan tinggi dicirikan dengan kedalaman tanah > 120cm, kandungan lempung kaolinit > 70%, rasio kandungan lempung horizon A dengan B < 0,40, kemiringan lereng > 60%, ketinggian tempat > 600 m dpal, kedalaman zone lapuk > 60 cm, dan posisi bidang kontak terhadap lereng sejajar.

Kata kunci: pedogeomorfologi, longsorlahan, dan pegunungan

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat cenderung untuk memanfaatkan daerah-daerah yang rawan longsorlahan sebagai lahan pertanian. Longsorlahan merupakan salah satu proses geomorfologi yang terjadi pada suatu lereng perbukitan dan atau pegunungan yang umumnya diawali dengan proses erosi tanah. Usaha pertanian pada lahan perbukitan dan pegunungan telah menyebabkan berkembangnya proses erosi alur dan lembah yang selanjutnya memicu terjadi proses longsorlahan. Demikian pula semakin bertambahnya penduduk menyebabkan kebutuhan permukiman dan prasarana jalan yang menghubungkan komunitas penduduk antarpedesaan di daerah perbukitan dan pegunungan tersebut terus meningkat. Kejadian longsorlahan kebanyakan terjadi di sepanjang jalan antardesa dan permukiman yang saat pembangunannya didahului adanya pemotongan lereng.

Pemotongan lereng dan alih fungsi lahan merupakan suatu bentuk intervensi

manusia terhadap alam yang turut memicu terjadinya proses geomorfologi yang menyebabkan bencana. Menurut Direktorat Geologi dan Mitigasi Bencana Bandung, di Pulau Jawa selama 16 tahun ini (1995-2005) telah terjadi kejadian longsorlahan lebih dari 1.000 kejadian yang menyebabkan 1.112 penduduk meninggal dan 395 terluka, dengan 62 kejadian setiap tahunnya (Hadmoko, 2007; Sartohadi, 2008). Jumlah kerugian akibat longsor di Indonesia diperkirakan mencapai 800 milyar Rupiah dan mengancam sekitar satu juta jiwa setiap tahunnya (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2005). Daerah Pegunungan Menoreh merupakan salah satu daerah di Indonesia yang mempunyai karakteristik geomorfik yang rawan longsorlahan. Hasil survei menunjukkan bahwa selama 20 tahun (1990-2009) terdapat 187 kejadian longsor dengan empat tipe longsor yang tersebar di 6 kecamatan (lihat Tabel 1). Kejadian bencana longsorlahan tersebut umumnya terjadi pada saat dan atau setelah kejadian hujan yang merata di daerah penelitian.

Tipe longsor yang dikenal sebagai longsorlahan (*landslide*) sebanyak 150 kejadian kebanyakan terjadi di sepanjang jalan dan sekitar permukiman penduduk yang didahului adanya pemotongan lereng. Berdasarkan wawancara dengan penduduk yang menjadi korban bencana longsorlahan, terdapat rentang waktu antara pemotongan lereng dengan kejadian longsorlahan yang dapat dikelompokkan sebagai berikut: rentang waktu < 1bulan (ada 25 kejadian); 1- 6 bulan (27 kejadian); 7 bulan – 1 tahun (26 kejadian); 1- 5 tahun (24 kejadian); 6 – 10 tahun (29 kejadian); dan rentang 11 - 20 tahun (19 kejadian). Perbedaan rentang waktu antara pemotongan lereng dan kejadian longsorlahan memberi indikasi adanya perbedaan pedogenesis dan geomorfologis. Perbedaan pedogenesis dan geomorfologis berpengaruh terhadap pola penyebaran tanah di suatu tempat/daerah yang ditunjukkan oleh tingkat perkembangan tanahnya.

Perkembangan tanah dipengaruhi oleh jumlah waktu yang telah ditempuh mulai dari tersingkapnya batuan, proses pelapukan, dan selanjutnya berkembang menjadi tanah. Tanah merupakan tubuh alam yang gembur yang menyelimuti permukaan

bentuklahan, terbentuk sebagai hasil saling pengaruh yang kompleks antara faktor-faktor pembentukannya. Telah diketahui adanya hubungan yang nyata antara bentuklahan dengan tanah (Birkeland, 1999; Jungerius, 1985). Secara tegas, Daniels (1971 dalam Jungerius, 1985) menyatakan bahwa pola distribusi tanah di permukaan bumi mengikuti konsep geomorfologi. Jenny (1994) menyatakan bahwa tanah terbentuk sebagai akibat dari bekerjanya iklim dan organisme pada batuan induk tanah yang terletak pada posisi topografis tertentu selama kurun waktu tertentu. Sebagian besar tanah yang menutup permukaan bumi berasal dari bahan induk tanah yang tidak berasal dari pelapukan batuan dasar yang ada di bawahnya melainkan bahan hasil proses geomorfologi di sekitarnya.

Proses geomorfologis yang terjadi seperti erosi, transportasi, dan pengendapan secara simultan terjadi pada banjar topografi. Dominasi proses erosi terjadi pada bagian atas lereng, proses transportasi pada lereng tengah, dan proses pengendapan pada kaki lereng. Proses pedogenesis yang meliputi pelapukan, pelindian, dan perkembangan tanah merupakan hasil interaksi atau saling

Tabel 1. Sebaran Kejadian Tipe Longsor di Pegunungan Menoreh Kulonprogo

Kecamatan	Tipe Longsor			
	Longsor	Nendatan	Jatuhan Batu	Rayapan
Pengasih	4	-	3	-
Kokap	99	13	9	5
Girimulyo	21	-	1	1
Samigaluh	15	2	-	-
Kalibawang	8	1	-	-
Nanggulan	3	-	-	2
Total Kejadian:	150	16	13	8

Sumber: Data kecamatan yang didukung survei lapangan (2009)

tindak dengan proses geomorfologis yang tercermin pada sifat-sifat tanah dalam suatu bentuklahan. Salah satu konsep dalam mempelajari geomorfologi adalah proses-proses dan hukum-hukum fisik yang sama yang bekerja sekarang bekerja pula pada waktu geologi, walaupun tidak harus selalu dengan intensitas yang sama seperti sekarang (Thornbury, 1958). Telaah bentuklahan untuk mencirikan dan mendeskripsikan proses-proses geomorfologi yang telah terjadi pada masa lampau tidak hanya berdasarkan pada morfologi bentuklahan saja, namun juga pada material penyusun bentuklahan yang salah satunya adalah tanah (Sartohadi, 2007). Longsorlahan sebagai proses geomorfologis dimungkinkan mempunyai karakteristik khas tentang bentuklahan dan tanahnya yang dapat digunakan dalam prediksi kejadian bencana longsorlahan mendatang.

Integrasi geomorfologi dan pedologi dalam kajian longsorlahan diharapkan akan membuka kemungkinan lebih luas pada pemahaman tipologi satuan bentuklahan rawan longsorlahan. Kajian bentuklahan penyusun permukaan bumi di dalam geomorfologi menekankan pada genesis bentuklahan. Sementara kajian pedologi menekankan pada genesis tanah atau perkembangan tanah. Longsorlahan sebagai pergerakan batuan, bahan runtuh atau tanah menuruni lereng. Kajian pedogeomorfik terhadap kejadian longsorlahan menekankan pada kajian geomorfologi yang menekankan pada telaah pembentukan dan perkembangan tanah sebagai material permukaan penyusun satuan bentuklahan. Tipologi pedogeomorfik longsorlahan merupakan karakterisasi bentuklahan dengan tingkat perkembangan tanahnya dimana longsorlahan terjadi.

Kompleksnya kondisi fisik daerah Pegunungan Menoreh adalah adanya proses endogenik dan eksogenik yang bekerja

pada berbagai tipe dan umur batuan hingga membentuk bentanglahan yang ada saat ini. Beberapa batuan ditemukan di Pegunungan Menoreh, antara lain: batu pasir, napal pasiran, batu lempung, dan batu gamping pada Eosen Tengah; batuan andesit, breksi andesit dan tuff yang merupakan hasil aktivitas Gunungapi Menoreh pada Kala Oligosen; batu gamping dan koral yang terendapkan pada Miosen Bawah; dan material koluvium yang mulai terendapkan dari Zaman Quarter. Perbedaan batuan dan waktu pembentukan batuan tersebut berpengaruh terhadap tingkat perkembangan tanah. Proses perkembangan bentuklahan berikutnya lebih dipengaruhi oleh proses-proses eksogenik yang menghasilkan terbentuknya lembah-lembah sungai dan redistribusi material hasil pelapukan batuan-batuan yang salah satunya adalah kejadian longsorlahan. Dengan demikian maka mengkaji longsorlahan sebagai salah satu proses geomorfologi dalam suatu bentuklahan tidak dapat lepas dari kajian mengenai tanah sebagai tubuh alam.

Pegunungan Menoreh di Kabupaten Kulonprogo itu menunjukkan adanya berbagai fenomena yang menjadi keunikan kajian pedogeomorfik. Keunikan pedogeomorfik yang dapat diidentifikasi seperti berikut: (1) adanya berbagai proses tektonik dan vulkanik yang dinamis pada masa lalu menyebabkan terdapat berbagai tipe bentanglahan; (2) adanya berbagai tipe bentanglahan akan mencerminkan karakteristik bentuklahan dan tanahnya; dan (3) adanya karakteristik bentuklahan dan tanah akan mencerminkan tipologi pedogeomorfik daerah rawan kejadian longsorlahannya.

Berdasarkan keunikan secara pedogeomorfik, maka permasalahan yang akan diteliti meliputi hal-hal sebagai berikut: (1) bagaimana karakteristik bentuklahan pada

titik kejadian longsorlahan?; (2) bagaimana karakteristik tanah pada titik kejadian longsorlahan?; dan (3) bagaimana tipologi pedogeomorfik kejadian longsorlahan di daerah penelitian?.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis karakteristik bentuklahan rawan kejadian longsorlahan di daerah penelitian; (2) menganalisis karakteristik tanah pada kejadian longsorlahan di daerah penelitian; dan (3) mengevaluasi tipologi pedogeomorfik kejadian longsorlahan di daerah penelitian.

METODOE PENELITIAN

Penelitian ini menekankan pada proses kejadian longsorlahan dalam tinjauan secara pedogeomorfik, menggunakan metode survey yang dibantu analisis laboratorium. Survey dilakukan untuk mengetahui sebaran kejadian longsorlahan yang pernah terjadi di Pegunungan Menoreh di Kabupaten Kulonprogo. Kejadian longsorlahan masa lalu didasarkan data catatan dari Kantor Kecamatan, selanjutnya dilakukan jejak lokasi dengan GPS. Sampel tanah dipilih pada lokasi kejadian longsorlahan yang masih memungkinkan deskripsi profil tanahnya. Sebagai pembandingan juga dilakukan pengamatan dan pengambilan sampel tanah pada penggal lereng yang mempunyai kesamaan secara morfologi dengan lokasi kejadian longsorlahan yang dapat dideskripsikan profil tanahnya.

Variabel penelitian ini dikelompokkan menjadi dua, yaitu variabel bentuklahan (geomorfik) dan variabel tanah (pedologis). Variabel bentuklahan terdiri dari: kemiringan lereng, ketinggian tempat, kedalaman zone lapuk, dan posisi bidang kontak terhadap kemiringan lereng. Variabel tanah terdiri dari: susunan horizon tanah, kedalaman efektif tanah, agihan ukuran butir, pH

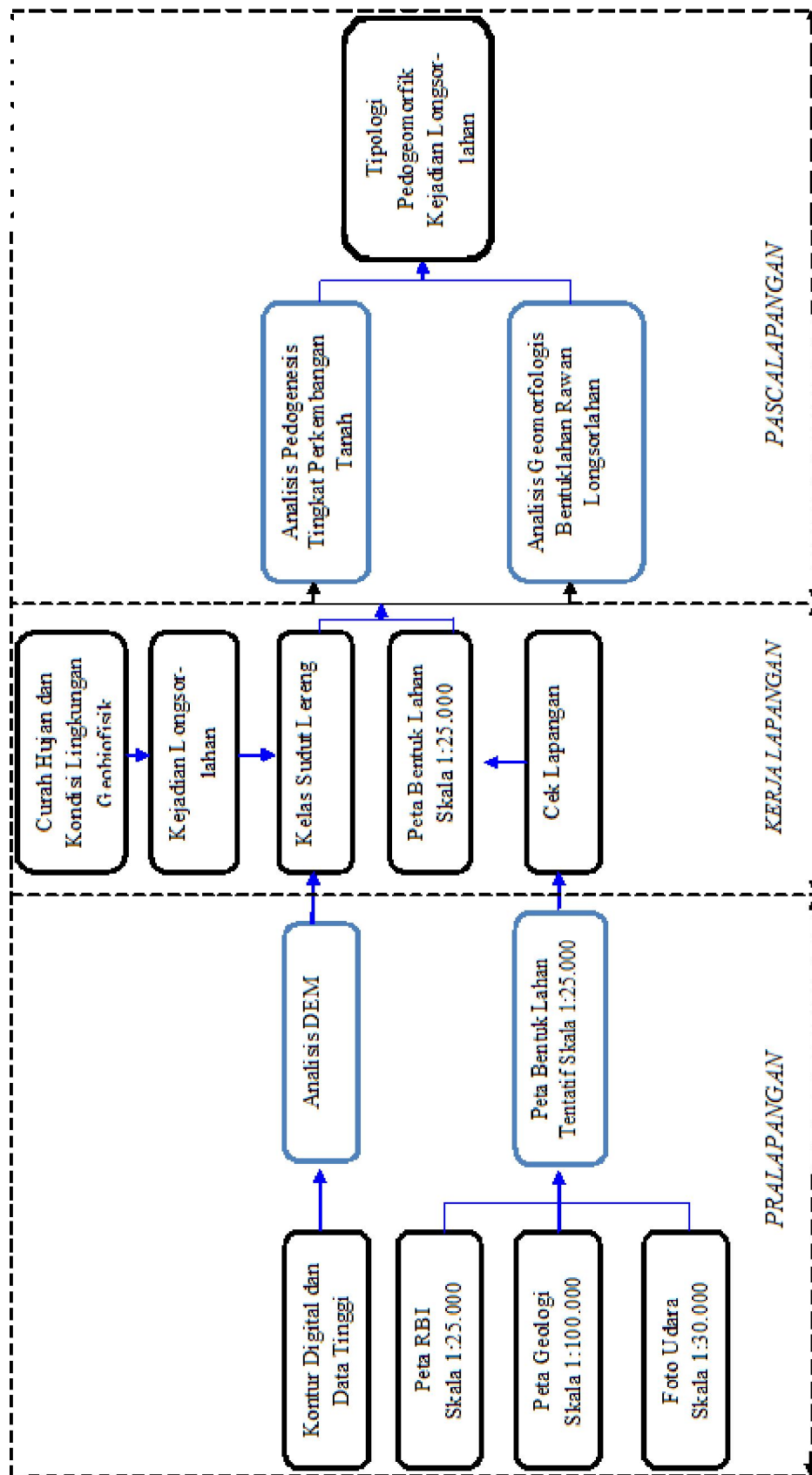
tanah yang meliputi pH (H, O) dan pH (KCl), Kapasitas Pertukaran Kation, berat volume tanah, berat jenis tanah, nilai COLE tanah, warna tanah, dan tipe lempungnya.

Bahan atau materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: peta, citra, dan kemikalia. Peta yang digunakan adalah peta rupabumi digital Indonesia skala 1: 25.000 (lembar Wates, Bagelen, Purworejo, dan Sendangagung), peta geologi lembar Yogyakarta skala 1: 100.000, peta tanah semi detail skala 1: 25.000, dan peta penggunaan lahan skala 1: 25.000. Citra penginderaan jauh yang digunakan adalah citra SPOT yang meliputi daerah penelitian. Bahan kemikalia yang digunakan meliputi: aquadest, H, O, 10%, HCl 10%, H, SO₄, KCl, áá bipyrimidil. Alat-alat survey yang digunakan meliputi GPS, kompas-clinom-eter, kamera, dan seperangkat selidik tanah di lapangan. Alat-alat untuk analisis laboratorium tanah untuk analisis: tekstur dan permeabilitas tanah, KPK, BV, BJ tanah, X-Ray Deffraction. Peta rupabumi, peta geologi, dan citra PJ untuk mengetahui agihan bentuklahan daerah penelitian.

Analisis sebaran kejadian longsorlahan dilakukan terhadap sebaran bentuklahan, batuan, dan sub-grup tanahnya, menghasilkan karakteristik geomorfik kejadian longsorlahan. Analisis variabel pedologis menghasilkan karakteristik tingkat perkembangan tanah kejadian longsorlahan. Berdasarkan karakteristik bentuklahan dan perkembangan tanah dihasilkan tipologi pedogeomorfik kejadian longsorlahan di daerah penelitian. Selanjutnya jalannya penelitian ini dapat dilihat pada Diagram alir penelitian (Gambar 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian termasuk beriklim tropika basah dengan curah hujan tahunan



Sumber: hasil analisis

Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

berkisar 1.563,1 – 3.107,1 mm/th, curah hujan maksimal sebesar 434 mm terjadi pada bulan Januari dan hujan minimal sebesar 15,9 mm terjadi pada bulan Agustus. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan yang tercatat pada 5 stasiun hujan yang terdapat di daerah penelitian, yaitu: Stasiun Kokap (250 m dpal), Stasiun Kalibawang (250 m dpal), Stasiun Nanggulan (60 m dpal), Stasiun Girimulyo (95 m dpal), dan Stasiun Samigaluh (515 m dpal). Berdasarkan pembagian tipe iklim Köppen, daerah penelitian beriklim tropik dengan curah hujan tahunan cukup tinggi (Am). Tipe iklim menurut Schmidt dan Ferguson, daerah penelitian mempunyai tipe sedang – basah (D, C, B). Sedangkan berdasarkan ketentuan Oldeman, daerah penelitian mempunyai Tipe Iklim C2 karena data hujan dari lima stasiun mempunyai jumlah bulan basah berturut-turut antara 5 – 7 bulan dan bulan kering berturut-turut antara 2 – 3 bulan. Kejadian bencana longsorlahan di daerah penelitian umumnya terjadi pada 2 bulan pertama musim penghujan (Nopember – Desember). Kejadian longsorlahan di daerah penelitian tersebar pada satuan litologi, satuan lereng,

satuan sub-grup tanah, satuan bentuk penggunaan lahan, dan satuan bentuklahan yang berbeda-beda.

Persebaran Kejadian Longsorlahan Daerah Penelitian

Daerah penelitian selama 20 tahun terakhir telah terjadi 150 titik kejadian longsorlahan yang dicirikan oleh batuan yang sudah lapuk dan membentuk solum tanah yang mempunyai ketebalan yang berbeda-beda. Pelapukan pada batuan breksi andesit cenderung paling intensif, oleh karenanya tanah yang terbentuk mudah longsor. Sebaran titik-titik kejadian longsorlahan berdasarkan litologi disajikan pada Tabel 2.

Kondisi topografi daerah penelitian sangat kompleks mulai dari dataran sampai pegunungan dengan variasi kemiringan lereng dari datar sampai sangat curam. Berdasarkan analisis peta lereng dapat dijelaskan bahwa daerah penelitian hanya 36,35% dengan kemiringan datar-landai, sedangkan 63,65% mempunyai lereng agak miring hingga sangat curam yang rawan kejadian longsorlahan. Agihan kejadian longsorlahan pada setiap kelas kemiringan lereng disajikan dalam Tabel 3. Berdasar-

Tabel 2. Sebaran Longsorlahan Berdasarkan Litologi Daerah Penelitian

No	Litologi	Luas (ha)	Persentase luas (%)	Jumlah Kejadian Longsor
1	Aluvium	5.346,78	15,60	-
2	Andesit	4.000,92	11,68	37
3	Breksi andesit	13.644,51	39,81	98
4	Gamping klastik	6.752,36	19,71	5
5	Breksi andesit dan napal tufaan	2.729,99	7,97	7
6	Batu pasir dan napal tufaan	1.795,12	5,23	3
Total:		34.269,68	100	150

Sumber: Analisis Peta Geologi dan data kejadian longsor, 2009

kan sebaran subgroup tanah, kejadian longsor terbanyak terdapat pada subgroup Typic Eutrudepts (70 kejadian), Lithic Troorthents (26 kejadian), dan Lithic Eutrudepts (22 kejadian). Agihan kejadian longsorlahan pada subgroup tanah dapat dilihat pada Tabel 4. Bentuk penggunaan lahan didominasi oleh lahan kering (kebun campuran dan tegalan) dengan 113 kejadian longsorlahan yang menunjukkan

bahwa intensitas pengolahan lahan di daerah penelitian sebagai penyebab banyaknya kejadian longsorlahan. Pembuatan teras bangku pada lahan pertanian justru menyebabkan semakin cepat air hujan meresap ke dalam tanah, massa tanah yang berada di atas bidang gelincir yang miring sejajar kemiringan lereng akan mudah terlongsorkan. Agihan kejadian longsorlahan pada bentuk

Tabel 3. Agihan Kejadian Longsorlahan pada Kelas Lereng dan Morfologi

No	Kelas	Kemiringan Lereng (%)	Morfologi	Luas (ha)	Persentase (%)	Jumlah longsor
1	I	0 – 2	Datar	3.781,48	11,03	0
2	II	> 2 – 8	Landai	8.678,03	25,32	2
3	III	> 8 – 16	Agak Miring	8.744,09	25,52	3
4	IV	> 16 – 25	Miring	7.075,30	20,65	14
5	V	> 25 - 55	Agak Curam	5.900,46	17,22	82
6	VI	> 55 - 75	Curam	8,66	0,02	52
7	VII	> 75	Sangat Curam	81,66	0,24	1
Total :				34.269,68	100	150

Sumber: Analisis Peta Lereng dan data kejadian longsor, 2009

Tabel 4. Agihan Kejadian Longsor pada Subgroup Tanah

No.	Subgrup Tanah	Luas (ha)	Prosentase (%)	Jumlah Kejadian
1	Andic Troorthents	177,60	0,52	3
2	Lithic Troorthents	7.200,73	21,01	26
3	Lithic Eutrudepts	16.620,35	48,49	22
4	Lithic Hapludalfs	1.555,67	4,54	7
5	Typic Troorthents	1.168,98	3,41	5
6	Typic Eutrudepts	1.779,60	1,79	70
7	Typic Hapludalfs	6.935,73	20,24	17
Total :		34.269,68	100	150

Sumber: Analisis Peta Tanah Detail Bappeda DIY-UGM, 1997 dan Sebaran Kejadian Longsorlahan, 2009

penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 5.

Karakteristik Geomorfik Kejadian Longsorlahan

Analisis kondisi geomorfologi daerah penelitian meliputi genesis bentuklahan serta proses geomorfologi. Proses geomorfologi yang bekerja pada material batuan akan menghasilkan bentukan tertentu yang disebut bentuklahan. Tenaga geomorfologi yang menyebabkan proses geomorfologi menurut Thornbury (1958) adalah semua media alami yang mampu mengikis dan mengangkut material batuan baik yang berupa air, angin, maupun gaya gravitasi. Tenaga angin di daerah penelitian tidak berpengaruh dalam pembentukan bentuklahan. Kondisi geomorfologi di daerah penelitian dipengaruhi oleh morfogenesis yang terjadi yaitu: (a) bentukan asal proses fluvial; (b) bentukan asal proses vulkanik; (c) bentukan asal proses struktural; dan (d) bentukan asal proses denudasional.

Bentukan asal proses vulkanik di daerah penelitian merupakan bentukan asal pada awal terbentuknya Pegunungan Menoreh. Saat ini telah berubah oleh proses eksogen yang sangat intensif sehingga dikelompokkan

sebagai bentukan asal denudasional. Proses eksogen yang terjadi terutama disebabkan oleh kondisi iklim setempat baik input hujan maupun fluktuasi temperatur, kerja air dan gaya gravitasi. Beberapa proses eksogen yang terjadi antara lain adalah proses pelapukan, erosi, dan longsorlahan. Proses pelapukan yang terjadi banyak ditemukan pada batuan breksi-andesit yang tersingkap. Pelapukan tersebut mengakibatkan pengelupasan mengulit bawang (*spheroidal weathering*) dengan inti dari batuan masih nampak segar. Keberadaan kekar-kekar minor yang banyak terdapat pada batuan breksi-andesit dengan arah tidak beraturan mengakibatkan batuan mudah lapuk dan fragmen batuan mudah lepas dari semen pengikatnya. Sebaran kejadian longsorlahan pada setiap satuan bentuklahan disajikan Tabel 6, selanjutnya sebaran satuan bentuklahan di daerah penelitian disajikan pada Gambar 2.

Analisis longsorlahan secara geomorfologis mendasarkan pada konsep dasar geomorfologi *"the past and present are the keys to the future"* (Huabin et al., 2005). Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk memperkirakan kemungkinan terjadi

Tabel 5. Agihan Kejadian Longsorlahan pada Tipe Penggunaan Lahan

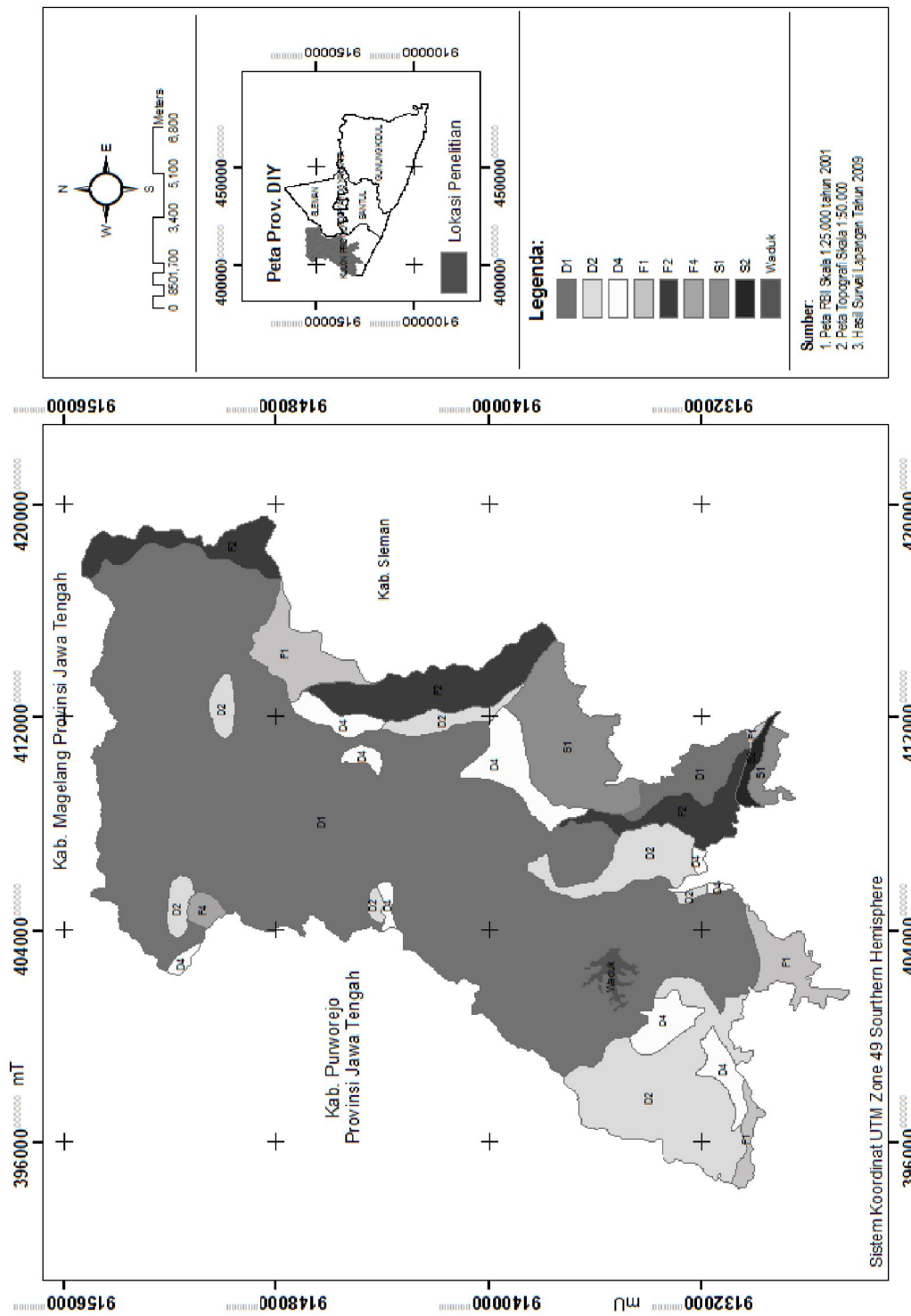
No	Tipe Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Luas (%)	Jumlah Kejadian
1	Kebun Campuran	14.751,42	43,04	34
2	Permukiman	8.769,89	25,59	27
3	Sawah	4.149,66	12,41	2
4	Hutan	1.005,41	2,93	5
5	Tegalan	4.372,87	12,76	79
6	Lainnya (waduk, sungai, dll.)	2.255,84	6,20	3
Luas Keseluruhan		34.269,68	100	150

Sumber: Analisis Peta Rupabumi skala 1 : 25.000

Tabel 6. Sebaran Kejadian Longsorlahan dan Bentuklahan di Daerah Penelitian

No	Genesis Bentuk Lahan	Bentuklahan	Luas (ha)	Luas (%)	Jumlah Longsor	
1	Fluvial	F1: Dataran Alluvial Lembah Sungai	994,98	2,90	0	
2		F2: Dataran Alluvial-koluvial	3.447,79	10,06	0	
3	Struktural	S1: Pegunungan Antiklinal Berbatuan Breksi Andesit Tersesarkan Terkikis Kuat	558,52	1,63	7	
4		S2: Pegunungan Antiklinal Berbatuan Breksi Andesit dan Napal Tufan Tersesarkan Terkikis Kuat	219,11	0,64	3	
5	Denudasional	D1: Pegunungan Denudasional Berbatuan Andesit Terkikis Kuat	1.706,89	4,98	11	
6		D2: Lereng Atas Pegunungan Denudasional Berbatuan Andesit Terkikis Kuat	2.759,55	8,05	29	
7		D3: Pegunungan Denudasional Berbatuan Breksi Andesit Terkikis Kuat	4.711,23	13,75	44	
8		D4: Lereng Atas Pegunungan Denudasional Berbatuan Breksi Andesit Terkikis Kuat	4.119,05	12,02	17	
9		D5: Lerengkaki Pegunungan Denudasional Berbatuan Breksi Andesit Terkikis Kuat	4.956,32	14,46	13	
10		D6: Pegunungan Denudasional Berbatuan Breksi Andesit dan Napal Tufan Terkikis Kuat	931,20	2,72	5	
11		D7: Lereng Atas Pegunungan Denudasional Berbatuan Breksi Andesit dan Napal Tufan Terkikis Kuat	1.112,41	3,25	7	
12		D8: Perbukitan Denudasional Berbatuan Gamping Klastik Terkikis Kuat	2.268,09	6,62	3	
13		D9: Lereng Atas Perbukitan Berbatuan Gamping Klastik Terkikis Sedang	2.913,40	8,50	4	
14		D10: Lereng Kaki Perbukitan Berbatuan Gamping Klastik Terkikis Sedang	1.838,77	5,37	1	
15		D11: Perbukitan Denudasional Berbatuan Batu Pasir dan Napal Pasiran Terkikis Kuat	1.732,36	5,05	6	
Total:			34.239,68	100	150	

Sumber: Analisis Peta Bentuklahan Daerah Penelitian, 2009



Sumber: hasil analisis

Gambar 2. Sebaran Satuan Bentuklahan di Daerah Penelitian

longsorlahan di suatu lereng di daerah pegunungan/perbukitan berdasarkan kejadian longsorlahan sebelumnya. Pengamatan karakteristik bentuklahan sebagai lokasi titik kejadian longsorlahan dilakukan bersamaan pengamatan detail karakteristik profil tanahnya. Berdasarkan karakteristik bentuklahannya dapat identifikasi bentuklahan rawan longsorlahan yang dapat dikelompokkan dalam tiga kelas berikut (Tabel 7). Karakteristik geomorfik tersebut merupakan ciri-ciri yang paling sederhana dalam mitigasi bencana longsorlahan di daerah penelitian, yaitu: ketebalan zone lapuk, ketinggian tempat, kemiringan lereng, dan posisi bidang kontak dari lapisan impermeabel terhadap kemiringan lerengnya. Posisi bidang kontak di daerah penelitian dibedakan berlawanan arah lereng, sejajar arah lereng, dan mendatar. Pada posisi yang berlawanan arah lereng menunjukkan pemotongan lereng tidak berpengaruh terhadap kejadian longsorlahan.

Karakteristik Pedologis Kejadian Longsorlahan

Berdasarkan perkembangan horison pada 20 profil kejadian longsor lahan dan 8 profil perwakilan mempunyai tingkat perkembangan tahap awal-lanjut. Kejadian longsorlahan

yang terjadi pada kondisi perkembangan tanah yang baru pada tahap awal (5 kejadian), tahap sedang (10 kejadian), dan tahap lanjut (5 kejadian). Pada 8 profil perwakilan yang dipilih mewakili kondisi lereng yang sama dengan lereng pada titik kejadian longsor lahan, diperoleh hasil bahwa kondisi tingkat perkembangan tanahnya juga berada pada tahap awal-lanjut. Hasil analisis tekstur tanah menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan fraksi lempung pada lapisan tengah dan bawah yang mencerminkan adanya peningkatan kandungan lempung pada horison eluviasi ke horison illuviasi.

Memperhatikan sebaran bentuk lahan, profil dengan perbedaan lempung pada horizon A dengan B kecil terletak pada Lereng pegunungan denudasional. Profil dengan perbedaan kandungan lempung tinggi terletak pada Pegunungan dan Perbukitan denudasional. Hal tersebut membuktikan bahwa pada bentuklahan pegunungan dan perbukitan yang cembung mempunyai kapasitas perkolasi yang lebih besar dibandingkan pada bentuk lahan lereng pegunungan dan perbukitan dengan bentuk lereng yang lurus dan agak curam. Adanya horizon argilik dapat menguntungkan atau merugikan, tergantung pada

Tabel 7. Klasifikasi Bentuklahan Rawan Longsorlahan Berdasarkan Karakteristik Geomorfik di Daerah Penelitian

Karakteristik Geomorfik	Tingkat Kerawanan Longsorlahan		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Kemiringan Lereng (%)	< 25	25 – 60	> 60
Ketinggian (m dpl)	< 300	300 – 600	> 600
Tebal Zone lapuk (cm)	< 40	40 – 60	> 60
Posisi bidang kontak terhadap kemiringan lereng	berlawanan	mendatar	searah

Sumber: Analisis Peta Bentuklahan Daerah Penelitian, 2009

derajat perkembangannya. Peningkatan lempung dapat meningkatkan jumlah air dan hara yang tersimpan pada mintakat tersebut. Keadaan dimana profil argilik dengan kandungan lempung yang tinggi maka lereng akan rawan longsor lahan.

Berdasarkan hasil analisis secara kuantitatif berat volume tanah berkisar antara 0,85–1,68 gr/cm³ dan berat jenis tanahnya berkisar antara 1,87–2,55 cm/cm³, sedangkan porositasnya berkisar antara 21–58%. Semua profil mempunyai pori drainase cepat pada horison A dibandingkan pada horison B, sedangkan pori drainase lambat pada horison A dibandingkan pada horison B. Hal tersebut memberi gambaran bahwa proses perembihan berjalan baik karena air perkolasi tidak terhambat, sehingga menyebabkan terjadinya pengalihan basa-basa, silica dan zarah-zarah halus dari horison A ke horison B. Perbandingan nilai BV antara horizon A dengan horizon B kebanyakan lebih besar horizon B, sejalan dengan kenaikan kandungan lempungnya. Keadaan tersebut membuktikan bahwa pengendapan lempung pada horizon B menyebabkan kepadatannya meningkat. Peningkatnya nilai kepadatan bongkah tanah ini akan meningkatkan tingkat kerawanan longsorlahan. Perbandingan nilai COLE antara horizon A dengan horizon B di daerah penelitian menunjukkan lebih besar pada horizon B (Lihat Tabel 8). Hal tersebut memperkuat fakta bahwa retakan semakin kedalam profil tanahnya mengkondisikan semakin mudahnya air hujan masuk ke dalam lapisan bawah yang memicu terjadinya longsorlahan.

Analisis mineral lempung yang dilakukan di Laboratorium Mineralogi, *The Institut of Mineralogy*, University of Innsbruck (2009) menghasilkan sebaran mineral lempung dengan Difraksi Sinar X pada setiap profil

pewakil yang berbeda. Rerata mineral lempung kaolinit (70,64%), smektit/montmorillonit (15,12%), halite (4,33%), illite (2,99%), quartz (2,91%), cristabolite (2,28%), feldspar (1,34%), dan goethite (0,39%). Komposisi mineral lempung tersebut menunjukkan adanya interaksi berbagai faktor pembentuk tanah yang telah memungkinkan terbentuknya kaolinit dalam jumlah banyak. Daerah penelitian yang didominasi material andesit tua (Bemmelen) terdiri dari breksi andesit, tuf, tuf lapilli, aglomerat dan sisipan aliran lava andesit yang muncul pada Oligosen atas dicirikan oleh tingkat pelapukan yang cepat sehingga terbentuk mineral sekunder kaolinit yang dominan.

Melalui pentahapan analisis pedologis terhadap 20 profil tanah pada kejadian longsorlahan dan 8 profil tanah pembanding terhadap sebaran kejadian longsorlahan yang telah terjadi di daerah penelitian diperoleh 3 sifat tanah yang dapat mencerminkan tingkat rawan longsorlahannya. Klasifikasi rawan longsorlahan berdasarkan 3 sifat tanah yang mencerminkan tingkat perkembangan tanah di daerah penelitian menggunakan ketebalan tanah (horison A dan B), rasio lempung antara horison A dan horison B, dan menggunakan persentase kandungan lempung kaolinitnya. Klasifikasi dari parameter ketebalan horisonnya dan persentase tipe lempung kaolinit didasarkan nilai terendah menunjukkan perkembangan tanahnya rendah dan nilai tertinggi yang menunjukkan tingkat perkembangan tanahnya lanjut. Parameter rasio kandungan lempung antara horison A dengan B dengan nilai semakin kecil menunjukkan kandungan lempung pada horison B semakin besar yang berarti perkembangan tanah lanjut. Selanjutnya klasifikasi rawan longsorlahan berdasarkan perkembangan tanah disajikan dalam Tabel 9.

Tipologi Pedogeomorfik Kejadian Longsorlahan

Tipologi pedogeomorfik didasarkan pada karakteristik bentuklahan (Tabel 7) dan tingkat perkembangan tanahnya (Tabel 9). Hasil analisis gabungan keduanya merupakan analisis pedogeomorfik yang disajikan dalam Tabel 10. Hasil kecenderungan kejadian longsorlahan tersebut merupakan Tipologi pedogeomorfik kejadian longsorlahan di daerah penelitian. Verifikasi terkait dengan hasil penelitian harus dilakukan dengan melakukan penelitian di daerah lain yang relatif mempunyai kondisi fisik yang sama.

Berdasarkan tipologi pedogeomorfik di atas, mitigasi bencana longsorlahan dapat dilakukan terutama pada Lereng pegunungan/perbukitan dengan kedalaman tanah > 120 cm, kandungan lempung horizon B > 60% dibandingkan horizon A, jumlah retakan yang menunjukkan adanya persentase kaolinit yang besar, ada pada ketinggian dengan > 600 m dpl, ketebalan zone lapuk > 100 cm, dan posisi bidang kontak terhadap kemiringan lereng yang searah kemiringan lerengnya harus dilakukan upaya pencegahan dengan menutup retakan dan mencegah penggenangan air pada teras bangkunya sehingga air hujan tidak masuk ke dalam

Tabel 8. Rasio Lempung, KPK, BV, dan COLE antara Horison A dengan Horison B

Profil	Lempung	KPK	Berat Volume	COLE
L1	0,79	0,52	0,48	0,66
L2	0,54	0,54	0,66	0,73
L4	0,78	1,32	1,32	1,78
L5	0,62	0,92	1,08	0,82
L6	0,64	0,92	1,49	1,71
L9	0,61	1,00	0,81	0,97
L10	0,25	0,32	0,25	0,31
L13	0,71	0,65	0,71	0,75
L14	0,52	0,50	0,74	0,48
L15	0,27	0,91	0,75	0,61
L16	0,35	0,42	0,37	0,48
L17	0,28	0,92	0,75	0,62
L18	0,30	0,99	0,83	0,67
L19	0,37	1,17	0,96	0,76
L20	0,22	0,40	0,38	0,36
P1	0,91	0,95	1,02	1,83
P2	0,29	0,32	0,37	0,29
P5	0,69	0,51	0,75	1,06
P6	0,68	1,29	1,00	0,86
P8	0,48	0,60	0,45	0,30

Sumber: analisis data laboratorium (2009)

zone kontak yang sejajar kemiringan lerengnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian longsorlahan di daerah penelitian dicirikan oleh: (1) karakteristik bentuklahan pada kejadian longsorlahan dengan kemiringan lereng 16 - 75%, ketinggian tempat 210 - 807 m dpal, kedalaman zone lapuk 25 - 80 cm, dan posisi bidang kontak

terhadap kemiringan lereng berlawanan, mendatar, dan sejajar kemiringan lereng. (2) karakteristik tanah pada kejadian longsorlahan mempunyai kedalaman tanah 20-186 cm, kandungan lempung kaolinit 21,50 - 95,00%, dan rasio kandungan lempung antara horizon A dengan B sebesar 0,22 - 0,91. (3) tipologi pedogeomorfik rawan longsor diklasifikasikan menjadi 3 tingkat yaitu tingkat kerawanan rendah hingga tinggi. Tingkat kerawanan longsor-lahan rendah apabila kedalaman tanah < 70cm, kandungan lempung kaolinit

Tabel 9. Klasifikasi Rawan Longsorlahan Berdasarkan Tingkat Perkembangan Tanah di Daerah Penelitian

Karakteristik Tanah	Tingkat Kerawanan Longsorlahan		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Kedalaman Tanah (cm)	< 70	70 - 120	> 120
Rasio Lempung A/B	> 0,60	0,60 - 0,40	< 0,40
Prosentase Kaolinit (%)	< 45,00	45,00 - 70,00	> 70,00

Sumber: analisis data laboratorium

Tabel 10. Tipologi Pedogeomorfik Kejadian Longsorlahan

Tipologi Pedogeomorfik	Tingkat Kerawanan Longsorlahan		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Kedalaman Tanah (cm)	< 70	70 - 120	> 120
Rasio Lempung A/B	> 0,60	0,60 - 0,40	< 0,40
Prosentase Kaolinit (%)	< 45,00	45,00 - 70,00	> 70,00
Kemiringan Lereng (%)	< 25	25 - 60	> 60
Ketinggian (m dpal)	< 300	300 - 600	> 600
Tebal Zone lapuk (cm)	< 40	40 - 60	> 60
Posisi bidang kontak terhadap kemiringan lereng	berlawanan	mendatar	searah

Sumber: analisis Tabel 7 dan Tabel 9

< 45%, rasio kandungan lempung horizon A dengan B > 0,60, kemiringan lereng < 25%, ketinggian tempat < 300 m dpal, kedalaman Zone lapuk < 40 cm, dan posisi bidang kontak terhadap lereng berlawanan. Sedangkan tingkat kerentanan longsoran tinggi dicirikan dengan kedalaman tanah > 120cm, kandungan lempung kaolinit > 70%, rasio kandungan lempung horizon A dengan B < 0,40, kemiringan lereng > 60%, ketinggian tempat > 600 m dpal, kedalaman Zone lapuk > 60 cm, dan posisi bidang kontak terhadap lereng sejajar. Tingkat kerawanan sedang dengan tipologi pedogeomorfik di antara tingkat kerentanan longsoran ringan dan tinggi.

Berdasarkan tipologi pedogeomorfik di daerah penelitian, mitigasi bencana longsoran yang dapat dilakukan adalah terutama pada Lereng pegunungan/perbukitan dengan kedalaman tanah > 120 cm, kandungan lempung horizon B > 60% dibandingkan horizon A, jumlah retakan yang menunjukkan adanya persentase

kaolinit yang besar (> 70%), ada pada ketinggian tempat > 600 m dpal, ketebalan zone lapuk > 100 cm, dan posisi bidang kontak terhadap kemiringan lereng yang searah kemiringan lerengnya harus dilakukan upaya pencegahan dengan menutup retakan dan mencegah penggenangan air pada teras bangkunya sehingga air hujan tidak masuk ke dalam zone kontak yang sejajar kemiringan lerengnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Johann Stotter selaku Kepala RIMSY Project dan pembimbing *Sandwich Programme for PhD Students* yang telah banyak memberi bantuan dalam analisis X-Ray defraction di Innsbruck Austria. Ucapan terimakasih kepada Prof. Dr. Harun Joko Prayitno selaku Ketua LPPM Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membiaya sebagian tema penelitian yang terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelen, R.W. Van. (1949). *The Geology of Indonesia. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. Government Printing Office, The Hague.
- Birkeland, Peter.,W. (1999). *Soils and Geomorphology*, New York: Oxford University Press.
- Buol, S.W., Hole, F.D., and McCracken, R.J. (1980). *Soil Genesis and Classification*, New York: The Iowa State University Press.
- Cooke, R.U. and Dornkamp, J.C. (1994). *Geomorphology in Environmental Management*, Oxford: Clarendon Press.
- Daniels, R.B. and Hammer, R.D. (1992). *Soil Geomorphology*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Departaran (Departemen Pertanian RI). (2006). *Budi Daya Pertanian pada Lahan Pegunungan*, Bogor: Balai Penelitian Tanah.

- Foth, Henry, D. (1994). *Dasar-dasar Ilmu Tanah, Alih Bahasa Adisoemarto, S.*, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Gerrard, A.J. (1992). *Soil Geomorphology: An Integration of Geomorphology and Soil Science*, London: George Allen & Unwin.
- Glade, Thomas, Anderson, M., and Crozier, M. (ed). (2005). *Landslide Hazard and Risk*, England: John Wiley & Sons.Ltd.
- Hadmoko, D.S. (2007) Toward GIS-based Intergrated Landslide Hazard Assessment: A Critical Overview, *Indonesian Journal of Geography*, 34 (1): 55-77.
- Jenny, H. (1994). *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*, New York: Dover Publ. Inc.
- Jungerius, P.D. (ed). (1985). *Soil and Geomorphology*, Cremlingen: Catena Verlag.
- Mbuvi, J.P., Kirenchi, G., and Mainga, P.M. (1997). Technical Note Effect of Topography and Climate on Soils of The Northwestern Slopes of Mount Kenya, *ITC Journal 1997-2*, Enchede.
- Narasimhan, T.N. (2005). Pedology: A Hydrogeolical Perspective, *Vadose Zone Journal* (4): 891-898.
- Pusat Penanggulangan Krisis. (2007). *Analisis Kejadian Bencana di Indonesia Tahun 2007*, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Pusat Volkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. (2005). Pengenalan Gerakan Tanah, <http://merapi.vsi.esdm.go.id/static/gerakantanah/pengenalan.htm>, diakses 1 Desember 2007.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, dan Rosidi, H.M.D. (1995). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*, edisi kedua, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sartohadi, J. (2008). The Landslide Distribution in Loano Sub-District, Purworejo District, Central Java Province, Indonesia, *Forum Geografi*, Vol.22, No.2, Desember 2008: 129-144.
- Schaetzi, R., and Anderson, S. (2005). *Soil: Genesis and Geomorphology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Strahler, A. (1983). *Modern Physical Geography*, New York: John Wiley and Sons.
- Thornbury, W.D. (1958). *Principles of Geomorphology*, New York: John Wiley Sons Inc.
- Thwaites, R.N. (2008). Development of Soil Geomorphology as a Sub-Discipline of Soil Science, *18th World Congress of Soil Science July 9-15, 2006*, Philadelphia: Pennsylvania.

Verstappen, H.Th. (1983). *Applied Geomorphology. Geomorphological Surveys for Environmental Management*. Amsterdam: Elsevier.

Zuidam, R.A. Van and Zuidam, F.I. van Cancelado. (1985). *Aerial Photo-interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, Enschede:ITC.