

PEMETAAN DAN MODEL PENGELOLAAN LONGSOR LAHAN DI KECAMATAN NGARGOYOSO KABUPATEN KARANGANYAR PROVINSI JAWA TENGAH

Munawar Cholil, Imam Hardjono, dan Agus Dwi Martono

Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Surakarta 57102

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah 1) identifikasi karakteristik lahan dan pemetaan zona krisis longsor lahan, 2) untuk mengetahui factor-faktor yang memicu terjadinya longsor lahan di daerah tersebut, 3) menentukan model-model pengelolaan lahan guna mencegah terjadinya longsor pada lahan yang bagus dengan engineer vegetatif dan juga mechanical engineer di daerah peka bencana longsor lahan. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey, analisis laboratorium dan interpretasi citra landsat 7 ETM+. Data-data yang digunakan adalah data primer dan sekunder. Data-data Primer terdiri dari ketebalan tanah sohum, tekstur tanah dan permeabilitas tanah, kemiringan, mata air atau rembesan dan air tanah, kedalaman kerusakan batuan, kedekatan kepadatan, derajat kerusakan. Data-data sekunder terdiri dari curah hujan, peta topografi, peta geologi, peta tanah dan peta penggunaan lahan. Metode pengambilan sample adalah stratified sampling dengan tingkat-tingkat unit lahan. Metode analisis data dengan scoring. Hasil-hasil dari penelitian ini adalah: 1) ada tiga kelas bahaya tanah longsor, yaitu kelas I (ringan/stabil), kelas II (sedang) dan kelas III (berat). Karakteristik-karakteristik tanah longsor adalah : kemiringan berkisar 7 – 35%, sebagian besar batuan mengalami tingkat kerusakan, hanya sedikit batuan yang mengalami kerusakan sempurna, jarak kepadatan batu berkisar antara <6 - >60 meter, kedalaman kerusakan berkisar dari 0,50 – 1 meter, permeabilitas 0,271 – 10,810 cm/clock, konsistensi tanah lemah-sangat lemah, liat tanah bertekstur tanah, tanah liat, loam, konsentrasi mata air/rembesan di beberapa tempat pada keretakan lereng, kedalaman air tanah > 5 meter, juga adanya penggalian di beberapa tempat dan penggunaan lahan. 2) Faktor-faktor yang memicu terjadinya tanah longsor antara lain: lereng (khususnya unit lahan V4IIIANP, V4IIIANPk, V4IIIANSM, V4IIILaPk dan V4IIILaSm), kerusakan batuan, kedekatan kepadatan batuan, kedalaman tanah, permeabilitas tanah, konsistensi tanah, konsentrasi mata air/rembesan, kedalaman air tanah, erosi langkan sungai dan penggalian langkan sungai dan penggunaan lahan. 3) model-model pengelolaan longsor lahan yang dapat diterapkan di area penelitian adalah model engineer, vegetatif yang membentuk tanaman tahunan berkanopi padat, penanaman belukar dan rumput-rumputan dibawah tanaman tahunan. Untuk model mekanis dengan pembuatan bronjong kawat atau bamboo, pembuatan saluran pembuangan air (saluran pembuangan/ teras), terasering.

Kata Kunci: Pemetaan dan model pengelolaan longsor lahan

ABSTRACT

The aim of this research are 1) field characteristics identification and land slide crisis level zone mapping, 2) to know factors trigger the happening of slide at research region. 3) determine land management models to prevent the happening of slide good land with

engineer vegetatif also mechanical engineer at slide disaster sensitive area. Data analysis used in the research are survey, laboratory analysis and image interpretation landsat 7 ETM+. Data that used primary and secondary data. Primary data consists thickness solum soil, soil texture and soil permeability, slope, spring or seepage and soil ground water, solid closeness rock decay depth, decay degree. Secondary data consist rainfall, topography map, geology map, soil map and Land use map. Sample taking method by using stratified sampling with land unit levels. Method of data analysis with scoring. The results of this research are: 1) has three class danger of lands slide, that is class I (light/stable), class II (moderate) and class III (heavy). Characteristics of lands slide are: slope revolves from 7 - 35 %, rock a large part is experiencing decay level, only a little rock that experience perfect decay, rock solid distance revolves < 6 - > 60 meters, decay depth revolves from 0,50 - 1 meter, permeability 0,271 - 10,810 cm/ clock, soil consistency weak-very weak, soil texture clay, clay loam, loam, spring concentration/ seepage at several places at break of slope, depth of ground water > 5 meter, also digging existence at several places and land use. 2) factors that be trigger the happening of land slide among others; slope (especially in field unit V4IIIAnP, V4IIIAnPk, V4IIIAnSm, V4IIIAnT, V4IIILaPk and v4IIILaSm), rock decay, rock solid closeness, soil depth, soil permeability, soil consistency, concentration of spring/ seepage, depth of groud water, river ledge erosion and ledge digging and land use. 3) Land slide management models that applicable at research area are engineer model vegetatif shaped annual plants planting berkanopi dense, underbrush planting and grass under annual plants. For mechanical model with wire bagwark maker or bamboo, water exile channel maker (channel shirker/ terrace), terracing.

Keywords: Mapping and Land Slide Management Model

PENDAHULUAN

Kejadian banjir dan tanah longsor di beberapa daerah di Indonesia telah banyak mengisi media masa secara terus menerus pada musim hujan dan kejadian itu menimbulkan kepedihan dan keprihatinan kita semua. Indonesia sebagai negara beriklim tropis di beberapa tempat mempunyai kecendrungan mempunyai intensitas yang tinggi, di beberapa tempat mempunyai topografi yang bergelombang, berbukit hingga bergunung. Kondisi ini diperparah lagi banyaknya kelompok masyarakat yang belum menyadari benar pentingnya pelestarian dan pemeliharaan lingkungan dengan membatat hutan untuk memenuhi kebutuhan sesaat dan untuk kalangan terbatas. Selain itu

penggunaan lahan yang tidak memperhatikan tata ruang wilayah. Faktor-faktor inilah diantaranya ini yang menyebabkan daerah tersebut rawan longsor.

Kejadian longsor lahan yang beberapa waktu lalu terjadi di Kabupaten Karanganyar seperti di desa Desa Nglegok, dukuh Mlokolegi, Berjo Kecamatan Ngargoyoso dan beberapa daerah yang lain di wilayah Karanganyar sepanjang tahun 2007 - 2010 menunjukkan bahwa Kabupaten Karanganyar perlu memberikan perhatian penuh terhadap bencana tahunan ini. Hal ini disebabkan bencana tanah longsor selalu terulang setiap tahunnya di Kabupaten Karanganyar meskipun dalam intensitas dan skala yang berbeda.

Hujan deras yang mengguyur Ngargoyoso kamis 7/1/2010 malam hingga jumat

8/1/2010 dini hari menyebabkan kawasan wisata alam air terjun Jumog di desa Berjo longsor kendati tidak ada korban jiwa, namun kerugian diperkirakan puluhan juta rupiah. Kawasan yang longsor sepanjang 25 meter dengan lebar 10 meter. Akibat dari longsor tersebut untuk sementara kawasan wisata Jumog ditutup guna menghindari korban lebih lanjut (Radar Solo Jawa pos 9/1/2010). Karena kawasan ini dinilai rawan longsor maka jalur masuk wisata air terjun direncanakan dialihkan yang untuk pembiayaannya memerlukan biaya kurang lebih 400 juta rupiah (Radar Solo Jawa pos 12/1/2010).

Peristiwa longsor lahan yang menelan korban jiwa dan harta benda yang tidak sedikit ini memunculkan pertanyaan mengapa terjadi demikian dan bagaimana cara mengantisipasinya sehingga peristiwa alam tersebut dapat dihindari atau dikurangi dampak negatifnya. Untuk itu perlu dilakukan usaha-usaha zoning daerah-daerah yang rawan longsor dan usaha-usaha penanggulangannya.

Gerak massa (*mass movement*) dalam istilah awam sering disebut longsor lahan adalah proses Bergeraknya puing-puing batuan (termasuk di dalamnya tanah) secara besar-besaran menuruni lereng secara lambat hingga cepat, oleh adanya pengaruh langsung dari gravitasi (Vernes, 1978). Pengertian tersebut menjelaskan bahwa gerak massa tanah pada hakekatnya adalah gerakan massa batuan yang ukuran besarnya masih harus ditentukan, serta posisi arah gerakannya masih perlu diklasifikasikan. Hal ini penting dalam rangka pengendalian gerakan massa tersebut.

Sharpe (1938 dalam Thornbury, 1954) mengatakan bahwa faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya gerak massa adalah faktor aktif dan faktor pasif. Faktor pasif meliputi litologi, stratigrafi, topografi, struktur geologi, dan iklim. Faktor aktif meliputi aliran

air dan campur tangan kegiatan manusia. Berberapa penyebab terjadinya gerak massa (tanah dan batuan) semuanya berlatar belakang geologi, topografi serta iklim.

Longsor lahan ditinjau dari segi geomorfologi merupakan sebagian dari proses gerak massa tanah atau batuan (*mass wasting, mass movement*). Klasifikasi dari gerak massa tanah atau batuan dapat di rinci sebagai berikut: (a) berdasarkan kecepatan gerak dan kandungan air. Menurut Carson dan Kirby (1972 dalam Poniman 1976) gerak massa tanah atau batuan dapat dibedakan menjadi 3 jenis utama, yaitu: aliran (*flow*) longsor (*slide*) dan dorongan (*heave*). Material aliran bersifat basah sedangkan longsor bersifat kering, dan (b) berdasar golongan proses dan kelas gerakan. Vernes (1978) membuat klasifikasi berdasarkan mekanisme gerakan dan jenis materialnya. Kemudian oleh Crozier (1989) klasifikasi tersebut dapat dirinci sebagai berikut:

Vernes (1978) membagi gerakan tanah berdasarkan tipe gerakannya menjadi lima jenis, yaitu runtuh (*fall*), robohan (*topples*), longsor (*slide*) yang dapat dibagi dua, yaitu memutar (*slump/rotational slide*) dan longsor mendatar (*lateral spreads*) serta aliran (*flow*). Gabungan dari lima jenis tersebut disebut kompleks (*complex*). Untuk lebih jelasnya uraian tersebut dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Longsor lahan dapat dikaji dengan metode penginderaan jauh. Penginderaan jauh sebagai salah satu disiplin ilmu, telah banyak banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang penelitian dengan tema yang beragam. Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala yang dikaji, (Lillesand and Kiefer, 1979).

Tabel 1. Klasifikasi Gerakan Menurut Kelas Gerakan

Golongan proses (<i>Process Group</i>)	Kelas gerakan (<i>class of movement</i>)
Aliran cair (<i>Fluid flow</i>)	Aliran lumpur (<i>Mud flow</i>), aliran puing batuan (<i>Debris flow</i>), <i>Debris avalanche</i>
Aliran pekat (<i>Viscous flow</i>)	Aliran tanah (<i>Earth flow</i>)
Aliran longsor (<i>Slide flow</i>)	Aliran atau <i>Slump</i>
Longsor planar (<i>Planar slide</i>)	Aliran puing batuan (<i>Debris slide</i>), longsor batuan (<i>Rock slide</i>), hancuran (<i>Glide</i>)
Longsor terputar (<i>rotational slide</i>)	<i>Earth and Rock slump</i>

Tabel 2. Klasifikasi Gerakan Tanah Berdasarkan Mekanisme Gerakan dan Jenis Materialnya

Tipe gerakan	Tipe material		
	Batuan induk	Tanah keteknikian	
		Kasar	Halus
Jatuhan	Jatuhan batuan	Jatuhan puing batuan	Jatuhan tanah
Robohan	Robohan batuan	Robohan batuan	Robohan tanah
Putaran	Pemerosotan batuan	Pemerosotan puing batuan	Pemerosotan tanah
	Longsor blok batuan	Longsor blok puing batuan	Longsor blok tanah
Mendatar	Longsor batuan	Sebaran puing	Sebaran tanah
	Sebaran batuan	Sebaran puing	Sebaran tanah
Aliran	Aliran batuan (rayapan batuan)	Aliran puing	Aliran tanah (rayapan tanah)
Komplek	Kombiasi antara dua tipe gerakan atau lebih		

Sumber: Vernes (1978)

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Identifikasi karakteristik medan dan pemetaan zona tingkat kerawanan longsor lahan di daerah penelitian.
2. Mengetahui faktor-faktor yang memicu terjadinya longsor di daerah penelitian.
3. Menentukan model-model pengelolaan lahan untuk mencegah terjadinya longsor lahan baik dengan rekayasa vegetatif maupun rekayasa mekanik di kawasan rawan bencana longsor.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei, analisa laboratorium dan interpretasi citra Landsat 7ETM+. Data yang diperlukan adalah data primer dan sekunder. Data primer meliputi ketebalan solum tanah, tekstur tanah dan permeabilitas tanah, kemiringan lereng, keterdapatn mata air dan kedalaman air tanah, kedalaman pelapukan batuan kera-

patan kekar, derajat pelapukan. Data sekunder meliputi: curah hujan, peta topografi, peta geologi, peta tanah dan peta penggunaan lahan. Metode pengambilan sampel dengan menggunakan *stratified sampling* dengan strata satuan lahan. Metode analisis data dengan menggunakan pengharkatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil interpretasi peta, survei lapangan, dan analisa laboratorium diperoleh data karakteristik medan sebagai berikut:

a. Kemiringan lereng

Data kemiringan lereng diperoleh dari interpretasi peta Topografi dan pengukuran di dilapangan. Klasifikasi kemiringan lereng hasil interpretasi dari peta disesuaikan klasifikasi lereng sesuai dengan tujuan. Kemiringan lereng berdasarkan hasil pengukuran di lapangan berkisar dari 7 – 35 %.

b. Pelapukan batuan

Perdasarkan hasil pengamatan diketahui pelapukan batuan di daerah penelitian sebagian besar mengalami tingkat pelapukan sedang, hanya sedikit batuan yang mengalami pelapukan sempurna. Pada pelapukan sedang sebagian besar batuan berubah warna, diskontinuitas berisi bahan yang telah pelapukan, sedangkan pada pelapukan sempurna, pelapukan yang terjadi meluas ke seluruh massa batuan. Untuk pelapukan sedang tersebar pada semua satuan medan dengan penggunaan lahan hutan, permukiman, perkebunan dan semak-semak. Untuk pelapukan sempurna tersebar di satuan medan dengan penggunaan lahan sawah dan tegalan.

c. Kerapatan kekar

Kekar merupakan cikal bakal untuk

terjadinya suatu gerak massa, karena kekar merupakan tempat masuknya air masuk ke dalam pori-pori batuan yang dalam perkembangannya juga dapat bereaksi dengan unsur-unsur dalam batuan yang mempercepat terjadinya pelapukan dan terbentuknya tanah. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan jarak kekar batuan yang ada di daerah penelitian berkis < 6 - > 60 meter.

d. Kedalamana pelapukan

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan kedalaman pelapukan tanah sebagian besar berkisar dari 0,50 – 1 meter, sedangkan berdasarkan kelasnya kedalaman pelapukan tanah berkisar dari sedang hingga agak dalam.

e. Permeabilitas tanah

Berdasarkan hasil pengukuran di laboratorium permeabilitas tanah di daerah penelitian berkisar 0,271 – 10,810 cm/jam dan termasuk kelas sangat lambat hingga cepat. Permeabilitas tanah yang sangat lambat tersebar pada satuan medan dengan tekstur tanah lempung, sedangkan yang mempunyai permeabilitas tanah cepat tersebar pada satuan medan yang mempunyai tanah dengan tekstur geluh. Sangat lambatnya permeabilitas tanah pada tanah-tanah bertekstur lempung karena rapatnya ikatan antar butir tanah, tetapi pada tanah bertekstur geluh ikatan antar butir kurang rapat sehingga banyak rongga-rongga antar butirnya yang dapat dilalui oleh air dengan cepat.

f. Konsistensi tanah

Nilai konsistensi tanah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah merupakan batas cair tanah yang merupakan cerimanan kadar lengas tanah. Hasil uji konsistensi tanah di laboratorium diketahui bahwa nilai konsistensi

- tanah (batas cair) adalah berkisar dari 43 – 70. Nilai konsistensi tanah sebagian besar sangat lemah terutama pada tanah-tanah yang bertekstur lempung. Hal ini disebabkan tanah-tanah bertekstur lempung kemampuan mengikat airnya sangat tinggi, sehingga tanah mudah jenuh oleh air sehingga relatif lunak. Namun demikian nilai konsistensi tanah tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan air (kemampuan mengikat air) tetapi juga daya ikat antar butirnya. Semakin lemah daya ikat antar butir maka semakin rendah juga nilai konsistensinya, seperti pada tanah bertekstur geluh.
- g. **Tekstur tanah**
Tekstur tanah daerah penelitian berdasarkan data sekunder (Tutik Wulandari 2004) diketahui bahwa tanah di daerah penelitian adalah lempung, lempung bergeluh, geluh dan geluh lempungan.
 - h. **Pemusatan mata air/rembesar**
Air adalah pengontrol atau faktor paling banyak mendukung terhadap terjadinya gerak massa. Keberadaan rembesan di daerah penelitian sebagian besar berada di bentuklahan yang mempunyai lereng miring hingga terjal. Sedangkan di bentuklahan yang mempunyai lereng berombak hingga bergelombang tidak ditemukan adanya mata air atau rembesan.
 - i. **Kedalaman Air Tanah**
Kedalaman air tanah berdasarkan hasil pengamatan di daerah penelitian lebih dari 5 meter, hal ini didasarkan karena tidak ditemukan adanya sumur galian. Penduduk menggunakan air yang berasal dari mata air yang dengan cara mengalirkan melalui pipa/ selang ke rumah masing-masing.
 - j. **Pengikisan Tebing Sungai**
Pengikisan tebing sungai berdasarkan pengamatan di lapangan berkisar dari $0 < 25 \%$ hingga $50 < 75 \%$. Pengukuran tingkat pengikisan tebing sungai dengan pengambilan sampel satuan luas, yaitu dalam radius 100 m^2 tiap-tiap satuan medan dengan pertimbangan 75 m^2 sudah mewakili tiap-tiap satuan medan. Hal ini dilakukan karena tidak mungkin peneliti akan menjelajahi setiap satuan medan menurut luasan yang ada.
 - k. **Penggalian Tebing**
Penggalian tebing di daerah penelitian terutama banyak dilakukan di daerah yang mempunyai kemiringan lereng miring hingga terjal. Penggalian ini dilakukan di penggunaan lahan tegalan, perkebunan, permukiman, semak dan sawah. Pada penggunaan lahan tegalan dan sawah penggalian tebing ini berkaitan dengan pengolahan tegalan untuk cocok tanam sayuran, di perkebunan juga berkaitan dengan pengolahan dan pengelolaan lahannya. Untuk daerah yang berupa penggunaan lahan permukiman dan semak penggalian tebing berkaitan dengan pengambilan batu untuk pembangunan rumah maupun keperluan lain yang ada hubungannya dengan pembangunan pekarangan.
 - l. **Penggunaan Lahan**
Penggunaan lahan di daerah penelitian berdasarkan hasil interpretasi penggunaan lahan dan hasil cek lapangan terdiri dari hutan, permukiman, tegalan, semak, sawah dan perkebunan.
Adapun secara ringkas karakteristik dan harkat dari masing-masing satuan medan daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Karakteristik Satuan Medan Untuk Gerak Massa di Daerah Penelitian

No	Satuan medan	Kemiringan lereng (%)	Pelapukan batuan	Kerapatan kekar (m)	Kedalaman pelapukan (m)	Permeabilitas tanah (cm/jam)	Konsistensi tanah (%)	Tekstur tanah	Pemusatan mata air/ rembesan	Kedalaman air tanah (m)	Pengikisan tebing sungai (%)	Penggalan tebing	Penggunaan lahan
1.	V3IVAnH	35	Lapuk sedang	> 60	0,50- <0,75	8,428	45	Geluh	Ada	> 5	25-<50	Tidak ada	Hutan
2.	V4IIAnH	25	Lapuk sedang	> 60	0,50- <0,75	8,428	45	Geluh	Ada	> 5	25-<50	Tidak ada	Hutan
3.	V4IIAnP	25	Lapuk sedang	< 6	0,50- <0,75	10,809	44	Geluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Permukiman
4.	V4IIAnPk	25	Lapuk sedang	< 6	0,75-1	9,265	44	Geluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Perkebunan
5.	V4IIAnSm	25	Lapuk sedang	< 6	0,75-1	8,952	45	Geluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Semak
6.	V4IIAnT	25	Lapuk kuat	< 6	0,75-1	8,952	45	Geluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Tegalan
7.	V4IIaLP	25	Lapuk sedang	< 6	0,75-1	0,769	49	Lempung	Ada	> 5	50-<75	Ada	Perkebunan
8.	V4IIaLPk	24	Lapuk sedang	< 6	0,75-1	0,902	48	Lempung	Ada	> 5	50-<75	Ada	Semak
9.	V4IIaLSm	24	Lapuk sedang	< 6	0,75-1	0,902	48	Lempung	Ada	> 5	50-<75	Ada	Sawah
10.	V4IIaLSw	23	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	0,761	45	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Ada	Sawah
11.	V5IAnP	7	Lapuk sedang	> 60	0,75-1	2,745	65	Geluh lempungan	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Perkebunan
12.	V5IAnPk	7	Lapuk sedang	> 60	0,75-1	2,592	65	Geluh lempungan	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Perkebunan
13.	V5IAnSm	7	Lapuk sedang	> 60	0,75-1	2,592	63	Geluh lempungan	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Semak
14.	V5IAnSw	6	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	2,061	70	Geluh lempungan	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Sawah
15.	V5IAnT	7	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	3,428	60	Geluh lempungan	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Tegalan
16.	V5IaLP	7	Lapuk sedang	> 60	0,75-1	0,416	47	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Perkebunan
17.	V5IaLPk	7	Lapuk sedang	> 60	0,75-1	0,491	45	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Perkebunan
18.	V5IaLSm	7	Lapuk sedang	> 60	0,75-1	0,487	45	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Semak
19.	V5IaLSw	6	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	0,342	44	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Sawah
20.	V5IaLT	7	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	0,402	47	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Tegalan
21.	V5IMePk	7	Lapuk sedang	> 60	0,75-1	1,942	45	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Perkebunan
22.	V5IIAnH	20	Lapuk sedang	20 - 60	0,75-1	0,395	44	Geluh	Ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Hutan
23.	V5IIAnP	17	Lapuk sedang	20 - 60	0,75-1	9,746	43	Geluh	Ada	> 5	0-<25	Ada	Perkebunan
24.	V5IIAnPk	17	Lapuk sedang	20 - 60	0,75-1	9,746	43	Geluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Perkebunan
25.	V5IIAnSm	17	Lapuk sedang	20 - 60	0,75-1	8,746	46	Geluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Semak
26.	V5IIAnSw	12	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	10,810	47	Geluh	Tidak ada	> 5	0-<25	Ada	Sawah
27.	V5IIAnT	17	Lapuk kuat	< 6	0,75-1	8,810	47	Geluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Tegalan
28.	V5IIaLP	17	Lapuk sedang	< 6	0,50- <0,75	1,602	45	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Ada	Perkebunan
29.	V5IIaLPk	16	Lapuk sedang	< 6	0,75-1	1,692	50	Lempung	Ada	> 5	50-<75	Ada	Perkebunan
30.	V5IIaLSm	17	Lapuk sedang	< 6	0,50- <0,75	1,692	55	Lempung	Ada	> 5	50-<75	Ada	Semak
31.	V5IIaLSw	10	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	1,226	47	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Ada	Sawah
32.	V5IIaLT	20	Lapuk kuat	< 6	0,75-1	1,692	49	Lempung	Ada	> 5	50-<75	Ada	Tegalan
33.	V5IIaLP	15	Lapuk sedang	20 - 60	0,50- <0,75	1,511	55	Lempung	Ada	> 5	0-<25	Ada	Perkebunan

No	Satuan medan	Kemiringan lereng (%)	Pelapukan batuan	Kerapatan kekar (m)	Kedalaman pelapukan (m)	Permeabilitas tanah (cm/jam)	Konsistensi tanah (%)	Tekstur tanah	Pemusatan mata air/ rembesan	Kedalaman air tanah (m)	Pengikisan tebing sungai (%)	Penggalian tebing	Penggunaan lahan
34.	V5IIMcSm	20	Lapuk sedang	20 - 60	0,75-1	1,502	58	Lempung bergeluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Semak
35.	V5IIMcSw	15	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	1,502	60	Lempung bergeluh	Tidak ada	> 5	0-<25	Ada	Sawah
36.	V6IAnP	7	Lapuk kuat	20 - 60	0,75-1	2,745	55	Geluh lempungan	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Permukiman
37.	V6ILaP	7	Lapuk sedang	20 - 60	0,50- <0,75	0,321	47	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Permukiman
38.	V6ILaPk	7	Lapuk sedang	20 - 60	0,50- <0,75	0,481	47	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Perkebunan
39.	V6ILaSw	6	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	0,271	45	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Sawah
40.	V6IMeP	7	Lapuk sedang	20 - 60	0,50- <0,75	0,479	55	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Permukiman
41.	V6IMePk	7	Lapuk sedang	20 - 60	0,50- <0,75	0,479	55	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Perkebunan
42.	V6IMcSm	7	Lapuk sedang	20 - 60	0,50- <0,75	0,279	55	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Semak
43.	V6IMcSw	6	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	0,442	46	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Sawah
44.	V6IMcT	7	Lapuk kuat	20 - 60	0,75-1	0,279	56	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Tidak ada	Tegalan
45.	V6IILaP	20	Lapuk sedang	< 6	0,50- <0,75	0,583	53	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Ada	Permukiman
46.	V6IILaPk	20	Lapuk sedang	< 6	0,50- <0,75	0,583	55	Lempung	Ada	> 5	50-<75	Ada	Perkebunan
47.	V6IILaSw	15	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	0,921	46	Lempung	Tidak ada	> 5	0-<25	Ada	Sawah
48.	V6IIMcP	20	Lapuk sedang	20 - 60	0,50- <0,75	1,492	55	Lempung bergeluh	Ada	> 5	0-<25	Ada	Permukiman
49.	V6IIMcPk	20	Lapuk sedang	< 6	0,50- <0,75	1,376	55	Lempung bergeluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Perkebunan
50.	V6IIMcSw	14	Lapuk kuat	> 60	0,75-1	1,119	45	Lempung bergeluh	Tidak ada	> 5	0-<25	Ada	Sawah
51.	V6IIMcT	20	Lapuk kuat	< 6	0,50- <0,75	1,376	55	Lempung bergeluh	Ada	> 5	50-<75	Ada	Tegalan

Sumber: Data primer dan sekunder

Tabel 4. Harkat Tiap-tiap Karakteristik Untuk Gerak Massa Satuan Medan Daerah Penelitian

No	Satuan medan	Kemiringan lereng (%)	Pelapukan batuan	Kerapatan kekar (m)	Kedalaman pelapukan (m)	Permeabilitas tanah (cm/jam)	Konsistensi tanah (%)	Tekstur tanah	Pemusatan mata air	Kedalaman tanah (m)	Pengikisan tebing sungai (%)	Penggalian tebing	Pengg. medan	Jumlah harkat	Kelas	Klasifik asi longsor
1.	V3IVAnH	4	3	1	2	3	4	2	4	4	2	1	1	31	II	S
2.	V4IIIAnH	3	3	1	2	3	4	2	4	4	2	1	1	30	II	S
3.	V4IIIAnP	3	3	4	2	3	4	2	4	4	3	4	2	38	III	B
4.	V4IIIAnPk	3	3	4	3	3	4	2	4	4	3	4	3	40	III	B
5.	V4IIIAnSm	3	3	4	3	3	4	2	4	4	3	4	4	41	III	B
6.	V4IIIAnT	3	4	4	3	3	4	2	4	4	3	4	3	41	III	B
7.	V4IIILaP	3	3	4	3	2	4	1	4	4	3	4	2	37	II	S
8.	V4IIILaPk	3	3	4	3	2	4	1	4	4	3	4	3	38	III	B
9.	V4IIILaSm	3	3	4	3	2	4	1	4	4	3	4	4	39	III	B
10.	V4IIILaSw	3	4	1	3	2	4	1	1	4	1	4	4	32	II	S
11.	V5IAnP	1	3	1	3	2	3	2	1	4	1	1	2	24	II	S
12.	V5IAnPk	1	3	1	3	2	3	2	1	4	1	1	3	25	II	S
13.	V5IAnSm	1	3	1	3	2	3	2	1	4	1	1	4	26	II	S
14.	V5IAnSw	1	4	1	3	2	3	2	1	4	1	1	4	27	II	S
15.	V5IAnT	1	4	1	3	2	3	2	1	4	1	1	3	26	II	S
16.	V5IILaP	1	3	1	3	1	4	1	1	4	1	1	2	23	I	R/S
17.	V5IILaPk	1	3	1	3	1	4	1	1	4	1	1	3	24	II	S
18.	V5IILaSm	1	3	1	3	1	4	1	1	4	1	1	4	25	II	S
19.	V5IILaSw	1	4	1	3	1	4	1	1	4	1	1	4	26	II	S
20.	V5IILaT	1	4	1	3	1	4	1	1	4	1	1	3	25	II	S
21.	V5IMePk	1	3	1	3	2	4	1	1	4	1	1	3	25	II	S
22.	V5IIAnH	2	3	2	3	1	4	2	4	4	1	1	1	28	II	S
23.	V5IIAnP	2	3	2	3	3	4	2	4	4	1	1	2	31	II	S
24.	V5IIAnPk	2	3	2	3	3	4	2	4	4	3	4	3	37	III	B
25.	V5IIAnSm	2	3	2	3	3	4	2	4	4	3	4	4	38	III	B
26.	V5IIAnSw	2	4	1	3	3	4	2	1	4	1	4	4	33	II	S
27.	V5IIAnT	2	4	4	3	3	4	2	4	4	3	4	3	40	III	B

No	Satuan medan	Kemiringan lereng (%)	Pelapukan batuan	Kerapatan kekar (m)	Kedalaman pelapukan (m)	Permeabilitas tanah (cm/jam)	Konsistensi tanah (%)	Tekstur tanah	Pemusatan mata air	Kedalaman air tanah (m)	Pengikisan tebing sungai (%)	Penggalian tebing	Pengg. medan	Jumlah harkat	Kelas	Klasifikasi longsor
28.	V5IILaP	2	3	4	2	2	4	1	1	4	1	4	2	30	II	S
29.	V5IILaPk	2	3	4	3	2	3	1	4	4	3	4	3	36	III	B
30.	V5IILaSm	2	3	4	2	2	3	1	4	4	3	4	4	36	III	B
31.	V5IILaSw	2	4	1	3	2	4	1	1	4	1	4	4	31	II	S
32.	V5IILaT	2	4	4	3	2	4	1	4	4	3	4	3	38	III	B
33.	V5IIMeP	2	3	2	2	2	3	1	4	4	1	4	2	30	II	S
34.	V5IIMeSm	2	3	2	3	2	3	1	4	4	3	4	4	35	II	S
35.	V5IIMeSw	2	4	1	3	2	3	1	1	4	1	4	4	30	II	S
36.	V6IAnP	1	4	2	3	2	3	2	1	4	1	1	2	26	II	S
37.	V6ILaP	1	3	2	2	1	4	1	1	4	1	1	2	23	I	R/S
38.	V6ILaPk	1	3	2	2	1	4	1	1	4	1	1	3	24	II	S
39.	V6ILaSw	1	4	1	3	1	4	1	1	4	1	1	4	26	II	S
40.	V6IMeP	1	3	2	2	1	3	1	1	4	1	1	2	22	I	R/S
41.	V6IMePk	1	3	2	2	1	3	1	1	4	1	1	3	23	I	R/S
42.	V6IMeSm	1	3	2	2	1	3	1	1	4	1	1	4	24	II	S
43.	V6IMeSw	1	4	1	3	1	4	1	1	4	1	1	4	26	II	S
44.	V6IMeT	1	4	2	3	1	3	1	1	4	1	1	3	25	II	S
45.	V6IILaP	2	3	4	2	2	3	1	1	4	1	4	2	29	II	S
46.	V6IILaPk	2	3	4	2	2	3	1	4	4	3	4	3	35	II	S
46.	V6IILaSw	2	4	1	3	2	4	1	1	4	1	4	4	31	II	S
48.	V6IIMeP	2	3	2	2	2	3	1	4	4	1	4	2	30	II	S
49.	V6IIMePk	2	3	4	2	2	3	1	4	4	3	4	3	35	II	S
50.	V6IIMeSw	2	4	1	3	2	4	1	1	4	1	4	4	31	II	S
51.	V6IIMeT	2	4	4	2	2	3	1	4	4	3	4	4	37	III	B

Sumber: Data Tabel 3

Keterangan:

R/S : Ringan/ Stabil

S : Sedang

B : Berat

Berdasarkan data hasil identifikasi karakteristik dan pengharkatan tiap-tiap satuan medan diketahui bahwa daerah penelitian mempunyai tiga kelas kerentanan longsor lahan, yaitu kelas I (ringan/stabil), kelas II (sedang) dan kelas III (berat) seperti yang disajikan dalam Tabel 3.

Persebaran Tingkat Kerentanan Longsor Lahan di Daerah Penelitian

Tingkat kerentanan longsor lahan di daerah penelitian berdasarkan hasil penelitian adalah ringan/ stabil, sedang dan berat. Adapun penyebaran dari masing-masing tingkat kerentanan longsor lahan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Tingkat kerentanan longsor lahan ringan/ stabil (kelas I)

Tingkat kerentanan longsor lahan ringan/ stabil ini tersebar di satuan medan V5ILaP, V6ILaP, V6IMeP dan V6IMePk, yang terdapat di sebagian desa Jatirejo, Dukuh, Nglegok, Kemuning dan Puntukrejo. Luas dari satuan medan ini adalah 2.132,489 ha (32,64 %) dari seluruh daerah penelitian.

- b. Tingkat kerentanan longsor lahan sedang (kelas II)

Tingkat kerentanan longsor lahan sedang tersebar di satuan medan V3IVAnH, V4IIAnH, V4IIILaP, V4IIILaSw, V5IAnP, V5IAnPk, V5IAnSm, V5IAnSw, V5IAnT, V5IIaPk, V5IIaSm, V5IIaSw, V5IIaT, V5IImePk, V5IIAnH, V5IIAnP, V5IIAnSw, V5IIILaP, V5IIILaSw, V5IIMeP, V5IIMeSm, V5IIMeSw, V6IAnP, V6IIaPk, V6IIaSw, V6IImeSm, V6IImeSw, V6IImeT, V6IIILaP, V6IIILaPk, V6IIILaSw, V6IIMeP, V6IIMePk dan V6IIMeSw. Tingkat kerentanan longsor lahan sedang tersebar di seluruh desa yang ada di Ngargoyoso, yaitu sebagian di desa Berjo, Segorogunung, Girimulyo,

Ngargoyoso, Kemuning, Puntukrejo, Nglegok, Dukuh dan Jatirejo. Luas satuan medan ini seluruhnya adalah 2.676,205 ha (40,96,7 %) dari seluruh daerah penelitian.

- c. Tingkat kerentanan longsor lahan berat (kelas III)

Tingkat kerentanan longsor lahan berat tersebar di satuan medan V4IIAnP, V4IIAnPk, V4IIAnSm, V4IIAnT, V4IIILaPk, V4IIILaSm, V5IIAnPk, V5IIAnSm, V5IIAnT, V5IIILaPk, V5IIILaSm, V5IIILaT dan V6IImeT. Tingkat kerentanan longsor lahan berat tersebar di sebagian besar desa Berjo, Ngargoyoso, Segorogunung dan Kemuning. Satuan medan ini tersebar di desa Bero dan Gunungan. Luas satuan medan ini seluruhnya adalah 1.725,248 ha (26,40 %) dari seluruh luas daerah penelitian.

Analisa Faktor-faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kerentanan Longsor Lahan

Tingkat kerentanan longsor lahan pada dasarnya dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor aktif dan faktor pasif. Faktor yang aktif adalah faktor yang disebabkan oleh aktivitas manusia, dalam penelitian ini seperti penggalian tebing dan penggunaan lahan. Faktor pasif, yaitu faktor yang disebabkan oleh faktor alami seperti, kemiringan lereng, pelapukan batuan kerapatan kekar batuan, kedalaman pelapukan, permeabilitas tanah, konsistensi tanah, tekstur tanah, pemusatan air/rembesan, dan kedalaman air tanah.

Untuk menentukan faktor-faktor dominan yang menjadi pemicu terjadinya longsor lahan dalam penelitian ini adalah variabel-variabel yang mempunyai harkat tiga dan empat. Pertimbangan digunakan harkat tiga dan empat, karena harkat tiga dan empat mencirikan karakteristik suatu

medan yang memberikan kontribusi besar dalam memicu terjadinya longsor lahan, sehingga menyebabkan jumlah total dari seluruh harkat variabel juga menjadi besar. Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui faktor yang mempengaruhi besarnya tingkat kerentanan longsor lahan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tingkat kerentanan longsor lahan adalah sebagai berikut:

a. Tingkat kerentanan longsor lahan ringan/ stabil (kelas I)

Tingkat kerentanan longsor lahan ringan/ stabil ini terdapat di satuan medan V5ILaP, V6ILaP, V6IMeP dan V6IMePk. Jumlah harkat dari variabel - variabel longsor lahan di satuan medan ini adalah 22 - 23. Sebagian besar harkat dari variabel karakteristik medan untuk longsor lahan di satuan medan tersebut mempunyai nilai kecil, sehingga termasuk dalam tingkat kerentanan yang ringan/ stabil. Namun demikian ada beberapa variabel yang mempunyai harkat yang besar, yaitu 3 dan 4 yang suatu saat bisa memicu terjadinya longsor lahan. Variabel tersebut, yaitu pelapukan batuan, kedalaman pelapukan di satuan medan V5ILaP, konsistensi tanah, kedalaman air tanah dan dan penggunaan lahan perkebunan pada satuan medan V6IMePk. Meskipun variabel-variabel tersebut mempunyai nilai harkat yang besar namun, karena satuan-satuan medan tersebut mempunyai relief yang datar – hampir datar maka kemungkinan terjadinya longsor lahan kecil atau bahkan tidak ada/ stabil. Hal tersebut disebabkan pada lereng datar gaya pendorong untuk gerak massa sangat kecil, meskipun material bahan untuk gerak massa tersedia dan faktor lain juga mendukung.

b. Tingkat kerentanan longsor lahan sedang (kelas II)

Tingkat kerentanan longsor lahan sedang tersebar di satuan medan V3IVAnH, V4IIIAAnH, V4IIILaP, V4IIILaSw, V5IAnP, V5IAnPk, V5IAnSm, V5IAnSw, V5IAnT, V5IIaP, V5IIaSm, V5IIaSw, V5IIaT, V5IImeP, V5IIAnH, V5IIAnP, V5IIAnSw, V5IIILaP, V5IIILaSw, V5IIMeP, V5IIMeSm, V5IIMeSw, V6IAnP, V6IIaP, V6IIaSw, V6IImeSm, V6IImeSw, V6IImeT, V6IIILaP, V6IIILaPk, V6IIILaSw, V6IIMeP, V6IIMePk dan V6IIMeSw. Jumlah harkat dari variabel - variabel longsor lahan di satuan medan ini adalah 24 - 35.

Faktor-faktor pasif yang paling dominan dalam memicu terjadi kerentanan longsor lahan kelas sedang di semua satuan medan tersebut adalah tingkat pelapukan batuan, kedalaman pelapukan, konsistensi tanah, kedalaman air tanah dan kemiringan lereng (hanya pada satuan medan V3IVAnH, V4IIIAAnH, V4IIILaP, V4IIILaSw). Kelima variabel tersebut termasuk kemiringan lereng pada satuan medan V3IVAnH, V4IIIAAnH, V4IIILaP, V4IIILaSw dianggap menjadi variabel pemicu yang dominan yang dapat menyebabkan terjadinya longsor lahan karena mempunyai kontribusi besar yang dapat menyebabkan longsor lahan karena mempunyai harkat 3 dan 4.

Faktor pemicu dominan lainnya adalah faktor aktif berupa penggalian tebing dan penggunaan lahan. Faktor aktif berupa penggalian tebing dianggap sebagai faktor dominan yang menjadi pemicu terjadinya longsor lahan, terutama di satuan medan yang mempunyai kemiringan lereng 8 - 20 % (miring), yaitu pada satuan medan V4IIILaP, V4IIILaSw, V5IIAnSw, V5IIILaP, V5IIILaSw, V5IIMeP, V5IIMeSm, V5IIMeSw, V6IIILaP, V6IIILaPk, V6IIILaSw,

V6IIMeP dan V6IIMePk dan pada penggunaan lahan berupa sawah, perkebunan dan semak-semak.

Geologi daerah penelitian yang sebagian besar mempunyai sifat keras dan padu (batuan andesit, breksi gunungapi dan basal) sebenarnya tidak mendukung terjadinya gerak massa, akan tetapi dengan umur batuan yang telah tua maka terjadi pelapukan yang lanjut sehingga terbentuk material hasil lapukan (regolit dan tanah) yang ada di atas lapisan batuan padu. Lapisan hasil pelapukan (regolit dan tanah) ini kurang padu dan bersifat berbeda dengan lapisan padu di bawahnya. Lapisan kurang padu inilah yang mempunyai potensi untuk terjadinya gerak massa.

Kedalaman dan konsistensi tanah juga mempengaruhi terjadinya gerak massa. Tanah yang mempunyai kedalaman tanah sedang hingga dalam mengakibatkan berat massa tanahnya lebih besar dan hal ini dapat mendorong terjadinya gerak massa terutama jenis longsoran. Tanah yang mempunyai konsistensi lemah hingga sangat lemah di mana daya ikat antar butir butir rendah atau tidak padu akan cenderung mudah terkena gerak massa. Namun demikian tanah yang mempunyai ikatan antar butir yang kuat seperti tanah bertekstur lempung juga rentan terhadap gerakan massa. Hal ini disebabkan tanah-tanah bertekstur lempung kemampuan mengikat airnya sangat tinggi, sehingga tanah mudah jenuh dan menyebabkan berat massa tanah bertambah.

Peranan kedalaman air tanah dalam mendorong terjadinya gerak massa adalah suatu lokasi di mana air tanahnya dalam dan kontak dengan batuan yang kedap terhadap air maka air yang berada di atas bidang batuan tersebut akan menjadi media yang efektif untuk terjadinya gerak massa. Air akan menambah massa tanah

atau batuan di atasnya bertambah berat dan bisa menyebabkan longsor, apalagi tanah atau batuan tersebut berada di suatu lereng yang mempunyai kemiringan yang terjal, karena pada lereng-lereng tersebut gaya pendorongnya jauh lebih besar dibanding pada daerah yang berlereng datar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin besar kemiringan lereng maka potensi/ tingkat kerentanan gerakan massa juga akan lebih besar

Penggunaan lahan, khususnya pada jenis vegetasi berpengaruh terhadap terjadinya gerak massa melalui sistem perakaran vegetasi dan berat massa tanah di mana vegetasi tumbuh. Vegetasi berakar dalam, pada penggunaan lahan hutan dapat memperkokoh lereng dengan sistem perakarannya. Vegetasi pada penggunaan lahan untuk tegalan/ perkebunan dan semak-semak, yang mempunyai bermacam-macam jenisnya mempunyai peranan terhadap terjadinya gerak massa. Peranan itu adalah tidak kokohnya daya ikat pada tanah jika akar vegetasinya dangkal dan vegetasi bawah yang rapat dapat memperbesar jumlah air yang meresap ke dalam tanah, sehingga dapat menambah berat massa tanah. Di sisi lain sistem drainase yang baik dan sistem perakaran yang baik dengan adanya vegetasi tahunan pada kebun campuran dapat menghambat terjadinya gerak massa. Pada penggunaan lahan tegalan kemungkinan terjadinya gerak massa besar karena tidak adanya sistem perakaran yang memperkokoh lereng.

Penggunaan lahan sawah yang kebanyakan di daerah datar hingga berombak mempunyai pengaruh kecil terhadap gerak massa, demikian juga bentuk penggunaan lahan untuk permukiman. Namun kedua penggunaan lahan tersebut jika berada di daerah berlereng curam akan dapat memicu gerakan massa karena pemotongan

lereng untuk permukiman dan berat massa oleh penggenangan air pada sawah.

c. Tingkat kerentanan longsor lahan berat (kelas III)

Tingkat kerentanan longsor lahan berat tersebar di satuan medan V4IIAnP, V4IIAnPk, V4IIAnSm, V4IIAnT, V4IIILaPk, V4IIILaSm, V5IIAnPk, V5IIAnSm, V5IIAnT, V5IILaPk, V5IILaSm, V5IILaT dan V6IIMeT. Jumlah harkat dari variabel - variabel longsor lahan di satuan medan ini adalah 37 - 41.

Faktor-faktor pasif yang paling dominan dalam memicu terjadi kerentanan longsor lahan kelas berat adalah kemiringan lereng (terutama pada satuan medan V4IIAnP, V4IIAnPk, V4IIAnSm, V4IIAnT, V4IIILaPk dan V4IIILaSm), pelapukan batuan, kerapatan kekar batuan, kedalaman tanah, permeabilitas tanah, konsistensi tanah, pemusatan mata air/ rembesan, kedalaman air tanah, pengikisan tebing sungai dan penggalian tebing. Untuk faktor aktif terutama yang berkaitan dengan penggunaan lahan perkebunan, semak dan tegalan di daerah penelitian.

Kondisi tersebut disebabkan karena pelapukan batuan yang mempunyai tingkat sedang hingga kuat, kerapatan kekar batuan yang mempunyai tingkat kerapatan < 6 dan 20 -60 meter, kedalaman tanah yang mempunyai tingkat sedang, permeabilitas yang cepat terutama di satuan medan V4IIAnP, V4IIAnPk, V4IIAnSm dan V4IIAnT, konsistensi tanah yang lemah hingga sangat lemah, adanya pemusatan mata air atau rembesan air tanah, kedalaman air tanah yang mempunyai tingkatan dalam, adanya penggalian tebing dan tingkat pengikisan tebing sungai yang mencapai 50 - < 75 %.

Kemiringan yang terjal pada satuan medan V4IIAnP, V4IIAnPk, V4IIAnSm,

V4IIAnT, V4IIILaPk dan V4IIILaSm, juga menjadi pemicu terjadinya gerak massa, karena pada lereng-lereng tersebut gaya pendorongnya jauh lebih besar dibanding pada daerah yang berlereng datar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin besar kemiringan lereng maka potensi/ tingkat kerentanan gerakan massa juga akan lebih besar.

Umur batuan yang telah tua di dukung curah hujan yang cukup tinggi di daerah penelitian menyebabkan terjadinya pelapukan yang lanjut sehingga terbentuk kekar dan material hasil lapukan (regolit dan tanah) yang ada di atas lapisan batuan padu. Lapisan hasil pelapukan (regolit dan tanah) ini kurang padu dan bersifat berbeda dengan lapisan padu di bawahnya. Lapisan kurang padu inilah yang mempunyai potensi untuk terjadinya gerak massa.

Kekar batuan merupakan cikal bakal untuk terjadinya suatu gerak massa, karena kekar merupakan tempat masuknya air masuk ke dalam pori-pori batuan yang dalam perkembangannya juga dapat bereaksi dengan unsur-unsur dalam batuan yang mempercepat terjadinya pelapukan dan terbentuknya tanah

Kedalaman dan konsistensi tanah juga mempengaruhi terjadinya gerak massa. Tanah yang mempunyai kedalaman tanah sedang hingga dalam mengakibatkan berat massa tanahnya lebih besar dan hal ini dapat mendorong terjadinya gerak massa terutama jenis longsor. Tanah yang mempunyai konsistensi lemah hingga sangat lemah di mana daya ikat antar butir butir rendah atau tidak padu akan cenderung mudah terkena gerak massa. Namun demikian tanah yang mempunyai ikatan antar butir yang kuat seperti tanah bertekstur lempung juga rentan terhadap gerakan massa. Hal ini disebabkan tanah-tanah

bertekstur lempung kemampuan mengikat airnya sangat tinggi, sehingga tanah mudah jenuh dan menyebabkan berat massa tanah bertambah .

Permeabilitas tanah yang cepat di satuan medan V4IIIAnP, V4IIIAnPk, V4IIIAnSm dan V4IIIAnT dianggap mempunyai peranan penting untuk terjadinya gerak massa. Hal ini disebabkan permeabilitas tanah yang cepat menyebabkan air cepat masuk kedalam tanah, sehingga lama kelamaan tanah menjadi jenuh dan berat massa bertambah berat. Selain menambah berat massa tanah air yang masuk langsung kontak dengan batuan yang kedap air, sehingga justru menjadi media gelincir yang efektif.

Peranan kedalaman air tanah dalam mendorong terjadinya gerak massa adalah suatu lokasi di mana air tanahnya dalam dan kontak dengan batuan yang kedap terhadap air maka air yang berada di atas bidang batuan tersebut akan menjadi media yang efektif untuk terjadinya gerak massa. Air akan menambah massa tanah atau batuan di atasnya bertambah berat dan bisa menyebabkan longsor, apalagi tanah atau batuan tersebut berada di suatu lereng yang mempunyai kemiringan yang miring hingga curam, karena pada lereng-lereng tersebut gaya pendorongnya jauh lebih besar dibanding pada daerah yang berlereng datar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin besar kemiringan lereng maka potensi/ tingkat kerentanan gerakan massa juga akan lebih besar

Penggunaan lahan, khususnya pada jenis vegetasi berpengaruh terhadap terjadinya gerak massa melalui sistem perakaran vegetasi dan berat massa tanah di mana vegetasi tumbuh. Vegetasi berakar dalam, pada penggunaan lahan hutan dapat memperkokoh lereng dengan sistem perakarannya. Vegetasi pada penggunaan lahan

untuk tegalan/ perkebunan dan semak-semak, yang mempunyai bermacam-macam jenisnya mempunyai peranan terhadap terjadinya gerak massa. Peranan itu adalah tidak kokohnya daya ikat pada tanah jika akar vegetasinya dangkal dan vegetasi bawah yang rapat dapat memperbesar jumlah air yang meresap ke dalam tanah, sehingga dapat menambah berat massa tanah. Di sisi lain sistim drainase yang baik dan sistim perakaran yang baik dengan adanya vegetasi tahunan pada kebun campuran dapat menghambat terjadinya gerak massa. Pada penggunaan lahan tegalan kemungkinan terjadinya gerak massa besar karena tidak adanya sistem perakaran yang memperkokoh lereng.

Model Pengelolaan Lahan Untuk Mencegah Terjadinya Longsor Lahan

Berikut adalah model pengelolaan yang bisa dilakukan adalah pada satuan medan yang tingkat kerentanannya sedang dan berat:

1. Rekayasa vegetatif

a. Menanam pepohonan/tanaman tahunan yang berkanopi lebat

Tanaman tahunan berkanopi lebat dapat ditanam di kawasan yang terdapat pemicu longsor yang disebabkan karena faktor mekanika tanah (tekstur tanah, konsistensi tanah, permeabilitas tanah, kedalaman tanah). Tanaman tahunan ini nantinya akan berfungsi sebagai media intersepsi air hujan strata pertama, membentuk sistem perakaran yang dalam dan menyebar, sehingga mengikat massa tanah. Selain itu sistem perakarannya dapat menjadi penguat lereng. Kanopi yang lebat juga dapat mengurangi banyaknya air yang masuk ke dalam tanah sehingga massa tanah dapat

berkurang karena tingkat kejenuhan juga berkurang. Guguran daun, ranting dan cabang dapat melindungi permukaan tanah dari pukulan langsung butir-butir hujan. Tanaman tahunan juga dapat menyalurkan air ke sekitar perakaran dan merembeskannya ke lapisan yang lebih dalam serta melepaskannya secara perlahan-lahan.

Pemilihan tanaman ini tentunya harus dipertimbangkan terutama mudah beradaptasi dengan lingkungan setempat, relatif cepat tumbuh dan perakarannya rapat dan dalam. Contoh: sonokeling, bambu, mahoni, kaliandra, lamtoro, akasia, petai, jengkol, melinjo, nangka, coklat, kopi, klengkeng. Tanaman-tanaman tersebut berdasarkan hasil pengamatan sebagian besar sudah ada di daerah namun distribusinya masih belum merata. Oleh sebab itu perlu dioptimalkan pemanfaatan tanaman-tanaman tahunan ini untuk meminimalisir terjadinya longsor lahan di daerah penelitian.

- b. Menanam semak dan rumput di bawah tanaman tahunan

Tanaman semak dan rumput di bawah tanaman tahunan dapat ditanam di kawasan yang terdapat pemicu longsor yang disebabkan karena faktor mekanika tanah (tekstur tanah, konsistensi tanah, permeabilitas tanah, kedalaman tanah).

Tanaman semak dan rumput yang ditanam dibawah tanaman tahunan ini nantinya akan berfungsi sebagai media intersepsi hujan strata/lapisan kedua setelah pepohonan, mengikat massa tanah di lapisan yang lebih dangkal, menghasilkan guguran daun, ranting dan cabang yang dapat melindungi

permukaan tanah dari pukulan langsung butir-butir hujan, menyalurkan air ke sekitar perakaran dan melepaskannya secara perlahan-lahan.

Pemilihan tanaman ini tentunya harus dipertimbangkan terutama mudah beradaptasi dengan lingkungan setempat, relatif cepat tumbuh dan perakarannya rapat dan dalam, tahan pangkas. Contoh untuk semak antara lain: opo-opo/hahapaan, orok-orok. Contoh untuk tanaman rumput: rumput bermuda, atau bahia, gelagah dan bambu juga efektif dalam menanggulangi longsor dll.

2. Rekayasa mekanik

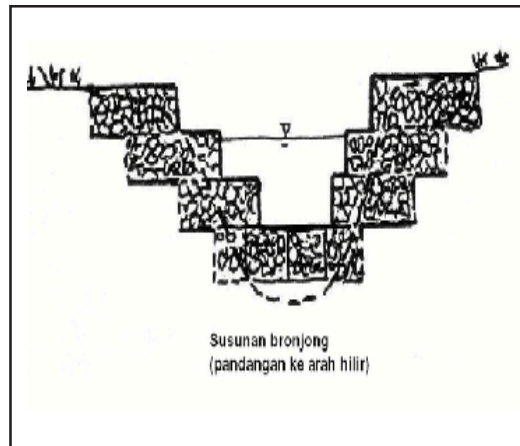
- a. Bronjong kawat/ bambu

Rekayasa mekanik berupa bronjong kawat/ bambu dapat diterapkan di kawasan yang rawan longsor karena faktor mekanika tanahnya (tekstur tanah, konsistensi tanah, permeabilitas tanah, kedalaman tanah), kondisi batuan (tingkat pelapukan dan rekahan/ kekar) dan pada kemiringan lereng yang besar.

Rekayasa mekanik ini dapat dilakukan dengan teknik pengendalian di kaki tebing/lereng dengan bronjong kawat atau bronjong bambu yang diisi batu kali, masing-masing lokasi dicobakan bangunan tersebut untuk panjang lebar dan tinggi disesuaikan dengan kondisi di lapangan.



Gambar 1. Bronjong kawat yang dipasang pada tebing lereng



Gambar 2. Bronjong bambu

b. Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA)

Rekayasa pembuatan saluran pembuangan air dapat diterapkan di daerah rawan longsor karena faktor mekanika tanahnya (tekstur tanah, konsistensi tanah, permeabilitas tanah, kedalaman tanah), kondisi batuan (tingkat pelapukan dan rekahan/ kekar) kedalaman air tanah dan konsentrasi mata air/ rembesan.

Perbaikan sistem drainase permukaan pada lereng yang telah mengalami gejala adanya retakan tanah dengan pembuatan saluran pembuangan air (SPA) yang diperkuat dengan drop struktur dari batu. Selain itu bisa juga dengan dibuat saluran pengelak atau saluran teras, sedangkan perbaikan sistem drainase dalam pada tanah di atas bidang lincir dengan lereng terjal melalui pembuatan saluran drainase

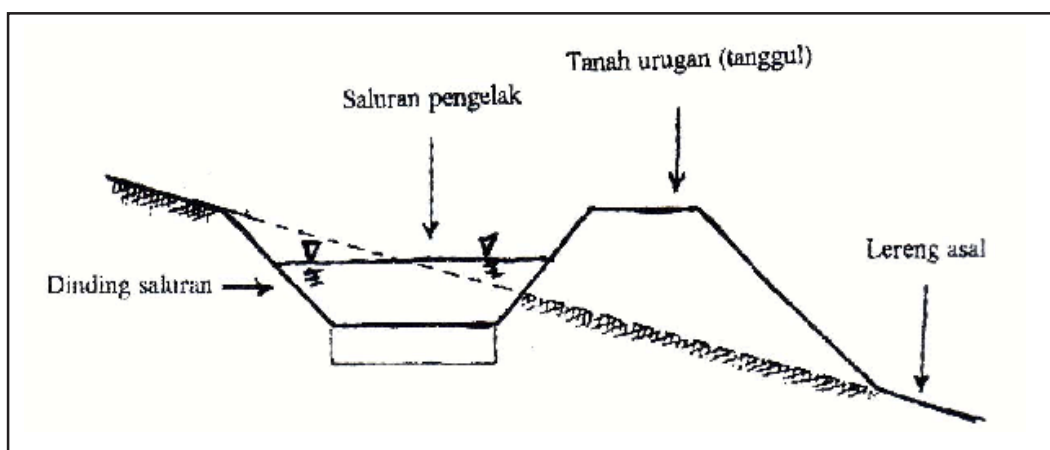
horizontal yang terbuat dari pipa paralon $\text{Ø } \frac{3}{4}$ ". Fungsi dari saluran drainase ini adalah Mengalirkan kelebihan air sehingga tidak merusak tanah, tanaman, dan atau bangunan konservasi lainnya dan mengurangi laju infiltrasi dan perkolasi sehingga tanah tidak terlalu jenuh air.

- c. Bangunan penguat tebing
Bangunan penguat tebing di terapkan untuk menahan longsoran

tanah pada tebing yang sangat curam (kemiringan lebih dari 100%) yang sudah tidak mampu di kendalikan secara vegetatif. Pembuatan dan pemeliharaan dengan cara dibuat berbentuk teras-teras, diperkuat dengan dinding yang terbuat dari semen atau batu yang disusun rapat (bisa dalam anyaman kawat), jika terbuat dari semen, dilengkapi dengan lubang-lubang dari paralon untuk mengalirkan kelebihan air (memperlancar drainase).



Gambar 3. Saluran pembuangan air (SPA) dengan bangunan terjunan dari batu



Gambar 4. Saluran pengelak

d. Trap-trap terasering

Trap-trap terasering ini berfungsi menahan longsoran tanah pada tebing/lahan yang curam, memperkuat lahan berteras, agar bidang olah dan tampingan teras lebih stabil, melengkapi dan memperkuat cara vegetatif. Pembuatan dan pemeliharaan adalah dengan cara lahan dibuat berbentuk teras-teras,

tampingan teras diperkuat dengan semen atau batu yang disusun (bisa dalam anyaman kawat). Untuk mengalirkan kelebihan air (memperlancar drainase), dilengkapi dengan lubang-lubang dari paralon pada bagian tampingannya. Pada bidang olah ditanami pepohonan untuk memperkuat dan membantu meresapkan air ke lapisan tanah yang dalam



Gambar 5. Trap-trap terasering dari batu

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang kerawanan longsor lahan dapat diketahui bahwa:

1. Daerah penelitian mempunyai tiga kelas kerentanan longsor lahan, yaitu kelas I (ringan/stabil), kelas II (sedang) dan kelas III (berat). Karakteristik medan untuk lonsor lahan adalah sebagai berikut: kemiringan lereng berkisar dari 7 – 35 %, batuan sebagian besar mengalami tingkat pelapukan sedang, hanya sedikit batuan yang mengalami pelapukan sempurna, jarak

- kekar batuan berkisar < 6 - > 60 meter, kedalaman pelapukan berkisar dari 0,50 – 1 meter (sedang-dalam), berkisar 0,271 – 10,810 cm/jam (lamba-cepat), konsistensi tanah lemah-sangat lemah, tekstur tanah, lempung, lempung bergeluh, geluh da geluh lempungan, adanya pemusatan mata air/rembesan di beberapa tempat di daerah tekuk lereng, kedalaman air tanah yang dalam (> 5 meter), juga adanya penggalian tebing di beberapa tempat dan penggunaan lahan yang bervariasi.
2. Faktor-faktor yang menjadi pemicu terjadinya longsor lahan antara lain; kemiringan lereng (terutama pada

- satuan medan V4IIIAnP, V4IIIAnPk, V4IIIAnSm, V4IIIAnT, V4IIILaPk dan V4IIILaSm), pelapukan batuan, kerapatan kekar batuan, kedalaman tanah, permeabilitas tanah, konsistensi tanah, pemusatan mata air/ rembesan, kedalaman air tanah, pengikisan tebing sungai dan penggalian tebing dan penggunaan lahan.
3. Model-model pengelolaan longsor lahan yang dapat diterapkan di daerah penelitian adalah model rekayasa vegetatif berupa penanaman tanaman tahunan berkanopi lebat, penanaman semak dan rumput dibawah tanaman tahunan. Untuk model mekanik dengan pembuatan bronjong kawat atau bambu, pembuatan saluran pembuangan air (saluran pengelak/ teras), bangunan penguat tebing dan trap-trap terasering.

Saran-saran

Berdasarkan hasil penelitian ada beberapa saran yang dapat penulis berikan antara lain sebagai berikut:

1. Untuk kelas kerentanan gerak massa sedang agar dilakukan penelitian yang lebih rinci bila akan dilakukan pem-

angunan, sedangkan untuk daerah dengan kelas kerentanan tinggi agar dihindari dari rencana lokasi permukiman

2. Adanya kemungkinan pengembangan permukiman dan peningkatan pengelolaan tanah dalam penanaman vegetasi perlu mendapatkan perhatian jenis tanaman yang sesuai dan cocok dengan tanamana yang berakar kuat guna menghindari atau mengurangi proses longsor lahan yang terjadi, khususnya pada satuan medan yang mempunyai kerentanan berat/ tinggi. Fungsi ini untuk penstabilan lereng dalam berbagai penggunaan lahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini dapat terselesaikan karena keterlibatan berbagai pihak antara lain: Pemerintah Daerah Kabupaten Karanganyar yang telah memberikan ijin dan data yang terkait dengan daerah penelitian. Karyawan laboratorium yang telah membantu dalam analisa tanah. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris Poniman, 1976. Studi Geomorfologi Tanah Longsor di Daerah Aliran Sungai Genting, Batur, Banjarnegara. *Skripsi S-1*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Agus Wuryanta, Sukresno dan Sunaryo, 2004. Identifikasi Tanah longsor dan Upaya Penanggulangannya Studi Kasus di Purworejo, Kulonprogo dan Kebumen. *Penelitian*. Surakarta: BP2TPDAS.
- Ahmad Romsan, 1994. Dampak Pembangunan Terhadap Lingkungan Sosial Ekonomi dan Budaya Suku Anak Dalam di Sumatra Selatan. *Jurnal*. Jakarta : Pusat Studi Lingkungan PTS se Indonesia.
- Cooke and Doorkamp, 1974. *Geomophology In Enviromental Management*. Clarendon: Cambridge University Press.
- Coates, 1981. *Enviromental Geology*. New York: John Wiley and Sons Inc.

- Imam Hardjono, 1996. Penggunaan Foto Udara Hitam Putih Untuk Klasifikasi Gerak Massa di Daerah Karangobar, Banjarnegara Jawa Tengah.. *Tesis S-2*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Imam Hardjono, 1998. Penggunaan Foto Udara Inframerah Berwarna Untuk Kajian Gerak Massa Daerah Kokap dan Sekitarnya, Kulonprogo Yogyakarta. *Penelitian*. Surakarta: Lembaga Penelitian UMS.
- Imam Hardjono, 2008. Pemintakatan Bahaya Longsor Lahan Menggunakan Foto Udara Pankromatik Hitam Putih di Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri Propinsi Jawa Tengah. *Penelitian PHK A2*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- Imam Hardjono, 2009. Pemintakatan Bahaya Longsor Lahan di Kecamatan Manyaran Kabupaten Wonogiri Propinsi Jawa Tengah. *Penelitian*. Surakarta: Lembaga Penelitian UMS.
- Jawa Pos, 2010. *Hujan Deras Menyebabkan Longsor di Desa Berjo Kecamatan Ngargoyoso*. Radar Solo Jawa pos 7/1/2010.
- Jawa Pos, 2010. *Kawasan Wiata Jumog Ditutup Akibat Lonsor*. Radar Solo Jawa pos 9/1/2010.
- Karmono Mangunsukardjo, 1984. Inventarisasi Sumber Daya Lahan di DAS Serayu Tinjauan Secara Geomorfologi. *Desertasi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Lillesand and Kiefer, 1979. *Remote Sensing*. ITC. Netherland.
- Otto Sumarwoto, 1994. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya.
- Sitanala Arsyad, 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: IPB Press.
- Sunardi Joyosuharto, 1984. Dasar-Dasar Klasifikasi Bentuklahan. *Makalah*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Sutanto, 1986. *Penginderaan Jauh Jilid I*. Yogyakarta: Gama Press
- Schuster, R.L dan Krizek, R.J. ed, 1978. *Land Slide Analysis and Control*. Woshington D.C: National Academy of Sciences.
- Sharpe, 1976. *Landslides Ann Related Phenomena*. New York: Columbia University Press
- Thornbury, 1954. *Principle Of Geomophology*. New York: John Willey and Sons Inc.
- Van Zuidam, 1979. *Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photograph*. Netherland: ITC
- Vernes, D.J, 1978. *Slope Movements Type and Processes*. Woshington D.C: National Academy of Sciences.

