

PENYEBAB DAN SEBARAN LONGSOR LAHAN DI KOMPLEKS GUNUNGAPI KUARTER ARJUNO JAWA TIMUR

Nugroho Hari Purnomo *)

***Abstrak :** Kecamatan Pujon yang terletak pada DAS Konto Hulu, serta Kecamatan Bumiaji dan Kota Batu yang terletak pada DAS Brantas Hulu di wilayah Malang Jawa Timur, saat ini berkembang ke arah wilayah urbanisasi perdesaan. Data kejadian longsorlahan resmi yang terinventarisasi dari berbagai instansi di wilayah yang secara fisiografi masuk dalam kompleks Gunungapi Kuartar Arjuno ini ada sekitar 40 kejadian dari tahun 2002 sampai awal 2009 dengan kerugian infrastruktur sekitar Rp. 3,5 milyar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor lahan yang berpengaruh terhadap kejadian longsorlahan dan mengkaji sebaran tingkat bahaya longsorlahan. Analisis data dilakukan dengan regresi linier berganda metode stepwise, analisis faktor, dan analisis keruangan dengan maksud untuk menentukan tingkat bahaya longsorlahan potensial berdasarkan satuan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe longsorlahan yang dapat diidentifikasi adalah jatuhnya bahan rombakan, longsoran bahan rombakan, longsoran tanah, dan nendatan tanah, dengan dominasi jumlah dan luasan longsorlahan pada tipe longsoran tanah. Faktor lahan yang berpengaruh secara signifikan terhadap luasan longsorlahan berdasarkan analisis regresi adalah curah hujan, ketebalan lapukan batuan, konsistensi batas lekat, dan kemiringan lereng. Sementara berdasarkan analisis faktor keairan lereng, infiltrasi, batas lekat tanah, kandungan lempung, dan kelengasan material juga berperan. Karakteristik lahan pada tingkat bahaya sangat tinggi adalah bentuklahan kerucut gunungapi tertoreh dan lereng gunungapi tertoreh berbatuan formasi Anjasmoro Tua dan Muda dengan batuan berupa breksi gunungapi, lava, tuf, lahar, retas; dengan kemiringan lereng 21-55%; dan macam tanah kompleks Andosol coklat, Andosol coklat kekuningan, dan Litosol, serta Asosiasi Andosol coklat dan Gleit humus.*

Kata kunci : Longsorlahan, gunungapi

PENDAHULUAN

Jalur tengah Pulau Jawa yang terbentuk oleh sistem gunungapi strato dicirikan oleh tingkat kelerengan curam karena pengaruh struktur geologi, serta curah hujan yang relatif tinggi sehingga laju pelapukan juga intensif. Kondisi tersebut menjadikan wilayah ini memiliki tingkat kesuburan yang baik. Konsekuensinya adalah laju pertumbuhan penduduk yang cepat serta tuntutan kebutuhan hidup masyarakat yang semakin kompleks. Situasi

tersebut dapat berkembang ke arah apa yang disebut sebagai urbanisasi perdesaan (Widyatmoko, 2009). Salah satu wilayah dengan karakteristik tersebut adalah Kecamatan Pujon yang terletak pada DAS Konto Hulu, serta Kecamatan Bumiaji dan Kota Batu yang terletak pada DAS Brantas Hulu di wilayah Malang Jawa Timur. Wilayah yang secara fisiografi dikenal sebagai komplek Gunungapi Arjuno (Bemmelen, 1949), secara geologi hanya mendapatkan pengaruh dari proses vulkanik

*) Nugroho Hari Purnomo adalah staf pengajar di Jurusan Pendidikan Geografi FIS Unesa

pada akhir Tersier dan dominan Kwartir (Santoso dan Atmawinoto,1992; Santoso dan Suwarti,1992).

Wilayah tersebut merupakan jalur perekonomian terdekat penghubung antara Malang dengan Kediri dan Jombang dengan pertumbuhan penduduk untuk ke tiga kecamatan tersebut mencapai sekitar 1,8 % per tahun (Badan Pusat Statistik, 2008A; Badan Pusat Statistik, 2008B). Dalam tatanan wilayah ini termasuk sebagai daerah fungsi lindung, akan tetapi arah pengembangan perekonomian ditetapkan sebagai kawasan pertanian dan pariwisata (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Malang, 1994). Perkembangan wilayah yang cukup pesat pada topografi berbukit hingga bergunung akan meningkatkan potensi longsorlahan. Data kejadian longsorlahan resmi yang terinventarisasi dari berbagai instansi ada 40 kejadian dari tahun 2002 sampai awal 2009 dengan kerugian infrastruktur sekitar Rp. 3,5 milyar. Banyaknya kejadian dan besarnya kerugian akibat longsorlahan mencerminkan bahwa wilayah tersebut rawan longsorlahan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor lahan yang berpengaruh terhadap kejadian longsorlahan dan mengkaji sebaran tingkat bahaya longsorlahan.

METODE PENELITIAN

Populasi dalam penelitian ini adalah lahan. Untuk pengambilan sampel dilakukan generalisasi lahan berdasarkan informasi komponen lahan berupa bentuklahan, tingkat kemiringan lereng, formasi batuan, jenis tanah, dan bentuk penggunaan lahan yang diubah dalam bentuk data keruangan dengan cara ditumpangsusunkan. Pilihan terhadap kelima faktor lahan tersebut mencakup bentuk muka bumi, material penyusun, dan kondisi ekologis yang mempengaruhi dinamika permukaan bumi. Hasil tumpangsusun pada skala 1:75.000 dan cek lapangan terhadap masing-masing peta adalah satuan lahan sebagai kerangka penentuan lokasi pengambilan sampel sekaligus kerangka analisis. Sebanyak 33 buah satuan lahan yang masing-masing memiliki karakteristik komponen lahan relatif serupa dihasilkan dari proses tumpangsusun dengan bantuan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis.

Pengambilan sampel pada lahan dilakukan secara purposif yang merupakan bagian dari teknik sampling nonrandom karena populasi lahan tidak terbatas. Pengambilan sampel secara purposif adalah penentuan sampel berdasarkan pertimbangan atau tujuan tertentu, sehingga dapat memenuhi keterwakilan populasi (Usman dan Akbar, 2006; Slamet, 2006; Yunus, 2010). Pertimbangan pengambilan sampel secara purposif disebabkan oleh karena penelitian ini menekankan pada proses

geomorfologi berupa longsorlahan dan keadaan lahan yang diperkirakan rawan longsorlahan. Oleh karena tidak setiap satuan lahan mengalami proses geomorfologi yang sama, maka lokasi yang ada kejadian longsorlahan dan keadaan lahan yang diperkirakan rawan longsorlahan dipilih untuk pengambilan sampel. Indikasi lahan yang diperkirakan rawan longsorlahan didasarkan pada lokasi yang ada kemiringan lereng terjalnya, dijumpai adanya perlapisan batuan, dan dijumpai adanya rembesan air. Pengambilan sampel untuk setiap satuan lahan ada pada tiga lokasi yang berbeda. Ketiga data kemudian dirata-rata sebagai representasi dari satuan lahan tersebut.

Analisis Pengaruh Faktor Lahan Terhadap Longsorlahan

Secara konseptual kombinasi variabel bebas memiliki kontribusi bersama-sama dalam menentukan variabel terikat, oleh karena itu digunakan regresi linier berganda metode *stepwise*. Penggunaan regresi linier berganda berdasarkan asumsi bahwa kebanyakan hukum alam akan terjadi kenaikan tiap unit variabel terikat yang disebabkan oleh kenaikan tiap unit variabel bebas. Analisis regresi multivariat menghasilkan persamaan berikut ini.

$$Y = a - b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_{15}X_{15} \dots (1)$$

Keterangan :

Y : Luas longsorlahan; a : konstanta; b : koefisien arah regresi; X₁: kemiringan lereng; X₂: relief; X₃: panjang lereng; X₄:

ketebalan lapukan batuan; X₅: kadar lempung aktual tanah; X₆: tekstur pasir; X₇: tekstur lempung; X₈: berat jenis tanah; X₉: berat volume tanah; X₁₀: porositas tanah; X₁₁: kembang kerut tanah; X₁₂: indek plastis tanah; X₁₃: batas lekat tanah; X₁₄: curah hujan; X₁₅: kepadatan aliran

Untuk mengetahui bahwa persamaan tersebut layak digunakan atau tidak maka harus dilakukan uji normalitas, uji heteroskedastisitas, dan uji multikolinieritas (Draper dan Smith, 1992; Sudjana, 2003). Proses uji tersebut dikerjakan dengan menggunakan software SPSS 10.

Analisis Tingkat Bahaya Longsorlahan

Analisis faktor dan keruangan ditujukan untuk menentukan tingkat bahaya longsorlahan potensial berdasarkan satuan lahan. Menurut Santoso (2002), pada umumnya analisis faktor digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel dan reduksi variabel. Akan tetapi analisis faktor dapat juga untuk mengidentifikasi variabel yang mendasari suatu pengelompokan (Supranto, 2004). Dalam penelitian ini analisis faktor ditekankan untuk mengelompokkan sebanyak 16 data variabel lahan yang mencerminkan tingkat bahaya longsorlahan serta dapat mengetahui variabel yang mendasari kelompok tingkat bahaya.

Tahapan penting dari analisis faktor adalah menentukan variabel baru sebagai ringkasan variabel yang lebih banyak, serta dapat mengetahui ikatan variabel baru.

dilanjutkan dengan perhitungan untuk menghasilkan skor tingkat bahaya longsorlahan potensial. Proses perhitungan tersebut dikerjakan dengan menggunakan software SPSS 10. Untuk mengelompokkan satuan lahan pada tingkatan bahaya longsorlahan potensial dilakukan perhitungan pembagian kelas berdasarkan nilai skor total terhadap 33 satuan lahan dengan rumus sturges berikut ini.

Panjang kelas = data tertinggi – data terendah / jumlah kelas (2)

Berdasarkan perhitungan SPSS 10 dan dengan rumus (2) tersebut didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut ini.

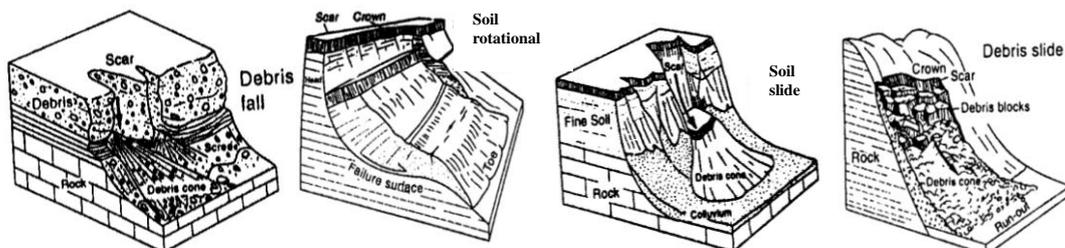
Panjang kelas tingkat bahaya longsorlahan = $-71,172 - 62,852 / 5 = 26,805$
 Hasil perhitungan dengan rumus tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kelas dan Skor Tingkat Bahaya Longsorlahan

Kelas	Bahaya Longsorlahan Potensial	
	Total Skor	Tingkat Bahaya
1	-71,172 - -44,367	Sangat rendah
2	-44,368 - -17,563	Rendah
3	-17,564 - 9,242	Sedang
4	9,243 - 36,047	Tinggi
5	36,048 - 62,852	Sangat tinggi

Sumber : Analisis Faktor, 2010

Selanjutnya tingkatan kelas bahaya longsorlahan potensial dipetakan untuk



Gambar 1. Blog Diagram Tipe Longsorlahan di Wilayah Penelitian

menghasilkan Peta Tingkat Bahaya Longsorlahan Potensial skala 1 : 75.000 dengan menggunakan software ArcView 3.3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

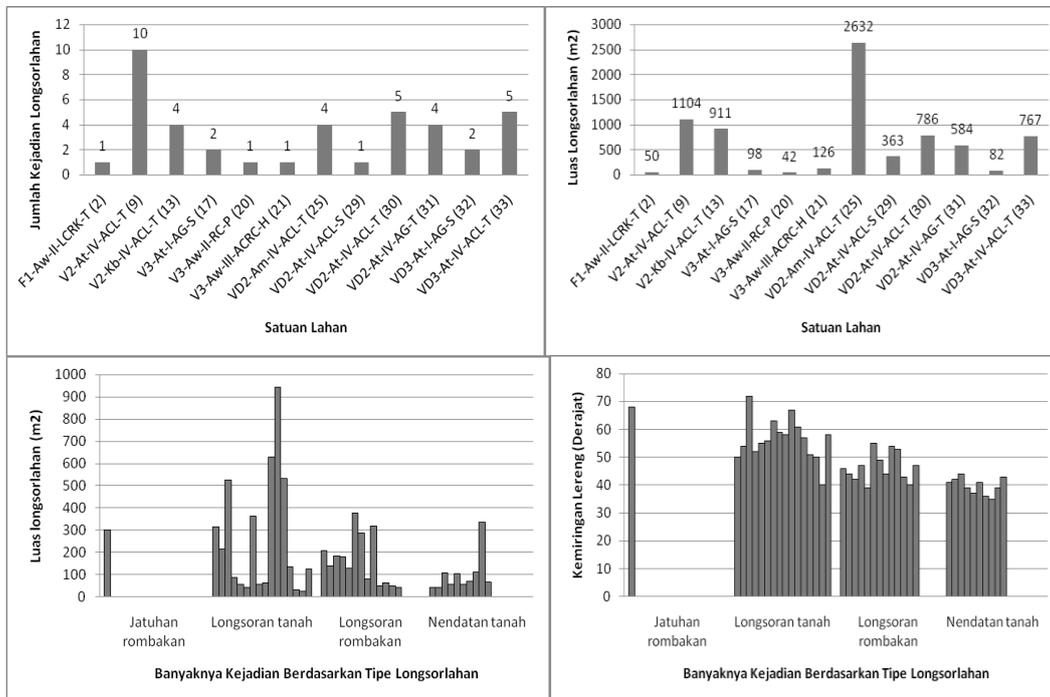
Kejadian dan Tipe Longsorlahan

Data sekunder inventarisasi kejadian longsorlahan oleh Dinas Pekerjaan Umum Pengairan dan Jasamarga berdasarkan nilai pembangunan infrstruktur pengairan atau jalan yang di laporkan sebagai longsorlahan disajikan pada Tabel 2. Di wilayah penelitian tipe longsorlahan yang dijumpai meliputi tipe jatuhnya bahan rombakan (*Debris Fall*), tipe nendatan tanah (*Soil Rotational*), tipe longsor tanah (*Soil Slide*), dan tipe longsor bahan rombakan (*Debris Slide*) dengan dominasi jumlah dan luasan kejadian pada tipe longsor tanah. Luas longsorlahan yang diidentifikasi di wilayah penelitian berkisar antara 25 m² sampai 943 m² dengan rata-rata 190 m². Blog diagram tipe longsorlahan disajikan Gambar 1. Banyaknya kejadian dan luas longsorlahan berdasarkan satuan lahan serta hubungan antara luas longsorlahan dengan kemiringan lereng disajikan Gambar 2

Tabel 2. Data Sekunder Kejadian Longsorlahan di Wilayah Penelitian

No.	Waktu Kejadian	Lokasi Kejadian	Kecamatan	Kerugian berdasarkan nilai pembangunan infrastruktur (Rp)
1	2002	Kali Lanang Pandanrejo	Bumiaji	49.038.000
2	2003	Giripurno Pandanrejo	Bumiaji	61.190.000
3	2004	Mlati Punten	Bumiaji	216.150.000
4	2004	Payan Tulungrejo	Bumiaji	600.050.000
5	2004	Indragiri Pesanggrahan	Batu	139.724.000
6	2005	Gunungsari Sidomulyo	Batu	125.000.000
7	2005	Indragiri Pesanggrahan	Batu	400.000.000
8	2006	Beru Bumiaji	Bumiaji	48.900.000
9	2007	Sidomulyo	Batu	125.000.000
10	2007	Sumbergondo	Bumiaji	130.000.000
11	2007	Bekas TPA Sisir	Batu	210.000.000
12	2007	Sidomulyo Bulukerto	Batu	100.000.000
13	2007	Bumiaji Bulukerto	Bumiaji	75.000.000
14	2008	Tegalsari Sumbergondo	Bumiaji	100.000.000
15	2008	Sumberejo Sumberejo	Batu	250.000.000
16	2009	Tlogorejo Bumiaji	Bumiaji	100.000.000
17	2009	Toyomerto Pesanggrahan	Batu	250.000.000
18	24 Februari 2005	Brau, Gunungsari,	Bumiaji	10.000.000
19	9 Januari 2006	Payung II, Songgokerto	Batu	-
20	22 Februari 2006	Temas,	Batu	45.000.000
21	24 Februari 2006	Temas,	Batu	15.000.000
22	30 Desember 2006	Sukomulyo	Pujon	26.000.000
23	3 Februari 2007	Bendosari	Pujon	10.000.000
24	4 Februari 2007	Sukomulyo	Pujon	15.000.000
25	4 Maret 2007	Payung II, Songgokerto	Batu	-
26	11 April 2007	Ngebruk, Gunungsari	Bumiaji	80.000.000
27	11 April 2007	Payung II, Songgokerto	Batu	3.000.000
28	4 Januari 2008	Songgoriti Songgokerto	Batu	46.000.000
29	18 Februari 2008	Payung II, Songgokerto	Batu	-
30	3 Maret 2008	Payung II, Songgokerto	Batu	-
31	4 Maret 2008	Payung II, Songgokerto	Batu	-
32	10 Maret 2008	Giripurno	Bumiaji	-
33	21 Maret 2008	Gunungsari	Bumiaji	30.000.000
34	23 Maret 2008	Srebet Pesanggrahan	Batu	30.000.000
35	23 Maret 2008	Binangun	Bumiaji	20.000.000
36	11 April 2008	Gunungsari	Bumiaji	5.000.000
37	1 Februari 2009	Binangun	Bumiaji	70.000.000
38	4 Februari 2009	Sisir	Batu	140.000.000
39	23 Februari 2009	Toyomerto Pesanggrahan	Batu	1.500.000
40	23 Februari 2009	Payung II, Songgokerto	Batu	-

Sumber : PU Pengairan Kota Batu; Kesbanglinmas Kota Batu; PU Jasamarga Kab. Malang, 2009



Gambar 2. Kejadian dan Luas Longsorlahan Berdasarkan Satuan Lahan Serta Hubungan Antara Luas Longsorlahan dengan Kemiringan Lereng

Pengaruh Faktor Lahan Terhadap Longsorlahan

Analisis regresi multivariat menghasilkan persamaan : $Y = -2038.585 + 2.437 (\text{curah hujan}) + 17.310 (\text{ketebalan lapukan batuan}) - 6.282 (\text{konsistensi batas lekat}) + 5.990 (\text{kemiringan lereng})$. Persamaan tersebut layak digunakan karena memenuhi kelayakan uji normalitas, uji heteroskedastisitas, dan uji multikolinieritas (Draper dan Smith, 1992). Persamaan regresi memenuhi asumsi normalitas karena $\text{Sig.} = 0,07 > 0,05$. Uji heteroskedastisitas menunjukkan persamaan regresi memenuhi asumsi heteroskedastisitas karena $\text{Sig.} = 0,169 > 0,05$. Persamaan regresi juga

memenuhi asumsi multikolinieritas karena nilai VIF < 10 dan nilai TOC mendekati angka 1.

Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa persamaan di atas layak digunakan dengan empat variabel yaitu curah hujan (0,004), ketebalan bahan rombakan (0,002), konsistensi batas lekat (0,006), dan kemiringan lereng (0,025) yang semuanya kurang dari nilai tabel (0,05), maka keempat variabel tersebut dinyatakan mempengaruhi luas longsorlahan secara signifikan pada taraf 0,05%. Analisis menunjukkan bahwa nilai korelasi (R^2) = 0,676. Dapat dinyatakan bahwa perubahan luas longsorlahan dipengaruhi oleh variabel

ketebalan tanah, curah hujan, konsistensi batas lekat, dan kemiringan lereng sebesar 67,6%, sedangkan 32,4% berasal dari variabel lainnya.

Berdasarkan variabel yang signifikan tersebut dapat ditegaskan bahwa ketebalan material lapukan batuan dengan tanah berkonsistensi batas lekat rendah yang menumpang pada lereng dengan kemiringan tinggi, ketika menerima respon curah hujan yang tinggi akan berpotensi terjadi longsorlahan. Air hujan yang masuk ke dalam tanah dengan konsistensi batas lekat rendah akan segera mengalami infiltrasi dan perkolasi sampai ke lapisan kedap. Tanah tidak lama menyimpan air karena mayoritas di wilayah penelitian adalah bertekstur geluh debu yang miskin fraksi lempung. Karakteristik tersebut menjadikan bagian ujung dari sebuah lereng yang ber dinding terjal berpotensi cepat mengalami penjuhan air saat menerima respon hujan dengan intensitas dan waktu yang lama. Kondisi inilah yang menjadikan kebanyakan kejadian longsorlahan di lahan gunungapi kuarter cenderung memiliki ukuran yang tidak luas, sebab terjadi pada bagian ujung dari sebuah lereng. Material yang dilongsorkan juga dangkal hanya sekitar bagian horison tanah. Keadaan tersebut juga dapat menjelaskan mengapa tipe longsor atau nendatan dengan bidang lengkung tunggal cenderung mendominasi di wilayah penelitian.

Tingkat Bahaya longsorlahan

Analisis faktor menghasilkan reduksi variabel lama ke variabel baru pada tiap faktor didasarkan pada nilai korelasi terbesar, sementara ikatan variabel terhadap faktor didasarkan pada nilai korelasi di atas atau dibawah angka 0,5. Dari perhitungan diketahui lima variabel baru yang disebut faktor hasil reduksi dari 16 variabel serta ikatan variabel baru tersebut terhadap pada masing-masing faktor.

Faktor 1 yang terdiri dari kemiringan lereng, relief, panjang lereng, curah hujan, dapat dikelompokkan dalam dua komponen yaitu lereng dan curah hujan. Lereng merupakan pengontrol sedangkan infiltrasi air hujan ke lereng menjadi pemicu longsorlahan, oleh sebab itu faktor 1 disebut sebagai faktor keairan lereng. Faktor 2 terdiri dari porositas tanah, berat jenis tanah, kadar lempung aktual, dan kepadatan aliran, dapat dikelompokkan dalam dua komponen yaitu proses infiltrasi dan aliran permukaan. Hubungan keduanya adalah bila infiltrasinya cepat maka aliran permukaannya lambat, sebaliknya bila infiltrasi lambat maka aliran permukaan menjadi cepat. Porositas tanah, berat jenis tanah, kadar lempung aktual sangat mempengaruhi proses infiltrasi, oleh sebab itu faktor 2 disebut sebagai faktor infiltrasi. Faktor 3 hanya terdiri dari batas lekat tanah, sehingga faktor 3 tetap disebut sebagai faktor batas lekat tanah. Faktor 4 terdiri dari tekstur lempung, kembang kerut

tanah, dan berat volume tanah. Ketiga variabel tersebut dapat memberikan pemahaman pada hubungan komposisi fase agregat dan teksturnya terhadap kembangkerut tanah. Pengaruh tekstur lempung dalam agregat tanah menentukan kembangkerut tanah, oleh sebab itu faktor 4 disebut sebagai faktor kandungan lempung. Faktor 5 yang terdiri dari luas longsorlahan, ketebalan bahan rombakan, indek plastis tanah, dan tekstur pasir. yang dapat dikelompokkan dalam dua komponen yaitu material tanah dan kondisi keairan tanah. Hal tersebut memberikan arti bahwa ada

hubungan antara besaran dan komposisi material dengan kandungan air, oleh sebab itu faktor 5 disebut sebagai faktor kelengasan material. Pengaruh variabel parsial kepada faktor sebagai variabel baru disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan analisis faktor dan keruangan potensial pada tiap satuan lahan, di wilayah penelitian dijumpai lima kelas tingkat bahaya longsorlahan yaitu sangat tinggi (23% wilayah kajian), tinggi (27,1% wilayah kajian), sedang (29% wilayah kajian), rendah (8,6% wilayah kajian), dan sangat rendah (12,3% wilayah kajian).

Tabel 3. Pengaruh Variabel Parsial Kepada Faktor Sebagai Variabel Baru

Faktor	Pengaruh Variabel Parsial Kepada Faktor	
	Kuat	Lemah
1. Keairan lereng	Kemiringan lereng, relief, panjang lereng, curah hujan	-
2. Infiltrasi	Porositas tanah, berat jenis tanah, kadar lempung aktual tanah	Kepadatan aliran
3. Batas lekat tanah	Batas lekat tanah	-
4. Kandungan lempung	Tekstur lempung, kembang kerut tanah	Berat volume tanah
5. Kelengasan material	Luas longsorlahan, ketebalan lapukan batuan, indek plastis tanah	Tekstur pasir

Sumber : Analisis Faktor, 2010

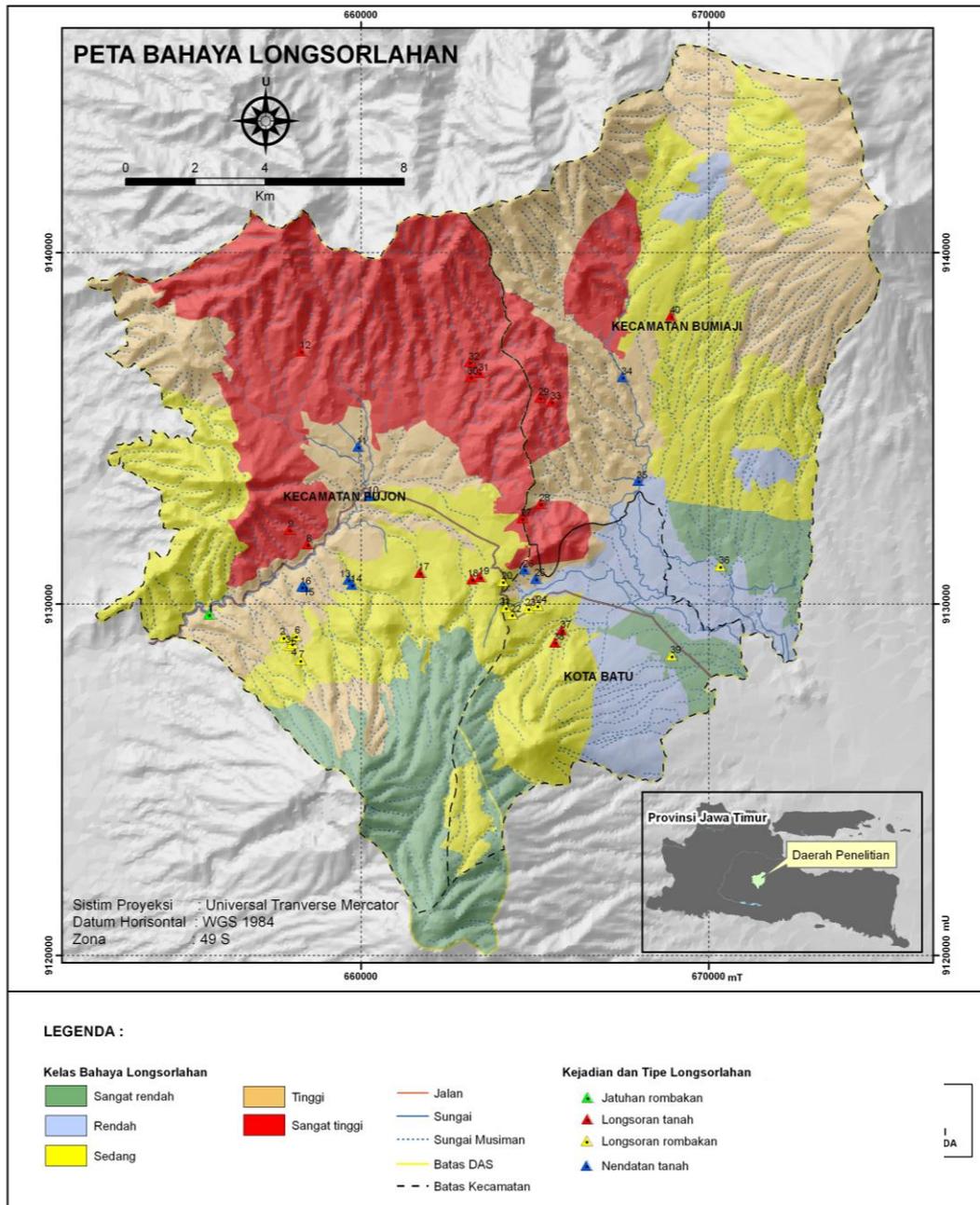
Karakteristik lahan pada tingkat bahaya sangat tinggi adalah bentuklahan kerucut gunungapi tertoreh dan lereng gunungapi tertoreh berbatuan breksi gunungapi, lava, tuf, lahar, retas; dengan kemiringan lereng 21-55%; dan jenis tanah kompleks Andosol coklat, Andosol coklat kekuningan, dan Litosol, serta asosiasi Andosol coklat dan Gleis humus. Gambar 3 menyajikan Peta Tingkat Bahaya Longsorlahan.

Hasil kajian ini dapat dinyatakan bahwa penyebab bahaya longsorlahan adalah ketebalan material lapukan batuan berkonsistensi batas

lekat rendah yang menumpang pada lereng dengan kemiringan tinggi, ketika menerima respon hujan yang tinggi akan berpotensi terjadi longsorlahan. Hal ini sesuai dengan penelitian-penelitian terdahulu yang menjelaskan sebagai berikut. Ketebalan lapukan batuan yang menunjukkan volume material besar berperan dalam meningkatkan gaya berat (Notohadiprawiro dan Suparnowo, 1978; Moon dan Simpson, 2002; Bronto, 2004; Frattini *et al.*, 2004; Karnawati, 2005). Saat konsistensi rendah tanah dalam keadaan mengalir atau kental

sehingga kelekatan tanah saat jenuh air akan menjadi berkurang karena terjadinya perengangan antar butiran partikel tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1987; Poerwowidodo, 1992). Bila kondisi tersebut terjadi pada lereng yang

miring sampai curam akan terjadi ketidakstabilan pada lereng yang ditentukan oleh hubungan antara momen gaya yang melongsorkan massa material bergerak ke bawah dan momen gaya



Gambar 3. Peta Bahaya Longsorlahan

yang menahan massa material tetap berada pada tempatnya. Gaya yang melongsorkan massa material berupa berat massa material, beban pada lereng, tekanan air dalam pori tanah, dan gangguan pada tanah. Untuk gaya yang menahan adalah kuat geser material yang bekerja sepanjang bidang gelincir pada lereng (Pangluar dan Suroso, 1985; Cooke dan Dornkamp, 1990; Huda, 2001; Karnawati, 2005). Kondisi tersebut bila menerima respon hujan yang meliputi siklus, total koefisien, maupun periode waktunya maka, potensi kejadian longsorlahan meningkat (Ayala, 2003; Polimeo, 1998; Beek, 2002; Karnawati, 2005).

KESIMPULAN

1. Luas longsorlahan yang dapat diidentifikasi di wilayah penelitian berkisar antara 25 m² sampai 943 m².
2. Tipe longsorlahan yang dapat diidentifikasi adalah jatuhnya bahan rombakan, longsoran bahan rombakan, longsoran tanah, dan nendatan tanah, dengan dominasi jumlah dan luasan longsorlahan pada tipe longsoran tanah.
3. Faktor lahan yang berpengaruh secara signifikan terhadap luasan longsorlahan adalah curah hujan, ketebalan lapukan batuan, konsistensi batas lekat, dan kemiringan lereng.
4. Curah hujan, ketebalan lapukan batuan, konsistensi batas lekat, dan kemiringan lereng mendapat dukungan faktor keairan lereng, infiltrasi, batas lekat tanah,

kandungan lempung, dan kelengasan material atau disederhanakan menjadi faktor material dan hidrologi lereng dalam mempengaruhi luasan longsorlahan.

5. Karakteristik lahan pada tingkat bahaya sangat tinggi adalah bentuklahan kerucut gunungapi tertoreh dan lereng gunungapi tertoreh berbatuan formasi Anjasmoro Tua dan Muda dengan batuan berupa breksi gunungapi, lava, tuf, lahar, retas; dengan kemiringan lereng 21-55%; dan macam tanah kompleks Andosol coklat, Andosol coklat kekuningan, dan Litosol, serta Asosiasi Andosol coklat dan Gleihumus.
6. Inventarisasi kejadian longsorlahan menunjukkan bahwa hampir 50% longsorlahan terjadi pada penggunaan lahan tegalan tanpa vegetasi bertajuk tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayala, I. Alcántara., 2003. *Hazard assessment of rainfall-induced landsliding in Mexico*.
www.elsevier.com/locate/geomorph. p.1-22
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Malang, 1994. *Tata Ruang Kabupaten Malang Tahun 1994-2004*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Malang, Malang
- Badan Pusat Statistik, 2008A. *Kota Batu Dalam Angka Tahun 2008*. Badan Pusat Statistik Kota Batu, Batu
- Badan Pusat Statistik, 2008B. *Kabupaten Malang Dalam Angka Tahun 2008*.

Badan Pusat Statistik Kabupaten
Malang, Malang.

Geologi Fakultas Teknik Universitas
Gadjah Mada, Yogyakarta

- Bemmelen, V., 1949. *The Geology of Indonesia, Vol. IA, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagos*. Govt. Printing Office, The Hague
- Beek, R.V., 2002. *Assessment of The Influence of Changes in Land Use and Climate on Landslide Activity in a Mediterranean Environment*. Universiteit Utrecht, Utrecht
- Bronto, S., 2004. Longsor di Gunungapi. Dalam *Permasalahan, Kebijakan, dan Penanggulangan Bencana Tanah Longsor di Indonesia*. Pengelolaan Sumberdaya dan kawasan, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta
- Cooke, R.U. and J.C. Dornkamp., 1994. *Geomorphology in Environmental Management. A New Introduction, edisi kedua*. Clarendon Press, Oxford
- Draper, N., dan Smith, H., 1992. *Analisis Regresi Terapan (Edisi Kedua)*. Alih bahasa Bambang Sumantri. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Frattini, P., Crosta, G.B., Fusi, N., Negro, P.D., 2004. *Shallow Landslides in Pyroclastic Soils: a Distributed Modelling Approach for Hazard Assessment*. www.elsevier.com/locate/enggeo. p. xxx-xxx
- Huda, M., 2001. Mekanisme Gerakan Longsoran Tanah Lempung Akibat Input Curah Hujan di Pegunungan Kendeng Kabupaten Grobogan Jawa Tengah. *Tesis (tidak dipublikasikan)*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Karnawati, D. 2005. *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurusan Teknik
- Moon, V., Simpson, C.J., 2002. *Large-Scale Mass Wasting in Ancient Volcanic Materials*. www.elsevier.com/locate/enggeo. p. 41–64.
- Notohadiprawiro, T., Suparnowo, S.H., 1978. *Asas-Asas Pedologi*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Pangluar D. dan Suroso., 1985. *Petunjuk Penyelidikan dan Penanggulangan Gerakantana*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Bandung
- Polemio, M., and Sdao, M., 1998. *The Role of Rainfall in The Landslide Hazard: The Case of The Avigliano Urban Area (Southern Apennines, Italy)*. [www.elsevier.com/locate/](http://www.elsevier.com/locate/Engineering) Engineering Geology 53 p. 297–309
- Poerwowidodo, 1992. *Metode Slidik Tanah*. Usaha Nasional, Surabaya
- Santoso dan Atmawinoto, 1992. *Geologi Lembar Kediri Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Santoso dan Suwarti, 1992. *Geologi Lembar Malang Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Santoso, Singgih., 2002. *SPSS Statistik Multivariat*. Elex Media Komputindo, Jakarta
- Slamet, Y., 2006. *Metode Penelitian Sosial*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Sudjana, 2003. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*. Tarsito, Bandung
- Supranto, 2004. *Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta

- Sutedjo, M., M., dan Kartasapoetra, A.,G.,1987. *Pengantar Ilmu Tanah, Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Rineka Cipta, Jakarta
- Usman, H., dan Akbar, P.S., 2006. *Pengantar Statistik*. Bumi Aksara, Jakarta
- Widyatmoko, D., S., 2009. *Proses Urbanisasi Perdesaan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Disertasi (tidak dipublikasikan)*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Yunus, H.S., 2010. *Metode Penelitian Wilayah Kontemporer*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.