

SIMULASI PENGUKURAN LONGSOR PADA KEMIRINGAN LERENG DAN KETEBALAN SERESAH YANG BERBEDA

Landslide Simulation on Different Slope and Litter Thickness

Muhamad Afif Akbar, Sri Rahayu Utami*, Christanti Agustina

Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran no. 1 Malang 62145

* Penulis korespondensi: sriyutami@gmail.com

Abstrak

Sebagian besar wilayah di Indonesia memiliki risiko longsor yang tinggi karena kondisi geologi dan geografis. Tanah longsor dipengaruhi oleh faktor alam (seperti stabilitas lereng) dan faktor buatan manusia (seperti penggunaan lahan). Kestabilan lereng dipengaruhi oleh kondisi morfologi dan kondisi hidrologi. Penggunaan lahan atau tutupan lahan dapat mempengaruhi kekasaran permukaan, yang menentukan laju infiltrasi ke dalam tanah. Penelitian ini merupakan upaya untuk mengeksplorasi pengaruh kemiringan lereng dan ketebalan serasah terhadap waktu yang dibutuhkan untuk longsor dan volume longsor. Penelitian ini dilakukan di dua lokasi berbeda yaitu Agro Techno Park dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian. Penelitian dilakukan dalam delapan perlakuan, kombinasi tiga faktor yaitu tekstur tanah, kemiringan lereng, dan ketebalan serasah, dengan menggunakan sepuluh ulangan. Durasi yang diperlukan untuk tanah longsor dan volume tanah longsor diukur. Gradien lereng berpengaruh signifikan terhadap volume longsor. Peningkatan kemiringan pada setiap ketebalan serasah menghasilkan volume hingga tiga kali lebih banyak. Perbedaan kemiringan juga berpengaruh signifikan terhadap waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya longsor. Tekstur lempung membutuhkan waktu dua kali lebih lama untuk terjadinya longsor. Gradien lereng memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan ketebalan serasah dan tekstur tanah. Efek ketebalan serasah semakin besar; sebaliknya pengaruh tekstur tanah semakin kecil dengan bertambahnya kemiringan lereng.

Kata kunci: *lereng, longsor, simulasi, tebal serasah*

Abstract

Most areas in Indonesia have a high risk of landslides due to geological and geographical conditions. Landslide is affected by natural factors (such as slope stability) and human-made factors (such as land use). Slope stability is influenced by morphological conditions and hydrological conditions. Land use or land cover may affect surface roughness, which determines the infiltration rate into the soil. This study was an attempt to explore the influence of slope gradient and litter thickness on time required for landslides and the volume of landslides. This research was carried out in two different locations, Agro Techno Park and the Experimental Garden of the Faculty of Agriculture. The study was conducted in eight treatments, combinations of three factors, i.e. soil texture, slope gradient, and litter thickness, using ten replications. The duration required for landslides and the volume of landslides were measured. The gradient of the slope has a significant effect on the volume of landslides. An increase in slope at any litter thickness resulted in up to three times more volume. The difference in slope also has a significant effect on the time required for landslides. The clayey texture needs two times the longer time required for landslides to occur. The slope gradient has a more dominant influence than the thickness of litter and soil texture. The effect of the thickness of the litter is getting bigger; on the other hand, the effect of soil texture is getting smaller with increasing slope.

Keywords: *landslide, litter thickness, simulation, slope*

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang dilewati oleh garis khatulistiwa sehingga memiliki iklim tropis dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Selain itu, Indonesia terletak di zona tektonik aktif yang ditandai dengan banyaknya gunung berapi akibat dari keberadaan sistem subduksi yang terbentuk dari tumbukan lempeng Indo-Australia dan Eurasia (Setiawan dan Ari, 2015). Intensitas curah hujan tinggi dan kondisi topografi bergunung mengakibatkan sebagian wilayah di Indonesia memiliki risiko bencana longsor yang tinggi. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2016) mencatat sebanyak 2.425 kejadian bencana tanah longsor sepanjang tahun 2011 hingga 2015. Bencana tanah longsor tersebut telah mengakibatkan 1.163 jiwa meninggal, 112 orang hilang, 973 orang terluka, dan 48.191 orang mengungsi.

Longsor merupakan gerakan massa tanah secara alami menuruni lereng akibat adanya ketidakstabilan tanah penyusun lereng (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2016). Kestabilan lereng dipengaruhi oleh kondisi morfologi terutama faktor kemiringan lereng, kondisi tanah dan batuan, dan kondisi hidrologi pada lereng. Kemiringan lereng memiliki pengaruh besar terhadap kestabilan lereng. Wilayah dengan kemiringan lereng di atas 45% memiliki probabilitas longsor yang tinggi (Fadilah *et al.*, 2019). Faktor klimatologi menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya longsor yaitu intensitas hujan. Tingginya intensitas curah hujan dapat menambah beban pada lereng sebagai akibat peningkatan kandungan air dalam tanah (Pangemanan *et al.*, 2014).

Selain faktor morfologi dan klimatologi, pemicu terjadinya longsor yaitu aktivitas manusia. Aktivitas manusia yang dapat meningkatkan risiko longsor adalah pengebangan pohon ataupun vegetasi lainnya yang menyebabkan berkurangnya tingkat kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan berperan penting terhadap longsor. Kekasaran permukaan dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan air, mengurangi daya angkut aliran permukaan, dan mengurangi tingkat penyumbatan pori tanah (Surdianto *et al.*, 2012). Seresah merupakan salah satu komponen pembentuk kekasaran permukaan tanah. Berdasarkan pernyataan Idjudin (2011), strategi pengendalian longsor yaitu dengan memperhatikan faktor tutupan lahan untuk mengurangi aliran permukaan, memperbaiki atau meningkatkan kekasaran permukaan, meningkatkan stabilitas agregat, dan

mengurangi energi kinetik akibat hantaman air hujan.

Bencana longsor memiliki potensi mengancam masyarakat terutama masyarakat yang beraktivitas di wilayah dengan risiko longsor yang tinggi. Kerugian yang ditimbulkan akibat longsor dapat ditekan dengan tindakan pencegahan. Langkah pencegahan yang dapat dilakukan yaitu dengan mengetahui karakteristik wilayah dengan potensi longsor yang tinggi. Pengkajian tentang hubungan beberapa faktor penyebab terjadinya longsor yaitu kemiringan lereng dan ketebalan seresah perlu dilakukan. Penelitian tentang kejadian longsor sudah banyak dilakukan, tetapi masih sebatas pada kejadian langsung di lapangan. Simulasi longsor merupakan salah satu cara untuk mengetahui seberapa besar risiko terjadinya bencana longsor tanpa menunggu kejadian longsor di lapangan.

Bahan dan Metode

Penelitian simulasi longsor dilakukan dengan delapan perlakuan dan dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali. Perlakuan terdiri atas tiga faktor yaitu tekstur tanah, kemiringan lereng, dan ketebalan seresah. Perlakuan terdiri atas: CL1S1 (tekstur dominan debu + kemiringan lereng 40° + tebal seresah 3 cm), CL1S2 (tekstur dominan debu + kemiringan lereng 40° + tebal seresah 5 cm), CL2S1 (tekstur dominan debu + kemiringan lereng 50° + tebal seresah 3 cm), CL2S2 (tekstur dominan debu + kemiringan lereng 50° + tebal seresah 5 cm), JL1S1 (tekstur dominan liat + kemiringan lereng 40° + tebal seresah 3 cm), JL1S2 (tekstur dominan liat + kemiringan lereng 40° + tebal seresah 5 cm), JL2S1 (tekstur dominan liat + kemiringan lereng 50° + tebal seresah 3 cm), dan JL2S2 (tekstur dominan liat + kemiringan lereng 50° + tebal seresah 5 cm).

Variabel yang diamati meliputi waktu yang diperlukan untuk terjadi longsor dan volume longsor. Analisis data menggunakan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Metode analisis data menggunakan uji t dua sampel tidak berpasangan (*independent sample t-test*).

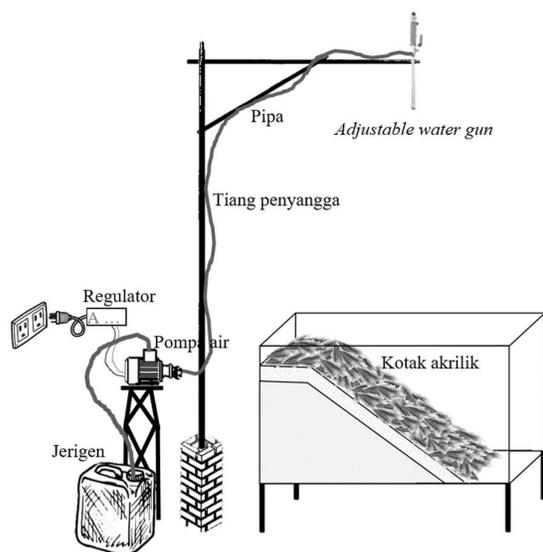
Tempat dan waktu penelitian

Simulasi longsor dilaksanakan di dua lokasi yaitu *Agro Techno Park* (ATP) Universitas Brawijaya, Cangar, Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Jatimulyo, Kota Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2020-Maret

2021. Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu pembuatan alat simulasi longsor dan simulasi longsor.

Pembuatan alat simulasi longsor

Alat yang digunakan untuk melakukan simulasi longsor yaitu menggunakan kotak akrilik dengan ukuran 100 cm x 50 cm x 75 cm. Penyangga tanah menggunakan kayu dan seng sebagai bidang gelincir (Gambar 1). Bidang gelincir memiliki ukuran 120 x 50 cm dengan kemiringan 40° dan 50°. Simulasi hujan menggunakan alat *rainfall simulator* yang terdiri atas beberapa komponen. Komponen utama penyusun rain simulator diantaranya adalah *adjustable water gun*, tiang penyangga, jerigen, pipa, pompa air, dan regulator pompa air (Gambar 1).



Gambar 1. Alat simulasi longsor.

Rainfall simulator dirancang untuk menghasilkan intensitas curah hujan sebesar 70 mm jam⁻¹. Regulator dan adjustable water gun diatur untuk menghasilkan intensitas curah hujan 70 mm jam⁻¹ dengan sebaran yang merata yaitu dengan meletakkan adjustable water gun setinggi 150 cm di atas kotak akrilik dengan pengaturan regulator sebesar 2,6 ampere dan putaran *nozzle* pada posisi yang telah ditentukan.

Simulasi longsor

Tahap pertama dalam melaksanakan simulasi longsor adalah dengan meletakkan tanah dengan ketebalan 20 cm pada kotak akrilik. Seresah ditambahkan di atas tanah sesuai dengan perlakuan yang diuji. Variabel pengamatan meliputi waktu dan volume longsor. Variabel waktu longsor

didapatkan dari waktu dari tetesan pertama air rainfall simulator hingga terjadinya longsor. Variabel volume longsor dihitung menggunakan metode grid dengan bantuan plastik mika yang menutupi keseluruhan permukaan tanah. *Grid* memiliki ukuran 10 x 10 cm. Pengukuran volume longsor dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap ulangan perlakuan. Pengukuran volume longsor didapatkan dari penjumlahan total perkalian luas longsor dengan tinggi longsor. Luas longsor dihitung dari luas area di dalam grid yang mengalami longsor (dinyatakan dalam 1, 3/4, 1/2, dan 1/4 bagian) kemudian dikalikan dengan luas grid. Tinggi longsor didapatkan dengan cara mengukur ketinggian tanah yang hilang pada masing-masing grid dengan menggunakan penggaris yang ditancapkan tegak lurus dengan bidang gelincir.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi umum wilayah

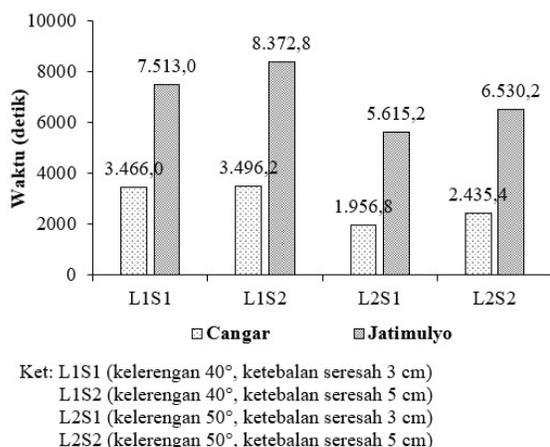
Agro Techno Park Universitas Brawijaya terletak di kawasan Taman Hutan Raya Raden Soerjo. *Agro Techno Park* memiliki ketinggian 1.600 m dpl yang terletak di kaki Gunung Arjuno-Welirang. Kawasan ini memiliki curah hujan antara 2.500-4.500 mm pertahun (Unit Pelaksana Teknis TAHURA R. Soerjo, 2014). Kondisi geologi daerah *Agro Techno Park* terbentuk dari aktivitas Gunung Arjuno-Welirang berupa batuan vulkanik kuartar, lava, dan piroklastik (Rohmah *et al.*, 2018). Tanah-tanah yang terbentuk dari hasil erupsi gunung berapi memiliki ciri-ciri berwarna gelap, mengandung karbon organik tinggi, gembur, berat isi rendah, dan terasa licin bila dipirid (Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian, 2014). Hasil pengujian laboratorium yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa tanah di *Agro Techno Park* memiliki kelas tekstur lempung berdebu dengan berat isi sebesar 0,99 g cm⁻³.

Lahan percobaan *Jatimulyo* digunakan sebagai lokasi kedua penelitian simulasi longsor. Lahan percobaan *Jatimulyo* terletak pada ketinggian 460 m dpl yang berada di tengah Kota Malang. Menurut Badan Pusat Statistik (2020), Kota Malang memiliki curah hujan tahunan sebesar 2.567 mm. Lahan percobaan *Jatimulyo* merupakan kawasan dengan tanah yang memiliki bahan induk vulkan yang dipengaruhi aktivitas pengolahan tanah oleh manusia, akibatnya kawasan ini mengalami perubahan sifat tanah. Pengolahan lahan dalam kondisi basah secara intensif (sawah) dan

perubahan kondisi basah dan kering yang berganti-ganti pada suatu lahan dapat mempercepat penghancuran partikel tanah menjadi lebih halus dan mempercepat proses pelapukan (Ringgih *et al.*, 2018). Hasil analisis di laboratorium menunjukkan bahwa tanah di lahan percobaan Jatimulyo memiliki kelas tekstur liat dengan berat isi $1,45 \text{ g cm}^{-3}$.

Waktu terjadinya longsor

Kemiringan lereng yang berbeda menyebabkan perbedaan waktu terjadinya longsor. Kemiringan lereng yang lebih curam mengakibatkan waktu terjadinya longsor menjadi semakin cepat. Hasil simulasi longsor menunjukkan bahwa tanah pada kemiringan lereng 50° lebih cepat mengalami longsor daripada kemiringan lereng 40° (Gambar 2).



Gambar 2. Waktu yang dibutuhkan untuk terjadi longsor.

Rata-rata waktu yang diperlukan untuk terjadi longsor pada tekstur dominan debu (Cangar) dengan kemiringan lereng 40° yaitu sebesar 3.2481,1 detik, sedangkan pada kemiringan lereng 50° sebesar 1.956,8 detik. Lokasi dengan tekstur dominan liat (Jatimulyo) dengan kemiringan lereng 40° memiliki rata-rata waktu yang diperlukan untuk terjadi longsor yaitu sebesar 7.942,9 detik, sedangkan pada kemiringan lereng 50° sebesar 6.072,7 detik. Kenaikan nilai derajat kemiringan lereng menyebabkan longsor menjadi lebih cepat, hal ini berkaitan dengan kemampuan tanah untuk bertahan terhadap pergeseran akibat tekanan. Kekuatan geser tanah (*soil shear strength*) merupakan kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap beban atau tegangan geser (*shear stress*) yang diterima tanah. Jika suatu tanah tidak memiliki kekuatan geser yang cukup untuk menahan

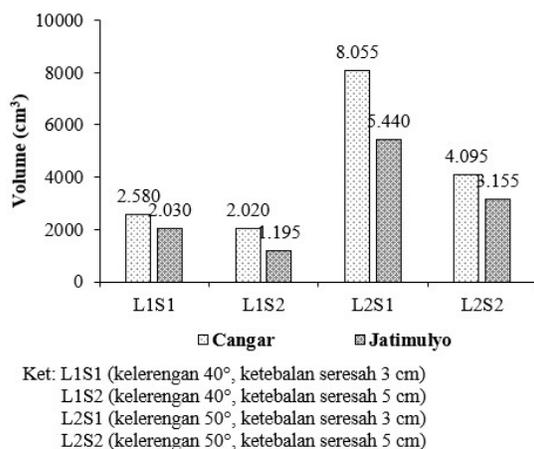
tegang geser yang terjadi, maka akan timbul pergeseran tanah (Lengkong *et al.*, 2013). Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan kekuatan geser tanah, semakin besar kemiringan lereng maka akan memperkecil kekuatan geser sehingga tanah menjadi rawan terjadi keruntuhan (Pangemanan *et al.*, 2014).

Lapisan seresah yang lebih tebal mengakibatkan waktu terjadinya longsor semakin lama. Hal ini disebabkan oleh tebalnya lapisan seresah menghalangi air masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Infiltrasi yang rendah akan mengakibatkan proses penjujukan menjadi lebih lama yang berakibat waktu terjadinya longsor menjadi lebih lama. Semakin lancar air hujan masuk ke dalam pori-pori tanah sampai batas kontak dengan batuan dasar (bidang gelincir) maka beban tanah semakin besar sehingga mengganggu kestabilan lereng (Naryanto *et al.*, 2019). Tanah dengan kadar air tinggi merupakan indikasi peningkatan tekanan air pori. Peningkatan tekanan air pori menyebabkan penurunan kekuatan tanah yang menyebabkan kestabilan tanah terganggu (Dandel *et al.*, 2017). Tanah dengan ketebalan seresah sebesar 3 cm memiliki kadar air yang lebih tinggi ketika terjadi hujan, akibatnya waktu yang diperlukan untuk terjadi longsoran lebih cepat daripada tanah dengan ketebalan seresah 5 cm. Stabilitas lereng yang terganggu dapat menyebabkan longsor. Curah hujan dapat memberikan beban tambahan pada tanah sehingga dapat mengganggu stabilitas lereng (Rusydy *et al.*, 2016). Tanah dengan tekstur dominan debu lebih mudah menyerap air daripada tanah dengan tekstur dominan liat. Hal ini mengakibatkan waktu terjadinya longsor lebih cepat di lokasi Cangar daripada Jatimulyo.

Volume longsor

Kemiringan lereng berpengaruh terhadap banyaknya volume longsoran. Semakin tinggi nilai kemiringan lereng maka semakin besar volume longsor yang terjadi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada lokasi Cangar dengan tekstur tanah dominan debu pada kemiringan lereng 40° memiliki rata-rata volume sebesar 2.300 cm^3 dan pada kemiringan lereng 50° sebesar 6.075 cm^3 . Lokasi lokasi Jatimulyo dengan tekstur tanah dominan liat pada kemiringan lereng 40° memiliki rata-rata volume sebesar 1.613 cm^3 dan pada kemiringan lereng 50° sebesar 4.298 cm^3 (Gambar 3). Tanah yang terbebani oleh air pada kemiringan lereng yang curam mengakibatkan lereng menjadi tidak stabil

dan terjadi longsor. Volume longsor dipengaruhi oleh beberapa faktor. Kemiringan lereng dan kedalaman lapisan kedap air (bidang gelincir) merupakan faktor internal penyebab longsor (Souisa *et al.*, 2021).



Gambar 3. Volume longsor pada kemiringan lereng dan ketebalan seresah yang berbeda.

Hasil penelitian Celtek (2020) menunjukkan bahwa terjadi kenaikan volume pergerakan masa tanah seiring dengan kenaikan kemiringan lereng, hal ini disebabkan oleh gaya dorong gravitasi dan tekanan geser yang meningkat. Hal ini selaras dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa volume longsor pada kemiringan lereng 50° lebih besar daripada 40°. Ketebalan seresah yang berbeda menghasilkan volume longsor yang berbeda. Semakin tebal lapisan seresah maka semakin kecil volume longsor. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada lokasi Cangar dengan tekstur tanah dominan debu dengan ketebalan seresah 3 cm memiliki rata-rata volume longsor sebesar 5.318 cm³ dan pada ketebalan 5 cm sebesar 3.058 cm³ (Gambar 3). Pada lokasi Jatimulyo dengan tekstur tanah dominan liat dengan ketebalan seresah 3 cm memiliki rata-rata volume longsor sebesar 3.735 cm³ dan pada ketebalan 5 cm sebesar 2.175 cm³. Lahan dengan tutupan yang rapat akan mengurangi potensi longsor. Tutupan lahan dengan kerapatan yang tinggi seperti rumput tebal atau hutan yang lebat dapat menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi yang akan berakibat longsor (Adhitya *et al.*, 2016). Ketebalan seresah memengaruhi laju air hujan menuju permukaan tanah. Berdasarkan hasil penelitian Darmayanti dan Solikin (2012), disimpulkan bahwa semakin tebal lapisan seresah yang berada pada suatu lahan maka laju air hujan menuju permukaan tanah menjadi

lebih rendah. Laju air hujan mencapai permukaan berpengaruh pada banyaknya air yang terserap oleh tanah, semakin rendah laju infiltrasi maka semakin lambat tanah mencapai kondisi jenuh. Hal ini menyebabkan volume longsor pada ketebalan seresah 3 cm lebih banyak daripada 5 cm.

Tanah dengan tekstur pasir dan debu lebih rentan terhadap longsor dibandingkan dengan tekstur liat. Tanah dengan tekstur lebih kasar daripada liat umumnya bersifat lunak dan mudah dilalui air sehingga mudah terjadi longsor (Priyono, 2015). Tekstur tanah dengan dominan liat cenderung memiliki ikatan antar partikel-partikel tanah relatif kuat (Isra *et al.*, 2019). Hal ini mengakibatkan volume longsor pada lokasi Cangar lebih banyak dibandingkan lokasi Jatimulyo.

Pengaruh kemiringan lereng dan ketebalan seresah yang berbeda terhadap waktu dan volume longsor

Analisis data menggunakan uji t tidak berpasangan (*independent sample T-test*) dilakukan untuk melihat perbedaan antar perlakuan apakah terdapat perbedaan yang signifikan. Uji t dua sampel tidak berpasangan menggunakan taraf 5% untuk mengetahui perbedaan waktu dan volume longsor pada setiap perlakuan. Hasil uji t dua sampel tidak berpasangan menunjukkan bahwa nilai *p-value Sig. (2-Tailed)* yaitu <0,05 pada keseluruhan perbandingan (Tabel 1). Hal ini menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara hasil waktu dan volume longsor pada kemiringan lereng 40° dan 50° serta ketebalan seresah 3 cm dan 5 cm. Perbedaan signifikan disebabkan karena faktor kemiringan lereng dan ketebalan seresah memiliki pengaruh besar terhadap hasil simulasi longsor. Perbedaan signifikan disebabkan oleh faktor kemiringan lereng dan ketebalan seresah yang berbeda. Kemiringan lereng berpengaruh terhadap waktu dan volume longsor. Beban lereng yang bertambah akibat air hujan mengakibatkan lereng menjadi tidak stabil. Stabilitas lereng ditentukan oleh kekuatan geser tanah dan tegangan geser. Jika nilai tegangan geser melebihi kekuatan geser tanah maka akan terjadi keruntuhan tanah, faktor yang dapat memengaruhi tegangan geser yaitu kemiringan lereng dan massa tanah (Silvianengsih *et al.*, 2015). Longsor dapat terjadi dalam waktu singkat dan dengan volume yang besar jika terdapat penambahan masa tanah oleh air hujan dan dengan kemiringan lereng yang curam. Hal ini menyebabkan waktu dan volume longsor pada lereng 50° lebih cepat dan besar dibandingkan dengan lereng 40°.

Tabel 1. Hasil uji-t dua sampel tidak berpasangan.

Lokasi	Perlakuan	Waktu	Volume
		Sig. (2-tailed)	Sig. (2-tailed)
Cangar	CL1S1 × CL1S2	0,003*	0,000*
	CL1S1 × CL2S1	0,000*	0,000*
	CL1S1 × CL2S2	0,000*	0,000*
	CL1S2 × CL2S1	0,000*	0,000*
	CL1S2 × CL2S2	0,000*	0,000*
	CL2S1 × CL2S2	0,000*	0,000*
Jatimulyo	JL1S1 × JL1S2	0,000*	0,000*
	JL1S1 × JL2S1	0,000*	0,000*
	JL1S1 × JL2S2	0,000*	0,000*
	JL1S2 × JL2S1	0,000*	0,001*
	JL1S2 × JL2S2	0,000*	0,000*
	JL2S1 × JL2S2	0,000*	0,001*

Keterangan: * = (*p-value* < 0,05) Signifikan.

Ketebalan seresah juga berpengaruh signifikan terhadap waktu dan volume longsoran. Seresah menghalangi air hujan menuju permukaan tanah, sehingga memengaruhi proses penjuanan tanah yang mengakibatkan longsor. Air hujan jatuh melalui vegetasi penutup pada lahan dan sebagian akan tertahan tidak mencapai permukaan tanah, jumlah air yang tertahan bergantung pada jenis vegetasi yang berada di atasnya (Chairani dan Jaayanti, 2013). Lapisan seresah yang tebal menyebabkan air akan tertahan pada lapisan seresah. Hal ini menyebabkan terjadi perbedaan yang signifikan pada pengujian simulasi longsor dengan ketebalan seresah 3 cm dan ketebalan seresah 5 cm. Pada ketebalan seresah 3 cm, air hujan lebih cepat menuju permukaan tanah sehingga kondisi tanah akan lebih cepat jenuh dibandingkan dengan ketebalan seresah 5 cm sehingga longsor terjadi lebih cepat dan dengan volume yang lebih besar.

Kesimpulan

Kemiringan lereng dan ketebalan seresah memengaruhi waktu terjadinya longsor dan volume longsoran. Semakin besar derajat kemiringan lereng maka semakin cepat terjadinya longsor dan semakin besar volume longsoran. Semakin tebal lapisan seresah maka semakin lama waktu yang diperlukan untuk terjadi longsor dan semakin kecil volume longsor yang terjadi. Kemiringan lereng memiliki pengaruh yang lebih dominan daripada ketebalan seresah dan tekstur tanah. Pengaruh ketebalan seresah semakin besar, sebaliknya pengaruh tekstur tanah semakin kecil dengan meningkatnya kemiringan lereng.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf *Agro Techno Park* (ATP) Universitas Brawijaya, di Cangar, Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya di Jatimulyo, Malang atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Adhitya, F., Omo R. dan Muhammad B. S. 2016. Penentuan jenis tumbuhan lokal dalam upaya mitigasi longsor dan teknik budidayanya pada areal rawan longsor di KPH Lawu DS: Studi Kasus di RPH Cepoko. *Jurnal Silviculture Tropika* 8(1):9-19.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2016. Risiko Bencana Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Jakarta. p 218.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Kota Malang dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kota Malang. Malang. p 394.
- Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. 2014. Tanah Andosol di Indonesia (Karakteristik, Potensi, Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian). Kementerian Pertanian. Bogor. pp 6-9.
- Cellek, S. 2020. Effect of the Slope Angle and Its Classification on Landslide. *Kirsehir Ahi Evran University. Turkey.* p 23.
- Chairani, S. dan Jayanti, D.S. 2013. Intersepsi curah hujan pada tegakan pohon pinus (*Casuarina cunninghamia*). *Jurnal Rona Teknik Pertanian* 6(1):405-412.
- Dandel, R., Sumampouw, J.E.R. dan Sompie, O.B.A. 2017. Pengaruh tekanan air pori tanah terhadap perkuatan tembok penahan dan geotextile. *Jurnal Tekno* 15(67):43-65.
- Darmayanti, A. dan Solikin. 2012. Infiltrasi dan Limpasan Permukaan pada Pola Tanam Agroforestri dan Monokultur: Studi di Desa Jeru Kabupaten Malang. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Sains,*

- Lingkungan, dan Pembelajarannya, Surakarta. 6 Juli 2013. Purwodadi Botanic Garden, Pasuruan.
- Fadilah, N., Arsyad, U. dan Soma, A.S. 2019. Analisis tingkat kerawanan tanah longsor menggunakan metode frekuensi rasio di Daerah Aliran Sungai Bialo. *Journal of Perennial* 15(1):42-50.
- Idjudin, A.A. 2011. Peranan konservasi lahan dalam pengelolaan perkebunan. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 5(2):103-116.
- Isra, N., Arifin, L.S. dan Ahmad, A. 2019. Karakteristik ukuran butir dan mineral liat tanah pada kejadian longsor. *Journal of Ecosolum* 8(2):62-73.
- Lengkong, P.C.L., Monintja, S., Sumampouw, J.E.R. dan Sarajar, A.N. 2013. Hubungan kuat geser pada tanah dengan hasil percobaan *dynamic cone penetrometer* pada ruas jalan Wori-Likupang Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik* 1(5) :358-367.
- Naryanto, H.S., Soewandita, H., Ganesha, D., Prawiradisatra, F. dan Kristijono, A. 2019. Analisis penyebab kejadian dan evaluasi bencana tanah longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(2):272-282.
- Pangemanan, V.G.M., Turangan, A.E. dan Sompie, O.B.A. 2014. Analisis kestabilan lereng dengan metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik* 2(1):37-46.
- Priyono. 2015. Hubungan klasifikasi longsor, klasifikasi tanah rawan longsor dan klasifikasi tanah pertanian rawan longsor. *Jurnal Gema* 27(49):1602-1617.
- Ringgih, D., Rayes, M.L. dan Utami, S.R. 2018. Kajian perubahan sifat fisik dan kimia tanah akibat penyawahan pada Andisol Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Agrovigor* 11(1):21-27.
- Rohmah, S.N., Maryanto, S. dan Susilo, A. 2018. Identifikasi air tanah daerah Agrotechno Park Cangar Batu Jawa Timur berdasarkan metode geolistrik resistivitas. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 14(1):1-11.
- Rusydy, I., Sugiyarto, D., Satrio, L., Zulfahriza, dan Munandar, I. 2016. Geological aspect of slope failure and mitigation approach in Bireun-Takengon Main Road, Aceh Province, Indonesia. *Aceh International Journal of Science Techno* 5(1):30-37.
- Setiawan, M.R. dan Ari, S. 2015. Pemodelan struktur bawah permukaan zona subduksi dan busur gunung api Jawa Timur berdasarkan analisis data gravitasi. *Jurnal Fisika Indonesia* 19(57):13-18.
- Silvianengsih, Liliwarti, dan Satwarnirat. 2015. Pengaruh kadar air terhadap kestabilan lereng. *Jurnal Rekayasa Sipil* 12(2):36-45.
- Souisa, M., Sapulete, dan Isnawati. 2021. The Determinant of Slip Plane and Volume Potential of Landslide Mass Using Resistivity Data in Air Kuning Batu Merah, Ambon City. *Proceeding of the 10th Interational Conference on Theoretical and Applied Physics (ICTAP2020), 20-22 November 2020, Lombok.*
- Surdianto, Y., Setiawan, B.I., Prastowo, dan Saptomo, S.K. 2012. Peningkatan resapan air tanah dengan saluran dan rorak untuk meningkatkan produktivitas belimbing manis. *Jurnal Irigasi* 7(1):1-18.
- Unit Pelaksana Teknis TAHURA R. Soerjo. 2014. Profil Kawasan Pelestarian Taman Hutan Raya R. Soerjo. Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur. Surabaya. p 18..