

Kajian Ekspansivitas Mineral Lempung Terhadap Longsor Daerah Sawoo Dan Sekitarnya Kecamatan Sawoo Kabupaten Ponorogo Provinsi Jawa Timur

Ardhan Arana^{1*}, Guntor Suryo Putro¹

¹ Program Studi Magister Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, D.I. Yogyakarta 55283
*ardhan1976@gmail.com

Abstrak – Secara administratif, daerah penelitian terletak di daerah Sawoo dan sekitarnya, Kecamatan Sawoo, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Bencana longsor yang berkembang pada daerah penelitian umumnya terjadi karena adanya alterasi argilik yang menghasilkan mineral lempung ekspansif berupa montmorillonit. Tujuan penelitian untuk mengetahui bencana longsor dengan metode pemetaan geologi dan geologi teknik. Metode geologi teknik yang digunakan Atterberg Limit, Hidrometer, dan analisis kestabilan lereng. Hasil dari semua analisis disajikan dalam bentuk peta rawan bencana longsor. Hasil kajian ekspansivitas mineral lempung berdasarkan analisa *Atterberg Limit* menunjukkan adanya perkembangan mineral montmorillonit pada LP 91 dan LP 77, dan mineral Kaolinit di LP 56. Hasil korelasi analisa hidrometer dan *atterberg limit* menunjukkan tingkat aktivitas mineral ekspansif 10,55 pada LP 77; dan LP 91 dengan nilai aktivitas 4,28; serta LP 56 dengan nilai aktivitas 5,09. Hasil uji sifat fisik dan mekanika tanah menunjukkan kestabilan lereng pada LP 120 dengan FK 1,43 (aman), lereng pada LP 91 dengan FK 0,87 (labil), dan lereng pada LP 56 dengan FK 0,73 (labil). Hasil analisis peta rawan bencana longsor menunjukkan 5 tingkat zona kerawanan yaitu zona sangat aman (1,27%), aman (11,07%), sedang (26,33%), dan rawan (41,98%), serta sangat rawan (19,35%).

Kata kunci: Bencana, Ekspansi; Longsor; Mineral Lempung.

Abstract – Administratively, the research area is located in the Sawoo area and its surroundings, Sawoo District, Ponorogo Regency, East Java. Landslide disasters that develop in the research area generally occur due to argillic alteration, producing expansive clay minerals in montmorillonite. The research aims to determine landslide disasters using geological mapping and engineering geology methods. The geological engineering methods used are Atterberg Limit, Hydrometer, and slope stability analysis. The results of all analyses are presented as a landslide hazard map. The clay mineral expansiveness study results based on Atterberg Limit analysis show the development of montmorillonite minerals in LP 91 and LP 77 and kaolinite minerals in LP 56. The correlation between the hydrometer and Atterberg limit analysis shows an expansive mineral activity level of 10.55 in LP 77, LP 91 with an activity value of 4.28, and LP 56 with an activity value of 5.09. The results of soil physical and mechanical properties tests show the stability of the slope at LP 120 with FK 1.43 (safe), the slope at LP 91 with FK 0.87 (unstable), and the slope at LP 56 with FK 0.73 (unstable). The results of the landslide hazard map analysis show five levels of vulnerability zones, namely very safe (1.27%), safe (11.07%), moderate (26.33%), vulnerable (41.98%), and very vulnerable zones. (19.35%).

Keywords: Clay Minerals, Disaster, Expansion, Landslide.

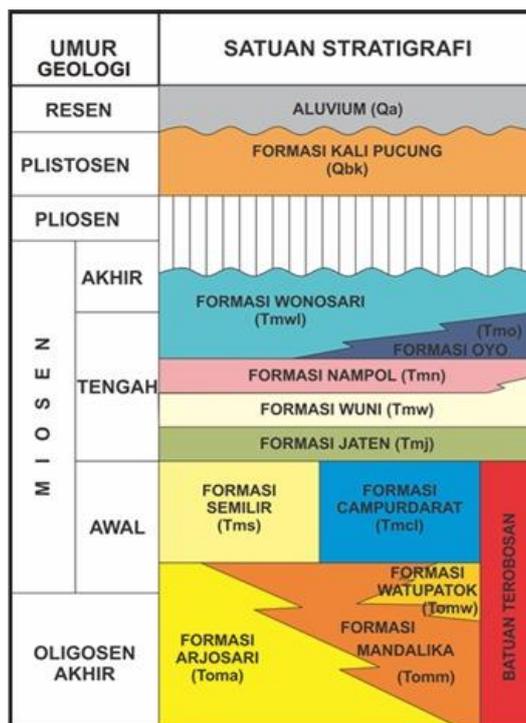
PENDAHULUAN

Kabupaten Ponorogo merupakan daerah yang sering dilanda bencana longsor di daerah Jawa Timur. Dalam laporan BPBD daerah Ponorogo pada tahun 2021 menunjukkan telah terjadi bencana sebanyak 214 kejadian dengan kerugian mencapai 2,4 miliar rupiah. Bencana tersebut tersebar di beberapa kecamatan. Salah satu kecamatan yang sering terdampak bencana longsor yaitu kecamatan Sawoo. Kecamatan Sawoo merupakan kecamatan yang berada pada formasi Mandalika, Jaten, dan Wonosari yang mana formasi Mandalika terdapat perkembangan alterasi yang menghasilkan mineral lempung berupa kaolinit dan montmorillonite. Mineral *montmorillonit* didalam tanah dapat bereaksi dengan air sehingga berkembang menjadi lebih besar atau dikenal dengan lempung *swelling*. Kehadiran mineral lempung tersebut mendukung seringnya terjadi longsor di daerah tersebut. Untuk mengetahui persebaran

kehadiran mineral lempung tersebut dapat diketahui dengan pemetaan geologi dan pengujian *sample* batuan dengan metode geoteknik. Keunggulan menggunakan metode geoteknik selain mengetahui kehadiran mineral lempung yang berkembang juga dapat mengetahui kestabilan lereng pada lokasi penelitian. Hasil dari penelitian ini diwujudkan dalam bentuk peta rawan bencana longsor sehingga masyarakat maupun lembaga pemerintah dapat mengetahui serta mewaspadai akan terjadinya longsor pada daerah sekitar.

Stratigrafi Regional

Berdasarkan Samodra, 1993 satuan tertua pada stratigrafi regional adalah endapan turbidit Formasi Arjosari yang menjemari dengan batuan gunungapi Formasi Mandalika, berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal (Gambar 1).



Gambar 1. Stratigrafi Pegunungan Selatan Jawa Bagian timur menurut Samodra (1993) dimana lokasi penelitian berada pada Formasi Mandalika, Formasi Jaten, Batuan Trobosan, dan Formasi Wonosari.

Kedua satuan itu diterobos oleh andesit, dasit, diorit, dan basal yang berumur 25 juta tahun yang lalu (akhir Oligosen Akhir). Satuan berumur Miosen Tengah, dari tua ke muda yaitu Formasi Jaten, Wuni, dan Nampol, menindih tak selaras batuan dibawahnya. Formasi Jaten yang merupakan sedimen darat hingga laut dangkal ditindih selaras Formasi Wuni yang sebagian berbatuan gunungapi bersusunan andesit-dasit. Formasi Nampol menindih selaras Formasi Wuni dan ditindih oleh Formasi Oyo. Formasi Oyo yang merupakan sedimen klastik campuran karbonat-tufaan berangsur berubah menjadi batugamping paparan dari Formasi Wonosari yang berumur akhir Miosen Tengah – Miosen Akhir. Formasi Kalipucung yang berumur Plistosen menindih tak selaras Formasi Wonosari.

Endapan Aluvium adalah satuan termuda yang menindih takselaras satuan yang lebih tua. Pada lokasi penelitian dijumpai satuan batuan breksi dan satuan batuan lava yang termasuk kedalam formasi mandalika (Tomm), satuan batuan batupasir yang termasuk kedalam formasi jaten (Tmj), satuan batuan batugamping yang masuk kedalam formasi wonosari (Tmw) serta satuan batuan alluvial tua dan alluvial muda yang masuk kedalam satuan *alluvium* (Qa).

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode kuantitatif, metode kualitatif, metode geologi teknik, dan pemetaan geologi. Pengujian geologi teknik yang dilakukan berupa uji sifat fisik tanah, uji sifat mekanik tanah, uji *atteberg limit*, dan uji *hydrometer*. Pengujian sifat fisik dan sifat mekanika tanah serta adanya data pendukung berupa

geometri dari setiap lereng dapat dilakukan analisis dengan *Software Slide* sehingga diketahui nilai faktor keamanan berdasarkan klasifikasi Bowles, 1989.

Uji ekspansivitas mineral lempung digunakan untuk mengetahui tingkat ekspansivitas lempung yang dapat diketahui melalui tabel aktivitas tanah serta mineral yang dikembangkan oleh Skempton 1953. Untuk mendapatkan nilai aktivitas tanah dibutuhkan data Indeks plastisitas dan presentase material yang lolos 2 μ . Untuk mendapatkan nilai indeks plastisitas dilakukan uji *Atteberg Limit*. Hasil yang didapatkan dari uji *atteberg limit* yaitu batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas. Untuk mendapatkan nilai presentase material yang lolos 2 μ dilakukan uji Hidrometer. Hasil dari perpotongan nilai indeks plastisitas dan batas plastis dapat untuk mengetahui mineral yang berkembang berdasarkan tabel *Plasticity Chart Cassagrande*.

Dengan diketahuinya kondisi kekuatan lereng serta kondisi mineral lempung yang telah dianalisis maka daerah yang rawan dapat dipetakan untuk menghasilkan peta rawan bencana longsor. Pembuatan peta rawan bencana longsor menggunakan metode skoring dan dikerjakan dengan aplikasi ArcMap 10.5. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter kelerengan, parameter curah hujan, parameter geologi, parameter *buffer* struktur dan parameter tataguna lahan. Setiap parameter memiliki nilai dan bobot yang berbeda dan mengacu kepada skoring BNPB tahun 2016.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil sifat fisik dan sifat mekanika batu berdasarkan pengamatan di lokasi penelitian dijumpai sebanyak 9 lokasi longsor dengan tipe longsor berjenis *rockfall* dan *rotational slide*. Masing masing lokasi kejadian longsor dilakukan pencatatan guna inventarisasi kejadian longsor (Tabel 1). Pengambilan sample dilakukan pada 3 titik lokasi pengamatan yang dapat merepresentasikan karakteristik longsor pada daerah penelitian. *Sample* yang diambil yaitu pada LP 91, LP 120, dan LP 56 (Tabel 2).

Pemilihan LP 91 diambil berdasarkan perwakilan dari *sample* satuan batuan breksi Mandalika dengan kondisi kejadian longsor yang sangat merugikan akibat membuat akses jalan antar kabupaten terputus. Pemilihan LP 120 diambil berdasarkan perwakilan dari *sample* satuan batuan batupasir Jaten yang telah lapuk dengan kondisi kejadian longsor yang menghambat akses transportasi warga antar desa. Pemilihan LP 56 diambil berdasarkan perwakilan dari *sample* satuan batuan lava Mandalika yang telah lapuk dan mengalami alterasi dengan kejadian longsor yang dapat menimpa rumah warga yang ada di sekitar kejadian.

Tabel 1. Rekapitulasi Kejadian Longsor di daerah Sawoo dan Sekitarnya

No	LP	Azimuth Lereng	Lokasi	Litologi	Lereng (°)	Tata Guna Lahan	Tipe Longsor
1	10	68	Sawoo	Lapukan Piroklastik	72	Kebun	<i>Rotational Slide</i>
2	31	90	Sawoo	Lapukan Piroklastik	55	Ladang	<i>Rotational Slide</i>
3	75	200	Pangkal	Lapukan lava andesit	67	Ladang	<i>Rockfall</i>
4	77	342	Pangkal	Lapukan lava andesit	48	Ladang	<i>Rockfall</i>
5	94	261	Sawoo	Lapukan breksi	55	Kebun dan pemukiman	<i>Rotational Slide</i>
6	85	4	Sawoo	Lapukan breksi	66	Kebun dan pemukiman	<i>Rotational Slide</i>
7	91	213	Sawoo	Lapukan breksi	60	Pemukiman	<i>Rotational Slide</i>
8	120	234	Temon	Lapukan piroklastik	45	Kebun	<i>Rotational Slide</i>

No	LP	Azimuth Lereng	Lokasi	Litologi	Lereng (°)	Tata Guna Lahan	Tipe Longsoran
9	56	182	Tumpak Pelem	Lapukan lava andesit	65	Kebun	<i>Rotational Slide</i>

Tabel 2. Rekapitulasi kejadian longsor yang dilakukan pengambilan sample pada lokasi penelitian

No LP	Desa	Litologi	Geometri Lereng	Sifat fisik dan mekanik	Tipe longsoran dan arah gerakan	FK dan klasifikasi Bowles, 1989
120	Temon X : 567438 Y : 9116788	Tanah lapukan batupasir	-Tinggi : 3,6 m -Panjang sisi miring : 5,2 m -Slope : 45°	c : 9,11 Kn/m ³ φ : 38° γ : 16,26 Kn/m ³	<i>Rotational slide</i> (N152°E)	1,432
91	Sawoo X : 563343 Y : 9115073	Tanah lapukan breksi	Tinggi : 6 m Panjang sisi miring : 6,9 m Slope : 60°	c : 5,88 Kn/m ³ φ : 45° γ : 15,48 Kn/m ³	<i>Rotational slide</i> (N184°E)	0,817
56	Tumpak Pelem X : 566683 Y : 9114719	Tanah lapukan lava andesit	Tinggi : 7,6 m Panjang sisi miring : 8,4 m Slope : 65°	c : 7,84 Kn/m ³ φ : 42° γ : Kn/m ³	<i>Rotational slide</i> (N160°E)	0,737

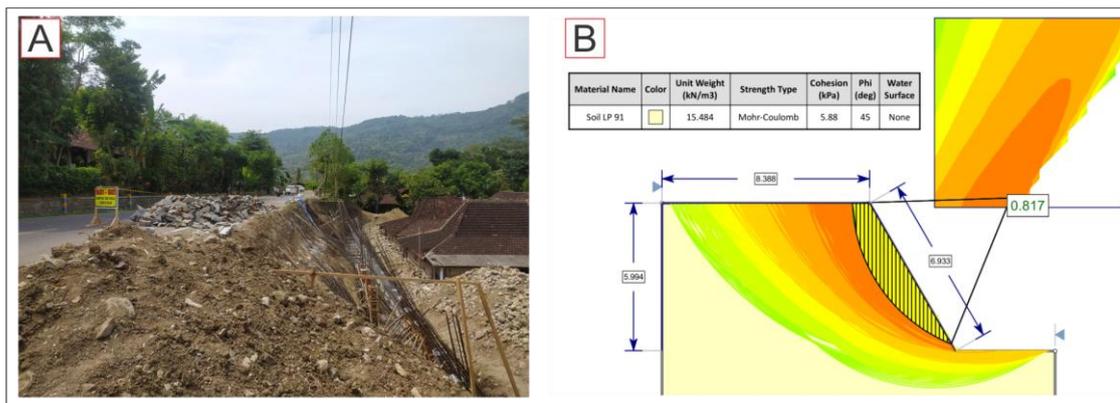
Berdasarkan hasil analisis sifat fisik dan sifat mekanika tanah yang kemudian diolah untuk menghasilkan faktor keamanan lereng dapat diketahui bahwa pada LP 91 dan LP 56 termasuk kedalam kategori labil sedangkan pada LP 120 termasuk kedalam kategori aman menurut faktor kewanaman Bowles, 1989 (Tabel 3). Lokasi potensi Gerakan tanah terletak di desa Temon yang memiliki bentuk lahan perbukitan terkikis sedang dengan kelerengan miring – curam. Material penyusun lereng berupa tanah lapukan batupasir Jaten. Arah muka lereng tanah dengan notasi N 152° E yang mengarah ke tenggara. Jenis dari gerakan tanah ini adalah *rotational landslide*.

Tabel 3. Nilai Faktor Keamanan dan Intesitas Longsor Bowles 1989

Nilai Faktor Keamanan	Kejadian atau Intesitas Longsor
<1,07	Longsoran terjadi biasa/sering (kelas labil)
1,07 – 1,25	Longsoran pernah terjadi (kelas kritis)
>1,25	Longsoran jarang terjadi (kelas stabil)

Hasil dari uji *software Slide V6* didapatkan nilai FK berdasarkan metode GLE/Morgenstern-Price yaitu 1,432 yang menunjukkan bahwa tanah yang ada di sekitar lereng termasuk kelas aman (Bowles, 1989). Kejadian longsor pada LP 120 telah mengakibatkan titik kesetimbangan yang baru sehingga hasil analisis faktor keamanan termasuk kedalam kategori aman, namun apabila terjadi getaran di sekitar badan jalan dan curah hujan yang tinggi tidak menutup kemungkinan nilai FK akan berkurang sehingga dapat terjadi longsor kembali.

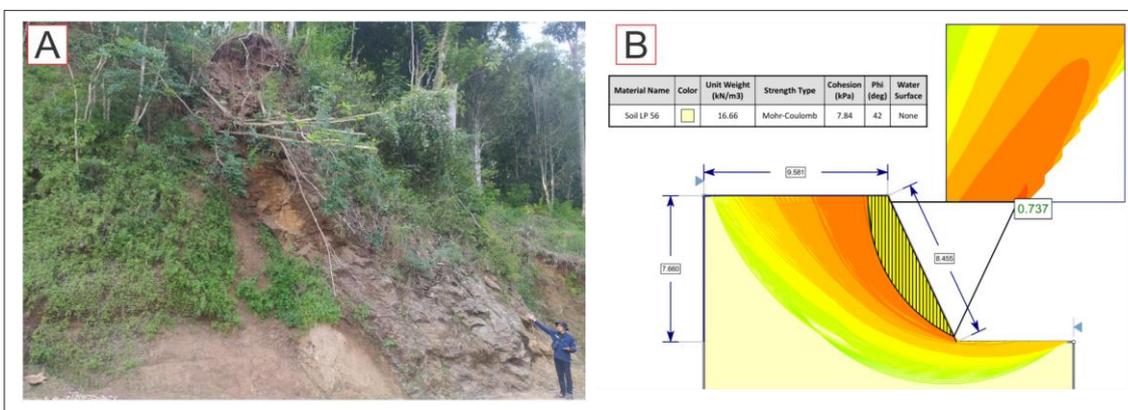
Lokasi potensi Gerakan tanah terletak di desa Sawoo yang memiliki bentuk lahan perbukitan vulkanik terdenudasi dengan kelerengan miring – sangat curam. Material penyusun lereng berupa tanah lapukan breksi vulkanik Mandalika. Arah muka lereng tanah dengan notasi N 184° E yang mengarah ke selatan. Jenis dari gerakan tanah ini adalah *rotational landslide*. Hasil dari uji *software Slide V6* didapatkan nilai FK berdasarkan metode GLE/Morgenstern-Price yaitu 0,817 yang menunjukkan bahwa tanah yang ada di sekitar lereng termasuk kelas labil (Bowles, 1989) (Gambar 2.).



Gambar 2. Hasil uji analisa kestabilan lereng dimana pada gambar A menunjukkan foto singkapan pada LP 91 dan gambar B merupakan hasil analisis software *Slide* yang menunjukkan nilai FK 0,817 dengan kondisi labil (Bowles, 1989).

Lokasi potensi Gerakan tanah terletak di desa Tumpak Pelem yang memiliki bentuk lahan perbukitan struktural dengan keterenggan miring – sangat curam. Material penyusun lereng berupa tanah lapukan lava Mandalika. Arah muka lereng tanah dengan notasi N 160° E yang mengarah ke tenggara. Jenis dari gerakan tanah ini adalah *rotational landslide*. Hasil dari uji *software Slide V6* didapatkan nilai FK berdasarkan metode GLE/Morgenstern-Price yaitu 0,737 yang menunjukkan bahwa tanah yang ada di sekitar lereng termasuk kelas labil (Bowles, 1989) (Gambar 3).

Untuk mengetahui penyebab utama terjadinya longsor maka perlu dilakukan penyelidikan geologi teknik lanjut dengan dilakukan uji berupa *atteberg limit* dan *hidrometer*. Uji ini dilakukan dengan pertimbangan ditemukannya sample batuan yang telah mengalami perubahan mineral berupa mineral lempung. Mineral lempung yang aktif dapat mengalami kembang susut akibat adanya air yang terkandung didalam ikatan kimia.



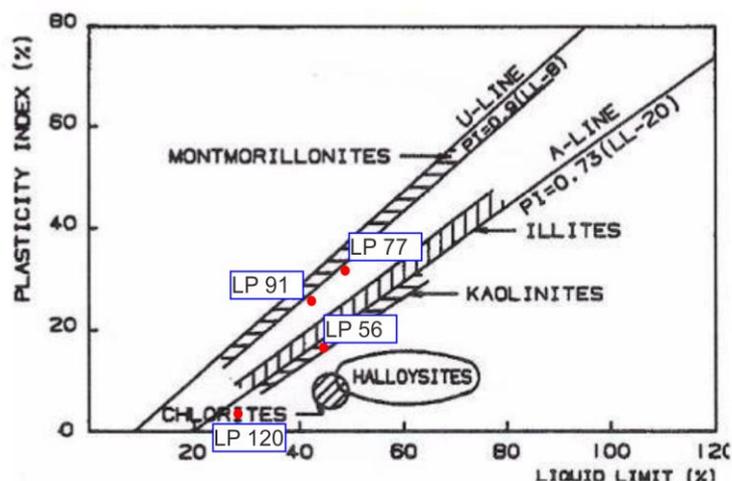
Gambar 3. Hasil uji analisa kestabilan lereng dimana pada gambar A menunjukkan foto singkapan pada LP 56 dan gambar B merupakan hasil analisis software *Slide* yang menunjukkan nilai FK 0,737 dengan kondisi labil (Bowles, 1989).

Tabel 4. Hasil uji *Atteberg limit* pada lokasi penelitian

No sampel	Batas cair %	Batas plastis %	Indeks Plastisitas %
LP 120	35	34,7	0,3
LP 56	43	17	26
LP 91	45	28	17
LP 77	49	15	34

Dari hasil uji *Atteberg Limit* didapatkan hasil batas cair dan batas plastis yang dapat digunakan untuk mengetahui mineral lempung yang berkembang di lokasi penelitian digunakan *Casagrande plasticity chart* (1948) (Tabel 4). Dari hasil plotting titik lokasi didapatkan hasil LP 56 dijumpai mineral Kaolinit, LP 77 dan LP 91 dijumpai mineral *Montmorillonit* (Gambar 4).

$$\text{Aktivitas} = \frac{\text{Indeks Plastisitas (\%)}}{\text{Kandungan Lempung < 2\mu}}$$



Gambar 4. Hasil plotting nilai indeks plastisitas dan batas cair dari hasil Analisis *Atteberg Limit* pada diagram *casagrande plasticity chart* (1948) yang menghasilkan mineral kaolinit dan *montmorillonit*

Pada percobaan *hydrometer* ini bertujuan untuk menentukan distribusi dari butiran tanah yang memiliki diameter lebih kecil dari 0.074 mm atau lolos saringan no. 200 ASTM dengan cara pengendapan (*hydrometer*) yang mengacu kepada SNI 3423:2008. Uji Hidrometer dilakukan oleh tim Balai Teknik Sabo Direktorat Jendral Sumberdaya Air Kementerian PUPR Yogyakarta. Sample yang diujikan merupakan sample LP 77, LP 91, dan LP 56 yang merupakan sample dengan teralterasi kuat.

Uji ekspansivitas mineral oleh Skempton (1953) dibuat berdasarkan perbandingan antara indeks plastisitas. Nilai aktivitas tanah dapat dihitung dengan formula:

Dari perhitungan tersebut skempton membuat klasifikasi aktivitas lempung menjadi tiga yaitu tidak aktif, normal dan aktif sebagai berikut :

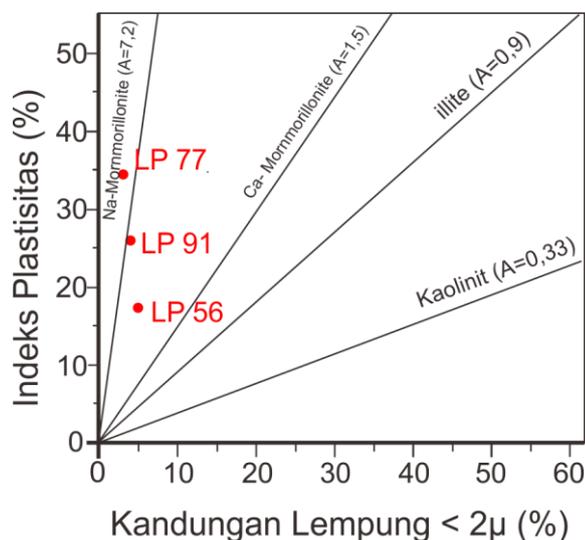
- lempung tidak aktif — aktivitas < 0,75
- lempung normal — aktivitas 0,75 hingga 1,25
- tanah liat aktif — aktivitas > 1,25

Tabel 5. Hasil uji nilai ekspansivitas berdasarkan Skempton, 1953

No Sample	Indeks Plastisitas (%)	Kandungan lempung < 2μ (%)	Aktivitas
LP 77	34	3,22	10,55
LP 91	17	3,97	4,28
LP 56	26	5,1	5,09

Lempung dengan tingkat aktivitas < 0,75 dicirikan dengan kehadiran mineral illit, kaolinit, kuarsa, mika dan kalsit. Lempung dengan tingkat aktivitas 0,75 hingga 1,25 dicirikan dengan kehadiran mineral *illite*, kaolinit dan *halloysite*. lempung dengan tingkat aktivitas >1,25 dicirikan dengan mineral *montmorillonit*. Berdasarkan data indeks plastisitas pada uji *attaberg limit* dan kandungan lempung < 2μ pada uji hidrometer di LP 77, LP 91, dan LP 56 menunjukkan

tingkat aktivitas >1,25 yang masuk kedalam kategori aktif (Skempton, 1953). Berdasarkan diagram aktivitas lempung oleh Skempton 1953 didapatkan hasil pada LP 77 dan LP 91 terdapat kandungan mineral Na-Montmorillonite sedangkan LP 56 terdapat Ca-Montmorillonite.



Gambar 5. Hasil plotting nilai indeks plastisitas dan kandungan lempung < 2µ dari hasil Analisis *atteberg limit* dan hidrometer pada diagram *clay activity* (Skempton, 1953) yang menghasilkan mineral Na-montmorillonit dan Ca-montmorillonit.

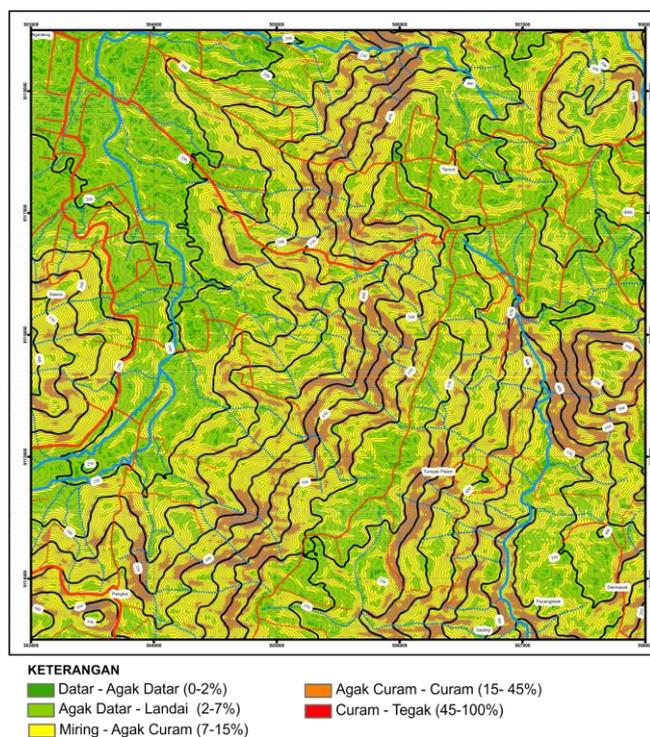
Dengan ditemukannya banyak kejadian longsor pada lokasi penelitian maka perlu adanya peta rawan bencana longsor. Peta ini dibuat berdasarkan analisis rawan bencana longsor menggunakan metode skoring dan dikerjakan dengan aplikasi *ArcMap* 10.5. Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter kelerengan, parameter curah hujan, parameter geologi, parameter *buffer* struktur dan parameter tataguna lahan. Setiap parameter memiliki nilai dan bobot yang berbeda dan mengacu kepada skoring BNPB tahun 2016.

Tabel 6. Skoring untuk analisa rawan bencana longsor menurut BNPB tahun 2016

No	Data	Parameter	Pengkelasan	Nilai kelas	Skor	Bobot
1	DEM	Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1979)	0-2 %	1	2	2
			2-7 %	2	4	
			7-15 %	3	6	
			15-45 %	4	8	
			45-100 %	5	10	
2	GEOLOGI	Tipe Batuan	Endapan Alluvial	1	2	1
			Lava Mandalika	2	2	
			Intrusi Andesit	3	2	
			Batupasir Jaten	4	4	
			Batugamping Wonosari	5	4	
			Breksi Mandalika	6	6	
			Breksi Mandalika Teralterasi	7	8	
		Jarak dari sesar aktif	>10 m	1	2	0,05
10 m	2	4				
5 m	3	6				
3	HIDROLOGI	Curah Hujan	<2000 mm/thn	1	3	1

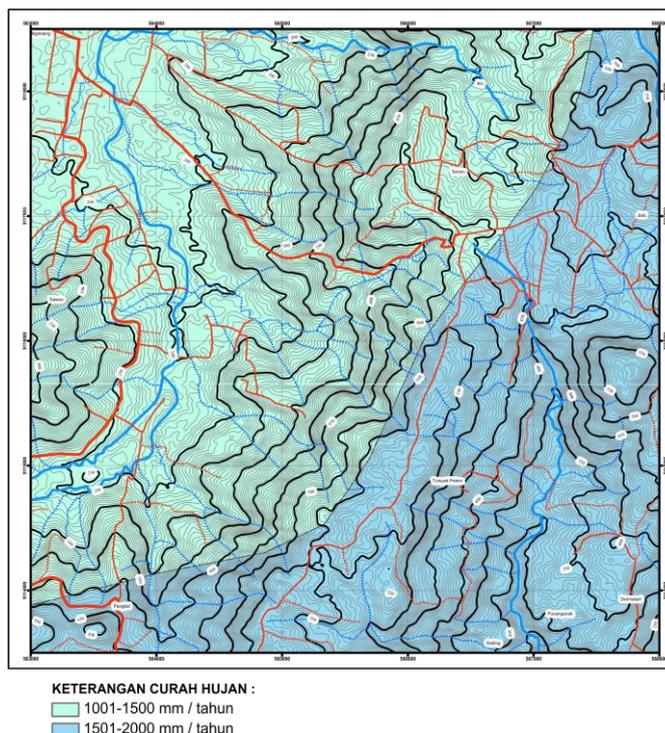
		Tahunan	2000-3000 mm/thn	2	6	
4	TATAGUNA LAHAN	Tata Guna	Sungai	1	2	0,05
		Lahan	Pemukiman	2	2	
			Agri Sawah	3	2	
			Agri Ladang	4	4	
			Agri Kebun	5	6	

Peta kelerengan dihasilkan dari Analisis citra DEMNAS yang diolah melalui aplikasi *ArcMap 10.5.1* dengan metode *percent rise*. Data citra DEMNAS sendiri diperoleh melalui website tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/ yang kemudian dipastikan ketepatan datanya dengan menampilkan dengan citra *google earth*. Dari pengolahan data kelerengan didapatkan 5 kelas yaitu datar – agak datar, agak datar – landai, miring – agak curam, agak curam – curam, dan curam – tegak.



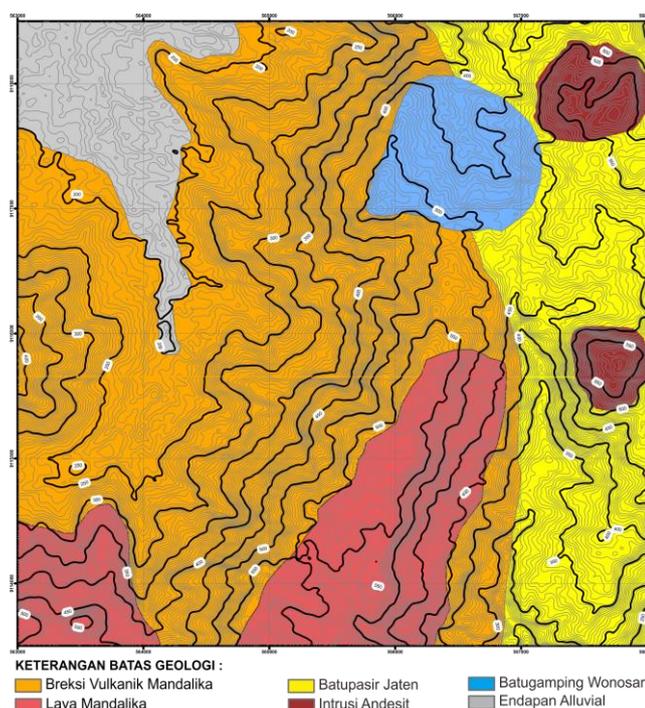
Gambar 6. Kemiringan lereng yang semakin tinggi menyebabkan gaya gravitasi dan gaya tarik untuk menuruni lereng yang tinggi sehingga menyebabkan tingginya pengaruh longsor.

Peta parameter curah hujan dibuat berdasarkan digitasi dari peta prakiraan curah hujan musim hujan tahun 2020/2021 zona musim di provinsi Jawa Timur yang dibuat oleh BMKG 2020/2021 melalui stasiun klimatologi Malang. Pada lokasi penelitian terdapat dua data curah hujan terbagi yaitu curah hujan 1000-1500 mm/tahun yang berada di tengah peta hingga ke barat laut dan curah hujan 1501-2000 mm/tahun (Gambar 7).



Gambar 7. Peta parameter parameter curah hujan pada lokasi penelitian yang membagi menjadi 2 zona yaitu 1001-1500 mm/tahun dan 1501 - 2000mm/tahun

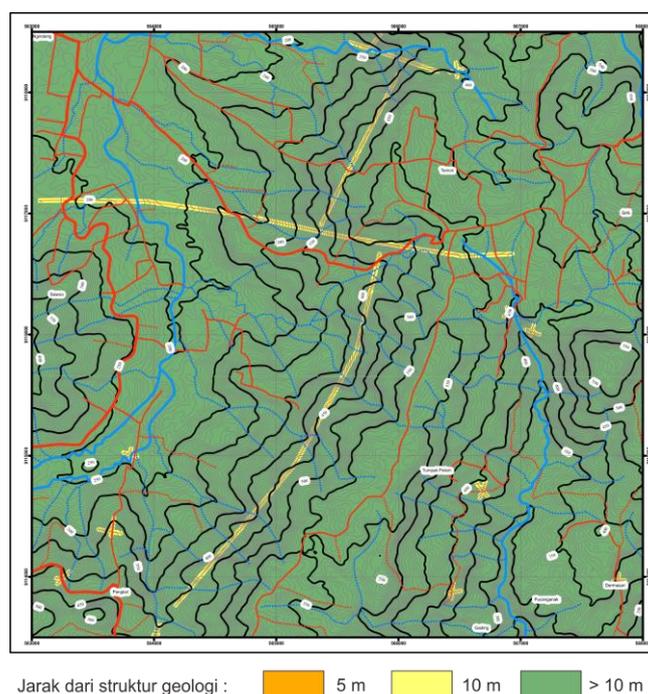
Peta parameter geologi dibuat berdasarkan pengamatan langsung di lapangan. Dari parameter geologi ini diamati jenis litologi, resistensi batuan, kompaksi batuan serta adanya pengaruh alterasi. Dari hasil Analisis menunjukkan bahwa satuan batuan terbagi menjadi 4 kelompok skor. Endapan alluvial, lava mandalika, dan intrusi andesit masuk kedalam skor 2. Hal ini dikarenakan kompaksi dan resistensi batuan beku yang dimiliki lava mandalika dan intrusi andesit menghasilkan pengaruh yang kecil untuk longsor.



Gambar 8. Peta parameter geologi pada lokasi penelitian yang membagi menjadi 6 zona yaitu breksi vulkanik mandalika, lava mandalika, batupasir jaten, intrusi andesit, batugamping wonosari dan endapan alluvial.

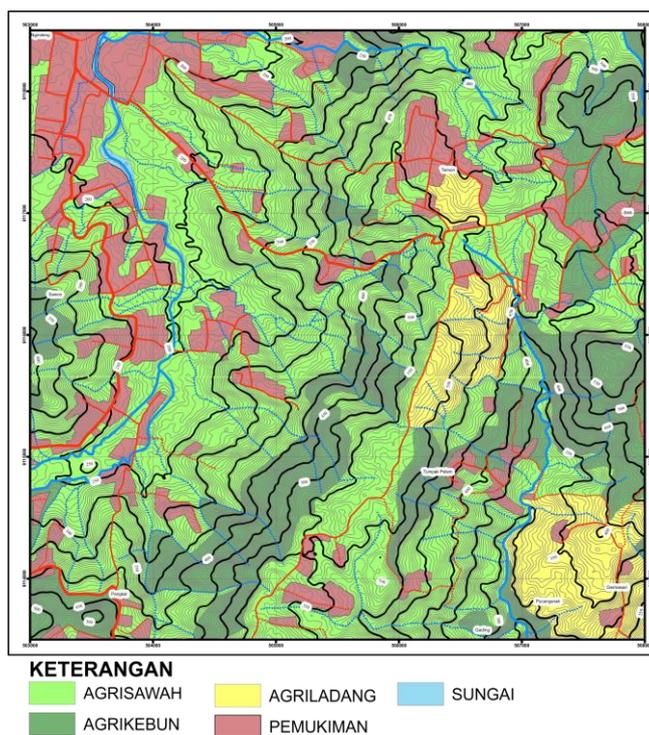
Endapan alluvial memiliki butir lepas dan tersusun dari berbagai material namun berada di elevasi yang rendah serta memiliki kelereng yang datar sehingga memiliki pengaruh longsor yang kecil. Selanjutnya satuan batupasir jaten dan satuan batugamping Wonosari masuk kedalam skor 4. Hal ini dikarenakan kedua satuan tersebut mengalami denudasi yang berakibat dapat menghasilkan longsor. Skor tertinggi pada peta parameter geologi yaitu satuan breksi vulkanik Mandalika. Satuan breksi vulkanik Mandalika memiliki alterasi yang menghasilkan mineral lempung berupa *kaolinit*, *illite*, dan *montmorillonit* yang sangat berpengaruh akan terjadinya longsor.

Parameter geologi yang diambil untuk melakukan analisis rawan bencana longsor selain batas satuan batuan yaitu perkembangan struktur geologi yang analisis dengan buffer struktur. Parameter *buffer* struktur dibuat berdasarkan pengamatan sesar dilapangan serta peta geologi regional. Pengaruh struktur yang berkembang hanya berkisar 5 meter dan 10 meter dari sesar aktif. Hal ini ditunjukkan bahwa pengamatan dilapangan tidak menunjukkan adanya kekar maupun sesar yang berkembang pada jarak lebih dari 10 meter (Gambar 9).



Gambar 9. Peta parameter *buffer* struktur pada lokasi penelitian yang membagi menjadi 3 zona yaitu jarak 5 m, 10 m, dan > 10m.

Parameter tataguna lahan merupakan parameter yang dibuat berdasarkan data dari tanahair.indonesia.go.id/portalweb/download/perwilayah. Dari data geospasial diperoleh 5 tataguna lahan yaitu sungai, pemukiman, agrisawah, agri ladang, dan agri kebun (Gambar 10). Sesuai dengan skoring dan pembobotan modifikasi BNPB tahun 2016 dan pengamatan langsung dilapangan maka skoring dari terendah sampai tertinggi yaitu sungai, pemukiman, agrisawah, agriladang, dan agrikebun.

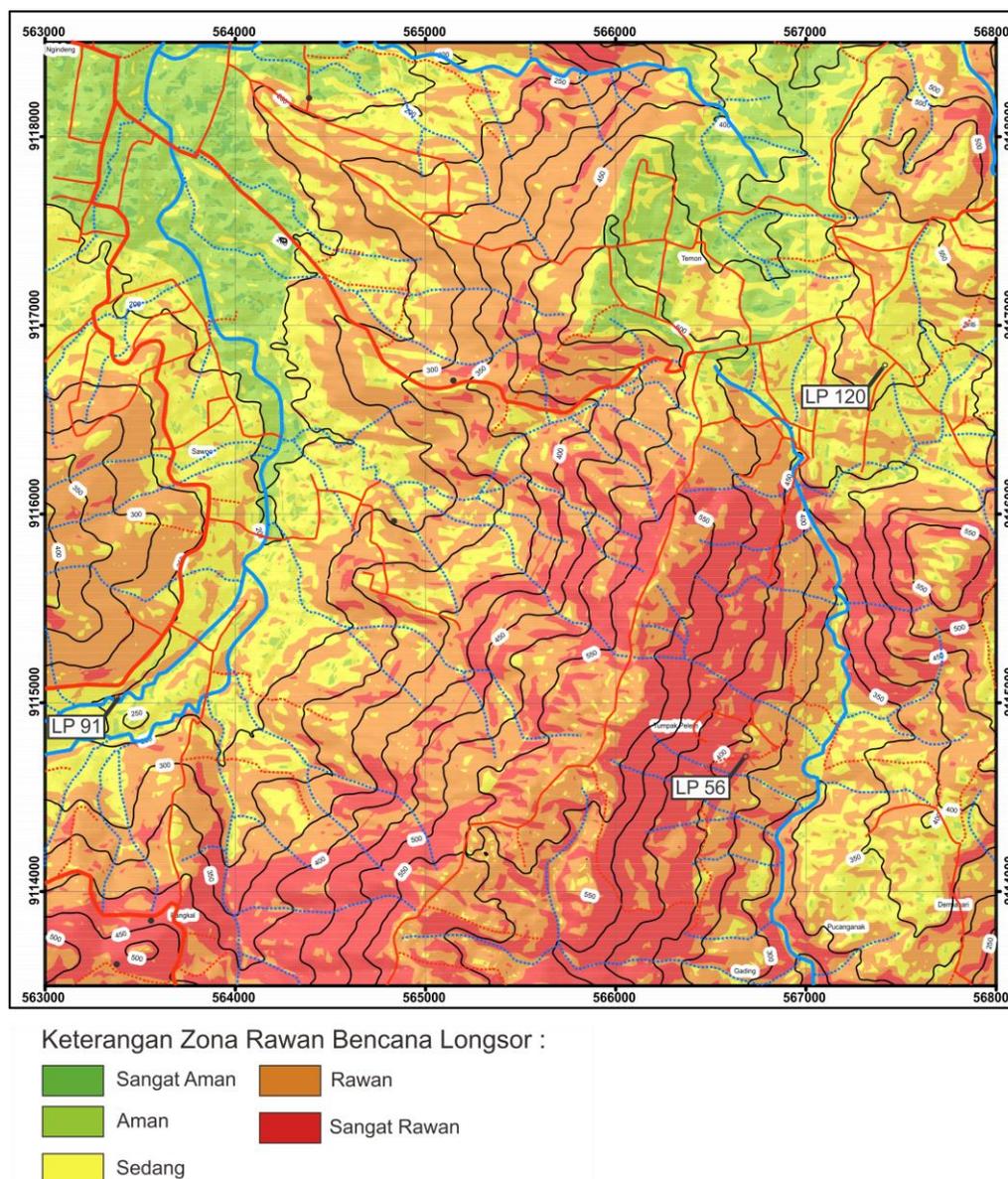


Gambar 10. Peta parameter tataguna lahan pada lokasi penelitian yang membagi menjadi 5 zona yaitu agrisawah, agriladang, agrikebun, pemukiman, dan sungai.

Peta rawan bencana longsor dihasilkan dari melakukan penggabungan terhadap 5 parameter melalui fungsi *union* pada aplikasi ArcMap 10.5.1. Setelah terbentuk menjadi satu layer maka dilakukan perhitungan dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Bobot} = 40\% * \text{kemiringan lereng} + 20\% * \text{jenis batuan penyusun} + 10\% * \text{jarak terhadap sesar} + 20\% * \text{curah hujan tahunan} + 10\% * \text{tata guna lahan.}$$

Berdasarkan hasil analisa rawan bencana longsor menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian terbagi menjadi 5 kelas yaitu Sangat Aman, Aman, Sedang, Rawan dan Sangat Rawan yang ditunjukkan pada (Gambar 11). Hasil dari analisis peta rawan bencana longsor pada daerah telitian menunjukkan adanya zona sangat aman dengan luasan area 1.27%, aman dengan luasan area 11.07%, sedang dengan luasan area 26.33%, rawan dengan luasan area 41.98%, dan sangat rawan dengan luasan area 19.35%.



Gambar 11. Peta hasil analisa rawan bencana longsor pada lokasi penelitian yang membagi menjadi 5 zona yaitu sangat aman, aman, sedang, rawan dan sangat rawan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Analisa kestabilan lereng menunjukkan lereng pada LP 120 memiliki FK 1,43 (Aman), lereng pada LP 91 memiliki FK 0,81 (Labil), dan lereng pada LP 56 memiliki FK 0,73 (Labil).
2. Analisa *Atteberg Limit* menunjukkan perkembangan mineral Montmorillonit pada LP 91 dan LP 77 serta mineral Kaolinit pada LP 56. Analisa Hidrometer menunjukkan tingkat aktivitas mineral pada LP 77 dengan nilai aktivitas 10,55 (Na-montmorillonit), pada LP 91 dengan nilai aktivitas 4,28 (Na-montmorillonit), dan pada LP 56 dengan nilai aktivitas 5,09 (Ca-montmorillonit). Kehadiran mineral *Montmorillonit* dengan nilai aktivitas yang tinggi merupakan penyebab terjadinya longsor pada daerah telitian.
3. Hasil dari analisis peta rawan bencana longsor pada daerah telitian menunjukkan adanya zona sangat aman dengan luasan area 1.27%, aman dengan luasan area 11.07%, sedang dengan luasan area 26.33%, rawan dengan luasan area 41.98%, dan sangat rawan dengan luasan area 19.35%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing pada penelitian ini yaitu Dr. Ir. Purwanto, M.T. dan Dr. Ir. Sugeng Rahardjo, M.T. serta rekan-rekan yang telah ikut membantu dalam penyusunan artikel dan bersedia mereview artikel ini. Semoga tulisan ini bermanfaat untuk penelitian berikutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, 1989. *Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- BMKG, 2021. *Peta Prakiraan Curah Hujan Musim Hujan Tahun 2020/2021 Zona Musim Di Provinsi Jawa Timur*. Malang
- BNPB, 2016. *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta
- Casagrande, A. 1948. Classification and identification of soils. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 113(1), 901-930.
- Samodra, H., dan Wirjosujono, S. 1993. Stratigraphy and tectonic history of the Eastern Southern Mountains, Jawa, Indonesia. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 3, 14-22.
- Skempton, A.W. 1953. The colloidal "Activity" of clays. *Proceedings of the 3rd International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering*. (1) 57-60.
- SNI 3423-2008. *Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*.