

GEOLOGI DAN ANALISIS KESTABILAN LERENG DESA NGAGLIK DAN SEKITARNYA, GEBANG, PURWOREJO, JAWA TENGAH

Capoeira, Eko Teguh Paripurno, Sari Bahagiarti Kusumayudha

Prodi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPNYK Jl. SWK 104 Condongcatur Yogyakarta

Sari – Bencana alam merupakan peristiwa alam yang dapat terjadi setiap saat dimana saja dan kapan saja, yang menimbulkan bagi kehidupan masyarakat. Tanah longsor merupakan salah satu bencana yang menimbulkan banyak kerugian bagi masyarakat.

Secara administrasi daerah telitian berada di daerah Desa Ngaglik, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Secara astronomis berada pada di zona UTM (*Universal Transverse Mercator*) 49S dengan koordinat x: 385500-390500 (*west-east*) dan y:9155000-9160000 (*south-north*). Luas daerah telitian 25 km² dengan skala 1:12.500. Metode yang peneliti gunakan berupa studi pustaka, pemetaan geologi permukaan dan analisis hasil laboratorium pada conto batuan dan tanah menghasilkan Peta Geomorfologi, Peta Lintasan, Peta Geologi dan Peta Zonasi Rawan Bencana Longsor.

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi didapatkan dua satuan bentuk asal dengan 3 satuan bentuklahan, yaitu bentuk asal struktural dengan bentuklahan perbukitan homoklin (S1) dan lembah homoklin (S2), serta bentuk asal fluvial dengan bentuklahan dataran alluvial (F1). Pola pengaliran yang berkembang di daerah telitian berupa pola aliran *trellis*.

Stratigrafi daerah telitian dibagi menjadi tiga satuan batuan dan endapan alluvial. Urutan satuan batuan dari yang tertua hingga termuda adalah satuan breksi Halang hubungan stratigrafi menjari dengan satuan batupasirtufan Halang (Miosen akhir) dan satuan batupasirkarbonatan Halang (Pliosen awal). Struktur geologi yang berkembang pada daerah telitian berupa sesar mendatar kanan turun Kali Jali, Girimulyo, sesar mendatar kanan naik Prumben-Tlogosono dan sesar mendatar kiri turun Tlogosono.

Dari hasil pemetaan geoteknik didapatkan delapan lereng yang dianalisis, yaitu empat lereng tanah dan empat lereng batuan. Kriteria keruntuhan yang digunakan berupa Mohr-Coloumb dan *Generalized Hoek and Brown* dengan metode kesetimbangan batas menurut Morgensten-Price. Hasil analisis faktor keamanan menyatakan lima lereng dengan kelas stabil, 2 lereng dengan kelas labil dan 1 lereng dengan kelas kritis.

Zona rawan bencana longsor dibuat menggunakan *software ArcGis 10.4.1*, didapatkan tiga kelas kerawanan longsor pada daerah telitian, yaitu kelas kerawanan longsor tinggi, sedang dan rendah. Analisis zona rawan bencana longsor menggunakan enam parameter bencana longsor, yaitu curah hujan, kemiringan lereng, satuan batuan, jarak struktur, tata guna lahan dan nilai FK.

Kata-kata Kunci : halang, gerakan massa, longsor, FK

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng. Bencana tanah longsor banyak menimbulkan korban jiwa dan kerugian material yang sangat besar, seperti rusaknya lahan pertanian, pemukiman, jalan, jembatan, saluran irigasi, dan prasarana fisik lainnya (Rahman, 2010).

Longsor memiliki dampak negatif yang berpotensi membahayakan keselamatan masyarakat sekitar. Faktor penyebab tanah longsor secara alamiah meliputi morfologi permukaan bumi, kondisi lereng, penggunaan lahan, litologi, struktur geologi dan curah hujan yang sempat cukup tinggi. Kondisi lereng yang tidak stabil dan tidak memenuhi kriteria keamanan sangat berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya dan dapat menjadi ancaman hidup bagi manusia.

Bencana tanah longsor sudah menampakkan dampak negatifnya pada beberapa kecamatan, seperti yang dilansir dari *detiknews*, menurut Kepala BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Purworejo, Boedi Hardjono, Cilacap dan Purworejo menjadi dua kota paling rawan bencana tanah longsor di Jawa Tengah. Perhitungan BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) tentang Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) tahun 2013 hingga 2018 ini, Purworejo menempati urutan ke 18 dari 496 Kabupaten/ Kota se-Indonesia dengan skor 215 dan masuk kategori kelas risiko tinggi. Oleh karena itu, analisis mengenai tanah longsor dan kestabilan lereng sangat diperlukan untuk meminimalisasi risiko bencana longsor, khususnya pada Kabupaten Purworejo.

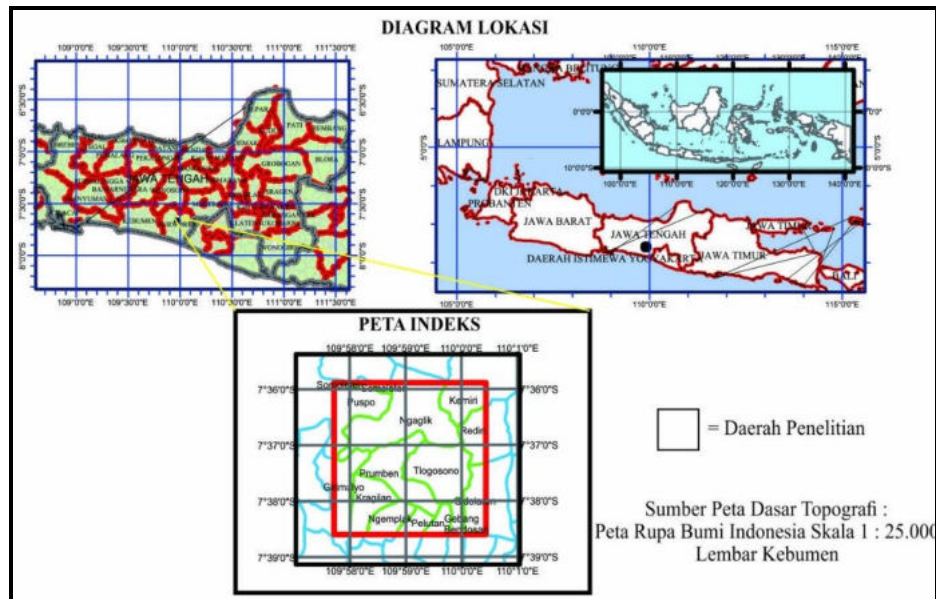
Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan geologi serta mengamati dan menganalisis kestabilan lereng daerah penelitian. Sedangkan, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi geomorfologi,

stratigrafi, struktur geologi, dan sejarah geologi daerah penelitian serta menentukan faktor keamanan dan pengaruh terhadap longsor daerah penelitian.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian skripsi berada di daerah Desa Ngaglik dan sekitarnya, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Lokasi penelitian meliputi beberapa desa dan dapat ditempuh melalui jalan utama Kemiri-Bruno (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap akuisisi, analisis dan sintesis. Tahap akuisisi merupakan tahapan perolehan data. Perolehan data dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan sekunder. Pada perolehan data primer dilakukan pemetaan geologi permukaan di lapangan meliputi geomorfologi, struktur geologi, litologi dan faktor analisis kestabilan lereng. Sedangkan pada perolehan data sekunder diambil pada beberapa referensi badan penelitian ataupun peneliti terdahulu. Data sekunder meliputi peta regional, peta RBI, informasi dari peneliti terdahulu, curah hujan, jenis tanah dan data lain yang bersangkutan dengan penelitian. Tahap analisis merupakan proses pengolahan data untuk mendapatkan kesimpulan akhir. Tahapan analisis dibagi menjadi lima, yaitu analisis pola pengaliran, geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan geologi teknik. Tahap sintesis merupakan hasil dari analisis. Hasil yang diperoleh berupa kondisi geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan kestabilan lereng serta kendali kestabilan lereng terhadap zonasi rawan bencana longsor daerah penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Geologi Daerah Penelitian

Pola Pengaliran

Pada daerah penelitian terdapat satu pola pengaliran yaitu pola pengaliran *trellis* (Howard, 1967). Pola pengaliran *trellis* dapat dilihat dari kondisi sungai yang memperlihatkan cabang sungai yang pendek dan mengalir menuju sungai utama dengan sudut relatif tegak lurus. Hal ini dapat mencerminkan kelerengan yang miring hingga sangat curam dan umumnya dipengaruhi oleh struktur geologi dan erosi, serta bentuk lembah tempat sungai ini mengalir cenderung berbentuk U-V. Tempat mengalir sungai ini berupa batuan dasar, dan litologi yang menyusunnya berupa batupasir tufan, batupasir karbonatan dan breksi.

Geomorfologi

Pada daerah penelitian terdapat tiga satuan bentuklahan dengan dua jenis bentukkasal. Bentukkasal struktural terbentuk akibat adanya tenaga endogen berupa pengangkatan dan struktur geologi berupa sesar dan rekahan. Bentukkasal struktural pada daerah penelitian dibagi menjadi dua, yaitu perbukitan homoklin dan lembah homoklin. Penunjang pembentukan bentuklahan ini berupa aktivitas erosi dan pelapukan. Bentukkasal fluvial terbentuk akibat adanya proses fluvial. Bentukkasal ini memiliki bentuklahan berupa tubuh sungai yang mengalir pada batuan dasar.

Stratigrafi

Pembagian stratigrafi daerah penelitian Desa Ngaglik dan sekitarnya menggunakan sistem penamaan litostratigrafi tidak resmi yang di atur dalam Sandi Stratigrafi Indonesia (1996). Penamaan satuan batuan berdasarkan karakteristik fisik batuan yang teramati di lapangan, jenis litologi, keseragaman, dan posisi stratigrafi terhadap satuan batuan.

Berdasarkan pengamatan dan melihat bukti kenampakan di lapangan, serta didukung oleh data-data hasil analisis laboratorium, maka stratigrafi Daerah Ngaglik dan sekitarnya secara berurutan dari tua ke muda adalah sebagai satuan breksi Halang, satuan batupasirtufan Halang, satuan batupasirkarbonatan Halang dan endapan alluvial (Gambar 2). Penentuan posisi stratigrafi tersebut berdasarkan pengamatan data di lapangan berupa profil singkapan dan peta geologi daerah telitian. Untuk penentuan umur absolut satuan ditemukan data pendukung berupa fosil foraminifera planktonik dan bentonik pada dua lokasi pengambilan sampel. Pada satuan batupasirtufan Halang terdapat satu lokasi dan satuan batupasirkarbonatan Halang terdapat satu lokasi. Untuk satuan breksi Halang, penulis menggunakan acuan umur menurut Asikin, 1974.

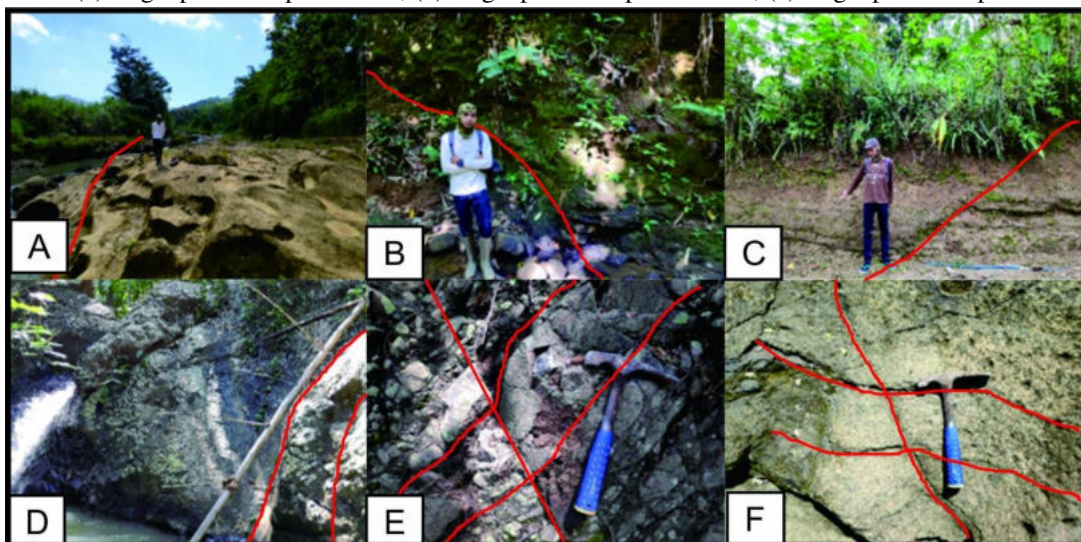
KOLOM STRATIGRAFI:

Umur Geologi		Blow (1969)	Litostratigrafi		Fosil	
Zaman	Kala		Warna Satuan	Satuan Batuan	Planktonik	Bentonik
KUARTER				Endapan Alluvial		
TERTIER	PLIOSEN	N18-N19		Batupasir karbonatan Halang	<i>Globigerina riveroae</i> <i>Globorotalia menariti</i> <i>Globorotalia plesionamida</i> <i>Hastigerina aequilateralis</i> <i>Orbulina universa</i>	<i>Orthomorphia challengeriana</i> <i>Cibicides praecinctus</i>
	MIOSEN AKHIR	N17		Batupasir tufan Halang Breksi Halang	<i>Globorotalia plesionamida</i> <i>Sphaeronicella sublehisensis</i> <i>Globigerinoides timanurus</i> <i>Hastigerina aequilateralis</i> <i>Orbulina universa</i>	<i>Amphicoryna scalaris</i> <i>Barhisiphon</i> sp.

Gambar 2. Kolom stratigrafi daerah penelitian oleh penulis

Struktur Geologi

Gambar 3. (a) singkapan sesar pada LP52, (b) singkapan sesar pada LP106, (c) singkapan sesar pada LP19,



(d) singkapan sesar pada LP102, (e) singkapan shear joint pada LP60, (f) singkapan shear joint pada LP93).

Struktur geologi yang ditemukan pada daerah penelitian berupa sesar dan rekahan. Terdapat empat lokasi pengambilan data sesar dan dua lokasi pengambilan data rekahan. Penamaan nama sesar berdasarkan klasifikasi

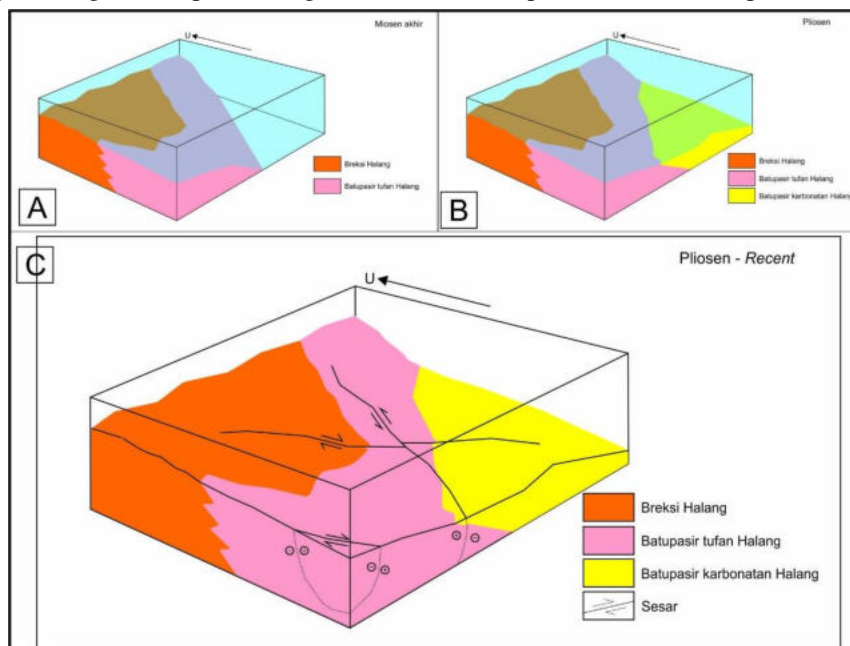
Rickard, 1972. Terdapat tiga sesar yang ditemukan pada daerah penelitian, yaitu sesar mendatar kanan turun Kali Jali, Girimulyo pada LP 52 dengan kedudukan bidang sesar $N165^{\circ}E/86^{\circ}$ (Gambar 3.a), sesar mendatar kanan naik Prumben-Tlogosono pada LP 102 dan LP 106 dengan kedudukan bidang sesar $N316^{\circ}E/82^{\circ}$ dan $N300^{\circ}E/58^{\circ}$ (Gambar 3.b dan 3.d), serta sesar mendatar kiri turun Tlogosono pada LP 19 dengan kedudukan bidang sesar $N180^{\circ}E/48^{\circ}$ (Gambar 3.c). Terdapat 2 zona rekahan yang ditemukan pada daerah penelitian, yaitu *shear joint* Desa Puspo pada LP 60 dengan arah tegasan utama 79° , $N92^{\circ}E$ (Timur-Barat) (Gambar 3.e) dan *shear joint* Desa Ngemplak pada LP 93 dengan arah tegasan utama 01° , $N136^{\circ}E$ (Barat Laut-Tenggara) (Gambar 3.f).

Sejarah Geologi

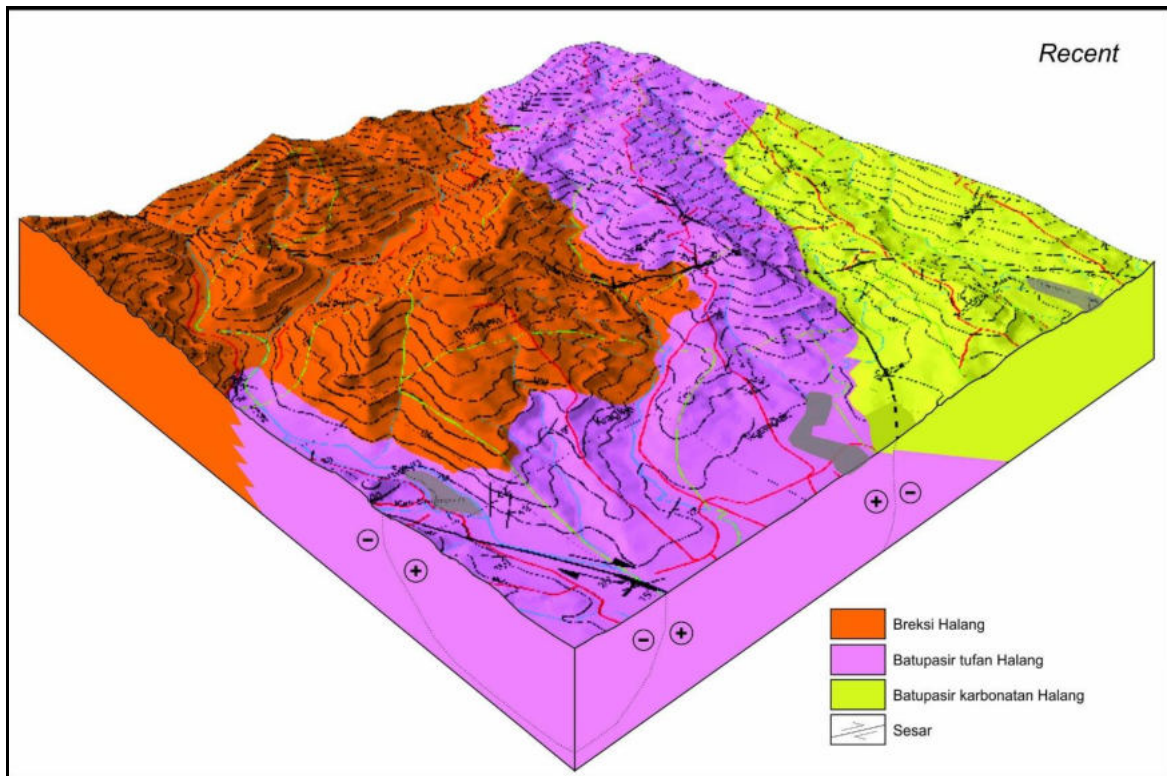
Sejarah geologi daerah telitian diawali pada Kala Miosen akhir (N17) (Gambar 4.a). Pada kala ini terendapkan satuan breksi Halang dan satuan batupasirtufan Halang pada sistem kipas bawah laut (Walker, 1978). Satuan breksi Halang terendapkan dan tersedimentasikan pada daerah barat laut daerah telitian dan semakin ke tenggara terendapkan satuan batupasirtufan Halang. Kedua satuan terendapkan pada waktu yang sama dengan hubungan menjemari yang dapat dibuktikan dengan adanya kontak yang berangsur antara kedua satuan tersebut. Selain itu terdapat perulangan antara breksi dengan fragmen andesit dengan batupasir tufan. Jika ditarik lurus dengan arah jurus batuan maka akan ditemukan dua satuan yang berbeda. Kedua satuan ini terendapkan pada kedalaman bathial atas (Wright Barker, 1960) yang dibuktikan dari ditemukannya fosil pada conto batuan. Pengendapan ini terjadi pada saat progradasi pada daerah penelitian dimana pada saat pengendapan proses sedimentasi lebih berperan aktif daripada penurunan cekungan. Menurut profil singkapan yang telah dibuat penulis, proses pengendapan ini masuk kedalam fasies *Smooth to Channelled* hingga *Channelled portion of suprafan lobes* dimana terdapat kontak yang berangsur dan pola *fining upward* pada rekaman stratigrafi.

Pada kala Pliosen (N18-N19), proses progradasi masih berlanjut sehingga terjadi pendangkalan cekungan (Gambar 4.b). Pada saat itu terendapkan satuan batupasirkarbonatan Halang. Hubungan stratigrafi antara satuan ini dengan satuan dibawahnya adalah selaras. Umur dari satuan ini dapat ditemukan dari hasil analisis mikropaleontologi. Menurut hasil analisis fosil bentonik didapatkan pengendapan satuan ini berada pada kedalaman neritik bawah (Wright Barker, 1960).

Pada kala Pliosen akhir setelah proses sedimentasi berakhir, terjadi penurunan muka air laut (transgresi) kemudian terjadi proses tektonik menyebabkan terbentuknya pengangkatan dan struktur geologi berupa pensesaran (Gambar 4.c). Sesar yang terbentuk merupakan hasil dari gaya arah utara-selatan dimana gaya ini searah dengan hasil pergerakan lempeng Hindia-Australia yang menciptakan sesar dengan arah umum barat laut-tenggara dan utara-selatan. Sesar yang terbentuk pada daerah penelitian berupa sesar mendatar kanan naik Tlogosono, sesar mendatar kiri turun Tlogosono dan sesar mendatar kanan naik Prumben. Kemudian terjadi proses erosi, dan terbentuknya endapan alluvial pada sungai dan tepi alur sungai. Keadaan daerah penelitian saat ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. (a) Model geologi daerah telitian pada kala Miosen akhir, (b) Model geologi daerah telitian pada kala Pliosen awal, (c) Model geologi daerah telitian pada kala Pliosen – Recent.

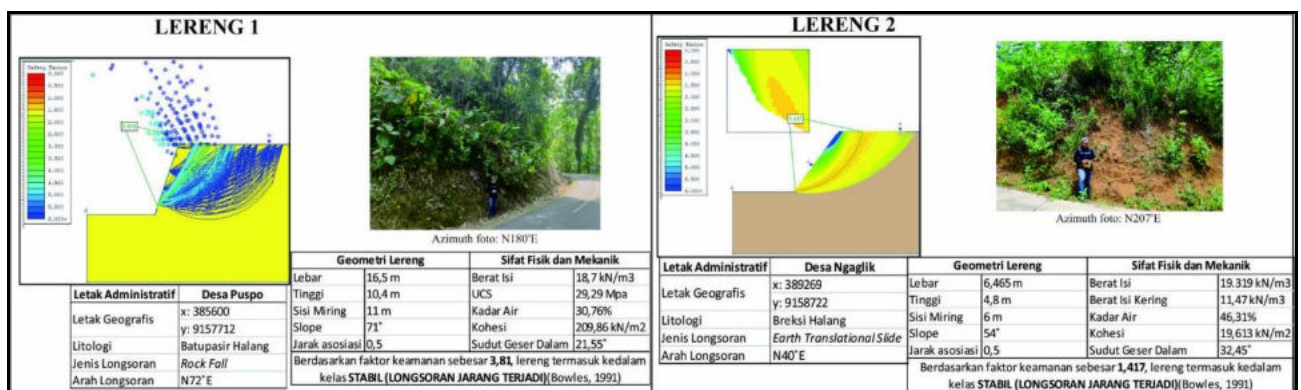


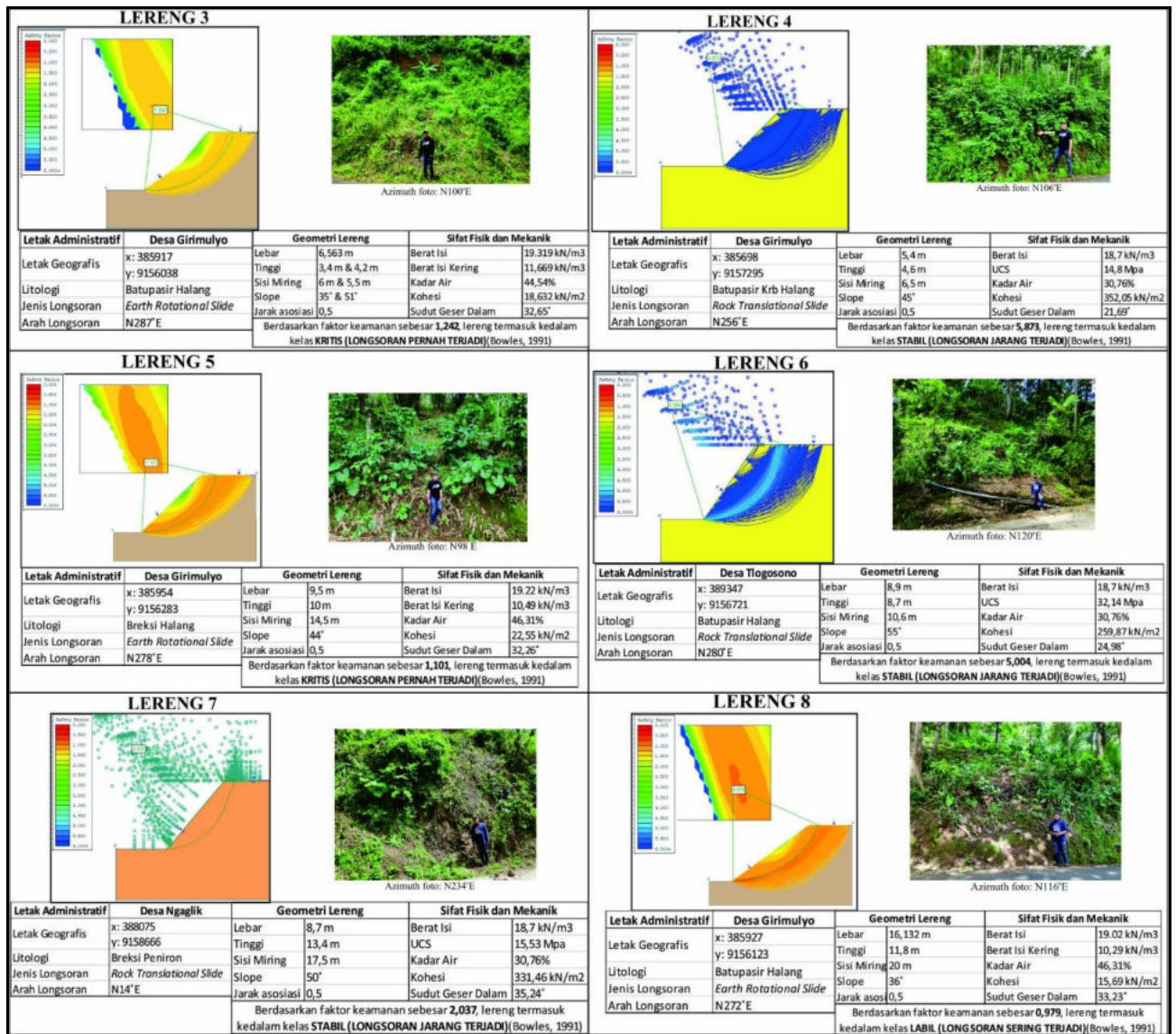
Gambar 5. Model 3D geologi daerah telitian saat ini.

ANALISA KESTABILAN LERENG DAERAH PENELITIAN
Faktor Keamanan

Setelah melakukan analisis kestabilan lereng dari data-data yang dikumpulkan berupa nilai kohesi, nilai sudut geser dalam, properties batuan dan tanah serta geomteri lereng kemudian diolah menggunakan *software slide*. Penggunaan metode keruntuhan tanah, penulis menggunakan metode Mohr-Coloumb dan untuk lereng batuan penulis menggunakan metode *Generalized Hoek* dan Brown. Untuk menentukan nilai faktor keamanan lereng penulis menggunakan metode Morgenstern dan Price, pemilihan metode ini dikarenakan kesesuaian dengan kondisi lereng serta ketepatan yang lebih presisi dibandingkan dengan metode irisan yang lain.

Terdapat tujuh lereng pengamatan pada daerah telitian. Tujuh lereng tersebut terdiri dari satu lereng batuan dan enam lereng tanah. Setelah dilakukan analisis studio menggunakan *software slide* kemudian menentukan nilai faktor keamanan dan tingkat keamanan lereng dengan klasifikasi menurut Bowles, 1991. Didapatkan hasil analisis berupa dua lereng dengan tingkat keamanan kritis, satu lereng dengan tingkat keamanan labil, dan lima lereng dengan tingkat keamanan stabil (Gambar 6).





Gambar 6. Analisis faktor keamanan daerah penelitian.

Peta Zonasi Rawan Bencana Longsor

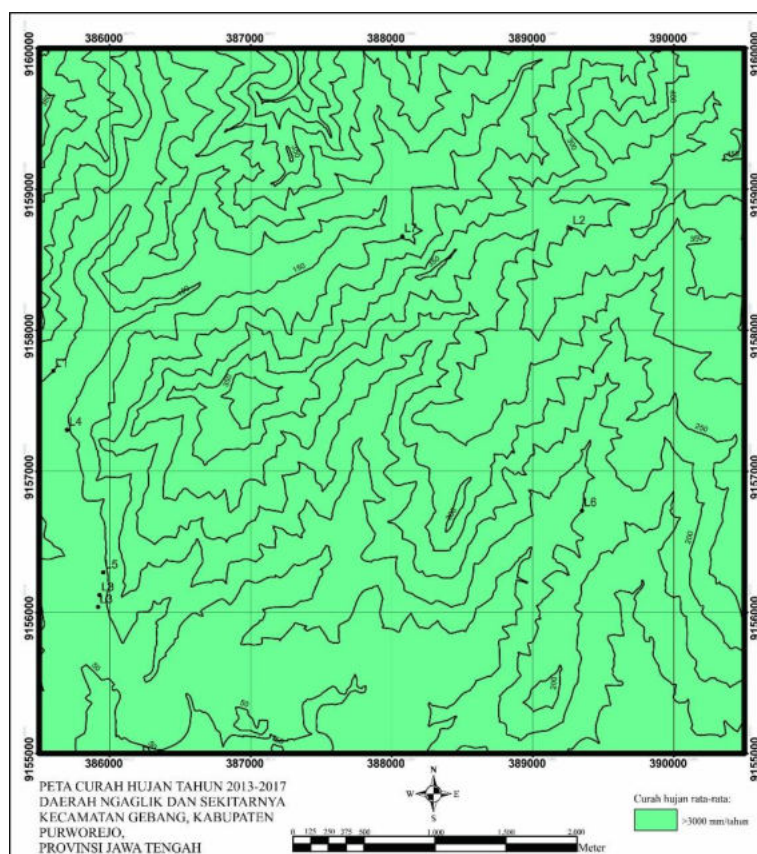
Proses pembuatan peta zonasi rawan longsor dibutuhkan parameter-parameter tertentu. Penilaian dan parameter yang ditentukan dapat diubah sesuai kondisi di lapangan. Mengacu pada pembobotan RBI 2016 dengan disesuaikan data dan kondisi yang ada, didapatkan beberapa parameter nilai dan pembobotan yaitu: curah hujan, kelerengan, jenis batuan, struktur, tata guna lahan dan faktor keamanan. Dari keenam data tersebut penulis membuat zonasi rawan bencana tanah longsor dengan mengalkulasikan penilaian skor dari tiap parameter yang telah ditentukan. Skor dan bobot tiap parameter disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Skor dan bobot parameter Peta Zonasi Rawan Bencana Longsor

No.	Parameter	Pengkelasan	Skor	Bobot
1	Curah Hujan	>3000 mm/tahun	3	15%
2	Kelerengan	0-30%	1	25%
		30-50%	2	
		50-70%	3	
		>70%	4	
3	Jenis Batuan	Alluvial	1	15%

		Batuan sedimen	2	
		Batuan vulkanik	3	
4	Jarak terhadap Struktur	100m	1	15%
		100-200m	2	
		200-400m	3	
		400-600m	4	
		>600m	5	
5	Tata Guna Lahan	Sungai	1	10%
		Permukiman	2	
		Perkebunan	3	
		Ladang	4	
		Sawah	5	
6	Faktor Keamanan	<1,07	1	20%
		1,07-1,25	2	
		>1,25	3	

Curah Hujan



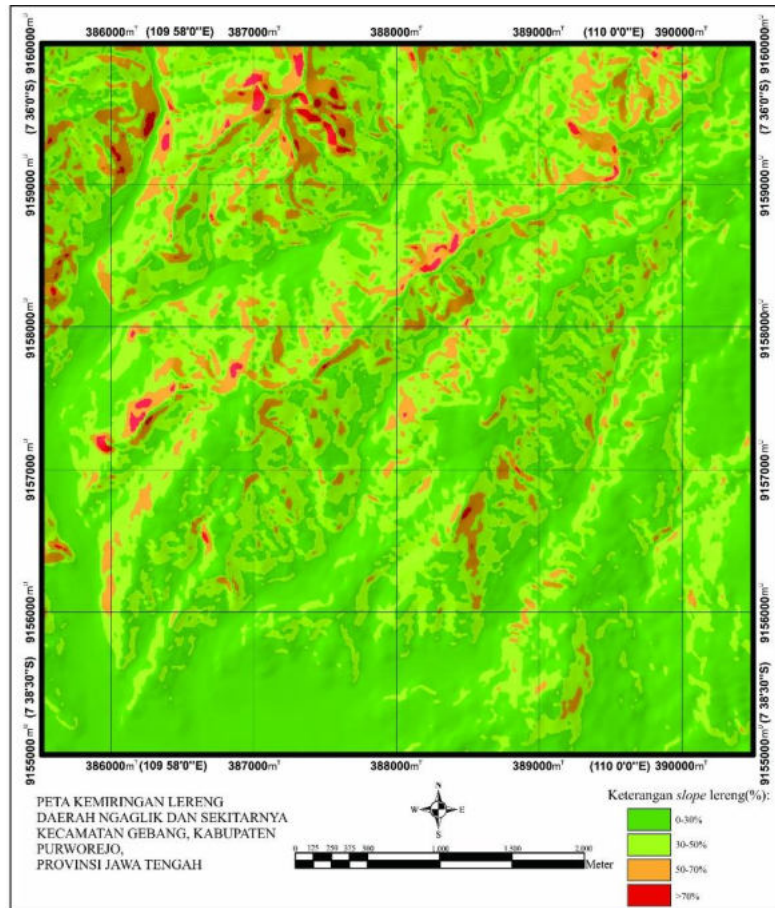
Gambar 7. Peta Curah Hujan Kec. Gebang 2010-2017 (Badan Pusat Statistik Purworejo)

Pada tahun 2017, Kecamatan Gebang (Gambar 7) memiliki curah hujan yang tinggi (>3000 mm/tahun). Mengacu pada Buku RBI BNPB 2016, nilai curah hujan yang lebih dari 3000mm/tahun (curah hujan tinggi) memiliki nilai skor 3 dalam analisis wilayah rawan bencana tanah longsor dengan skor 1 (Tabel 2).

Tabel 2. Pembobotan nilai Curah Hujan (BNPB, 2016)

Parameter	Pengkelasan	Skor
Komponen Hidrologi (Curah Hujan Tahunan)	<2000 mm/tahun	1
	2000-3000 mm/tahun	2
	>3000 mm/tahun	3

Kelerengan

**Gambar 8.** Peta Kemiringan Lereng Daerah Ngaglik dan sekitarnya.

Kemiringan lereng di daerah telitian dibagi menjadi empat kelas (Tabel 3) berdasarkan klasifikasi nilai pembobotan dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2016).

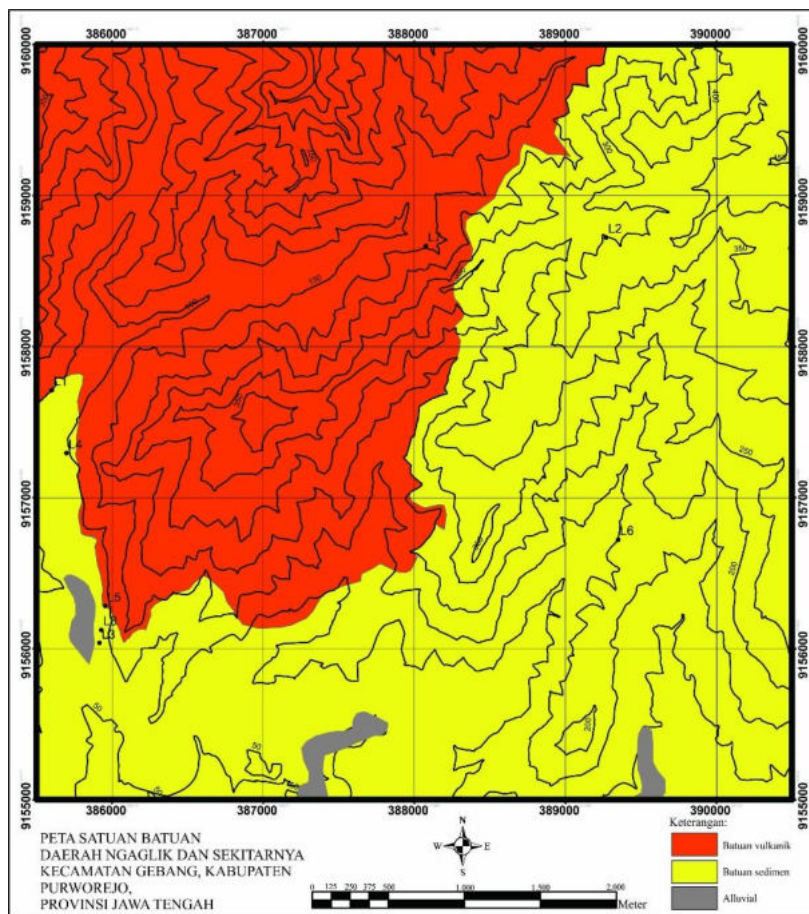
Pada peta di atas (Gambar 8) dapat dilihat persebaran kemiringan lereng di daerah telitian. Jumlah kelas lereng 0-30% meliputi 38% luasan kavling penelitian, lereng 30-50% meliputi 42% luasan kavling penelitian, lereng 50-70% meliputi 17% kavling penelitian dan lereng >70% meliputi 3% luasan kavling penelitian.

Tabel 1. Pembobotan kemiringan lereng daerah telitian (mengacu pada BNPB, 2016)

Kelerengan	Luasan (%)	Skor
0-30%	38%	1
30-50%	42%	2
50-70%	17%	3
>70%	3%	4

Secara garis besar, dapat ditarik kesimpulan bahwa daerah telitian didominasi oleh kelas kemiringan lereng 30-50%, dimana menurut Van Zuidam (1985) kelas lereng ini termasuk dalam kelas lereng curam.

Jenis Batuan



Gambar 9. Peta pembagian satuan batuan (BNPB, 2016)

Berdasarkan buku RBI BNPB 2016, parameter tipe batuan pada penyusun peta bahaya tanah longsor dibagi menjadi tiga kelas (tabel 4).

Tabel 2. Pembobotan satuan batuan (mengacu pada BNPB, 2016)

Tipe Batuan	Skor
Alluvial	1
Batuan Sedimen	2
Batuan Vulkanik	3

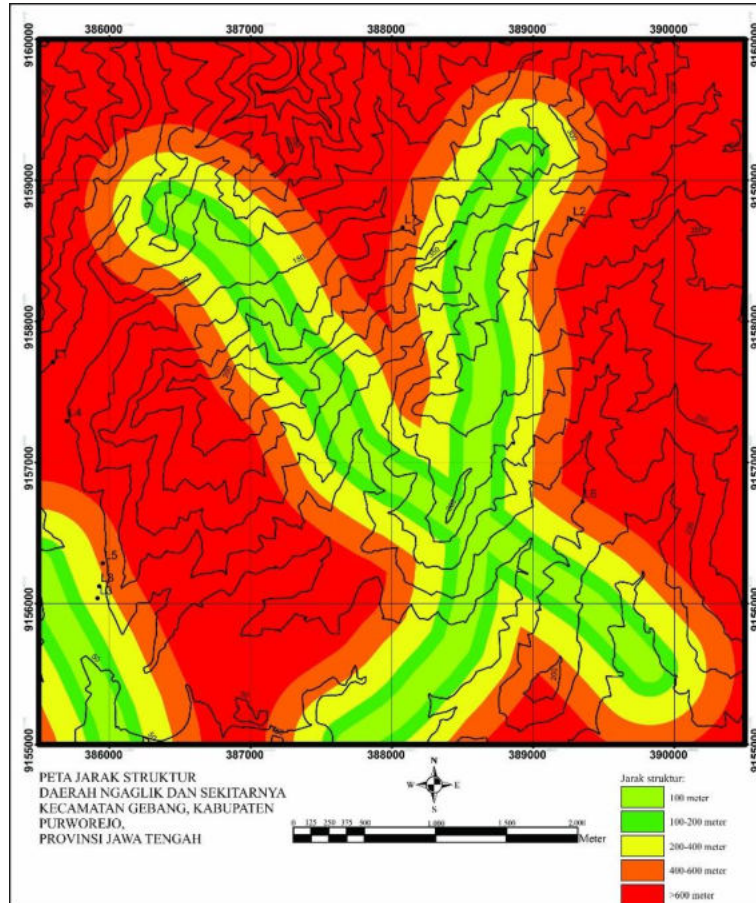
Berdasarkan satuan batuan, tipe batuan di daerah penelitian dibagi menjadi 2 (Gambar 9), yaitu batuan vulkanik yang terdiri dari satuan breksi Halang dan batuan sedimen yang terdiri dari satuan batupasirtufan Halang dan batupasir karbonatan Halang. Satuan batuan vulkanik meliputi 40% luasan kavling penelitian yang berada pada daerah barat laut daerah penelitian, sedangkan batuan sedimen meliputi 60% luasan kavling penelitian yang berada pada tengah hingga tenggara daerah penelitian.

Jarak terhadap Struktur

Semakin dekat suatu wilayah dengan struktur geologi maka semakin tinggi juga tingkar risiko bencana tanah longsor. Hal ini dikarenakan struktur geologi dalam mengurangi daya dukung tanah maupun batuan. Oleh karena itu, jarak struktur geologi terhadap suatu wilayah (Gambar 10) diperlukan untuk membuat zonasi rawan bencana tanah longsor. Nilai skor jarak struktur terhadap suatu wilayah dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 3. Pembobotan nilai jarak terhadap struktur geologi

Jarak Terhadap Struktur	Skor
0-100m	1
100-200m	2
200-400m	3
400-600m	4
>600m	5

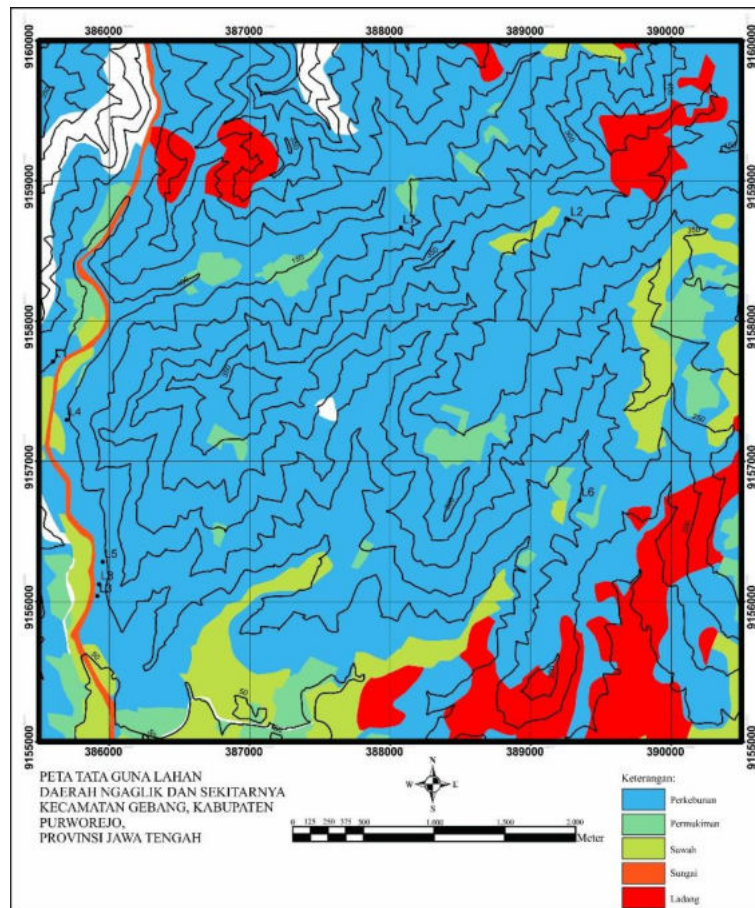
**Gambar 10.** Peta Jarak Struktur daerah penelitian (Dewi, *et al*, 2017)

Tata Guna Lahan

Penggunaan lahan di wilayah penelitian dibagi menjadi perkebunan, permukiman, sawah, sungai dan ladang (Gambar 11). Pembobotan penggunaan lahan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pembobotan penggunaan lahan daerah penelitian

Penggunaan Lahan	Skor
Sungai	1
Permukiman	2
Perkebunan	3
Ladang	4
Sawah	5



Gambar 11. Peta Tata Guna Lahan daerah penelitian (Dewi, *et al*, 2017)

Faktor Keamanan

Pada penelitian ini penulis melakukan modifikasi *skoring* dengan memasukkan nilai faktor keamanan (Gambar 12) dalam pembuatan zonasi rawan bencana tanah longsor. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan faktor geologi teknik yang lebih detail, sehingga setelah dianalisis akan didapatkan peta zonasi rawan bencana longsor yang telah dianalisis faktor kemannya. Nilai pembobotan yang penulis gunakan mengacu pada Bowles (1991) yang disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Pembobotan Faktor Keamanan (Bowles, 1991)

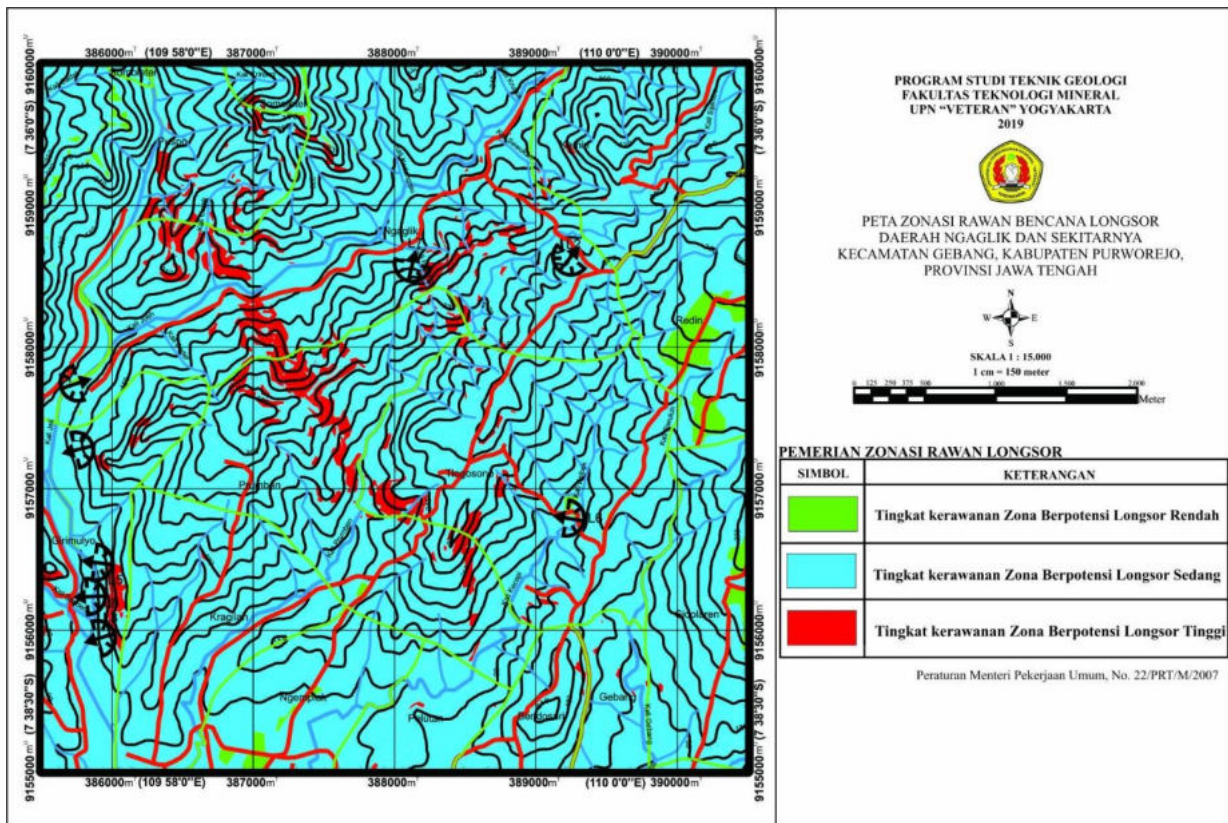
Nilai FK	Skor
<1,07	1
1,07-1,25	2
>1,25	3

Semua parameter di atas diklasifikasikan berdasarkan skor kemudian diberi bobot sesuai kontribusinya masing-masing dan kemudian di-*overlay*. Bobot tiap parameter yaitu: 25% kemiringan lereng, 15% jenis batuan, 15% jarak terhadap struktur, 15% curah hujan, 10% tata guna lahan, dan 20% nilai FK. Dari hasil perhitungan bobot, didapatkan zonasi wilayah rawan bencana longsor dengan tiga tingkat klasifikasi (mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 22/PRT/M/2007). Pembagian tingkat klasifikasi didasarkan pada penentuan rata-rata total nilai \pm standar deviasi. Perhitungan pembagian tingkat klasifikasi dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan skor tingkat klasifikasi kerawanan longsor

Tingkat kerawanan	Perhitungan	Skor
Tinggi	$<(mean+STD)$	<171
Sedang	$Mean+STD$ sampai $mean-STD$	171-261
Rendah	$>(mean-STD)$	>261

Dari pembagian tingkat kerawanan di atas, didapatkan zonasi rawan bencana tanah longsor (Gambar 12).



Gambar 12. Peta Zonasi Rawan Bencana Longsor

Peta Zonasi Rawan Bencana Longsor didominasi dengan wilayah tingkat kerawanan bencana longsor sedang. Dari peta di atas dapat dilihat zona yang memiliki tingkat kerawanan longsor tinggi (berwarna merah) memiliki luasan sekitar 10% luasan kavling penelitian, zona dengan tingkat kerawanan longsor sedang memiliki luasan sekitar 85% luasan kavling penelitian, sedangkan zona dengan tingkat kerawanan longsor rendah memiliki luasan sekitar 5% luasan kavling penelitian.

Wilayah yang masuk kedalam tingkat kerawanan bencana longsor tinggi adalah Desa Prumben, Desa Ngaglik Desa Tlogosono dan Desa Girimulyo. Tingginya tingkat kerawanan bencana longsor dapat disebabkan oleh kemiringan lereng yang curam di wilayah tersebut, dan juga faktor dari tingkat curah hujan yang tinggi dan erosi yang kuat. Dalam kasus ini, wilayah yang memiliki tingkat kerawanan tinggi memiliki kemiringan lereng terjal-curam (15-70%).

PENGURANGAN RISIKO BENCANA LONGSOR

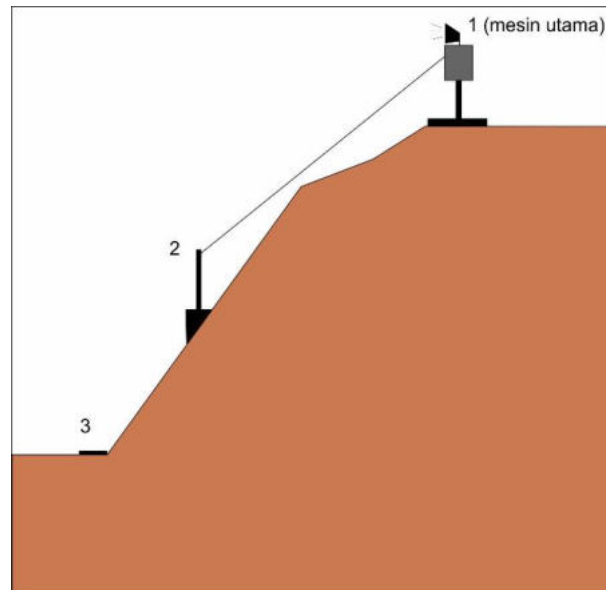
Penanggulangan Bencana Longsor

Faktor penyebab gerakan tanah pada lokasi ini adalah akumulasi air tanah yang berlebihan ketika curah hujan tinggi. Dinding penahan berfungsi sebagai penahan gerakan tanah dengan meningkatkan tahanan geser. Dinding penahan terbuat dari batu, beton, atau beton bertulang. Dinding penahan juga berfungsi sebagai pelindung bangunan dari runtuhnya. Dinding penahan juga harus disertai dengan fasilitas *drainase* berupa lubang penates (*weep hole*) dan pipa salir yang diberi bahan penyaring (*filter*) untuk mengatur aliran air supaya tidak tersumbat sehingga tidak menimbulkan tekanan hidrostatik yang besar.

Pengurangan Risiko Korban Bencana Longsor

Alat sistem deteksi dan peringatan dini (SDPD) ini bertujuan untuk memperingatkan bagi warga setempat ketika terjadi pergerakan tanah. Prinsip yang digunakan alat ini dapat terbilang cukup sederhana. Ketika terjadi pergeseran tanah maka alat ini akan berbunyi sehingga dapat didengarkan oleh masyarakat setempat. Alat yang digunakan sudah memiliki kapasitas baterai yang cukup besar dan dapat di-charge menggunakan panel surya. Alat ini terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian mesin utama yang diletakkan sedikit jauh dari puncak lereng dan harus memiliki tatanan yang stabil, sedangkan bagian alat yang kedua ditempatkan pada badan lereng untuk menarik kawat apabila terjadi

pergeseran tanah setiap 10cm. Selain itu alat ini dapat ditambahkan komponen ketiga berupa alat pendeteksi yang diletakkan pada kaki lereng, sehingga ketika alat kedua tidak dapat berfungsi dengan baik dan ada masa tanah yang telah jatuh dan menimpa alat ketiga, maka alat tersebut akan mengirimkan sinyal pada mesin utama dan akan langsung berbunyi alarm tingkat 3. Penggambaran sistem alat deteksi dan peringatan dini ini dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Alat sistem deteksi dan peringatan dini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, uji laboratorium dan hasil analisis, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem pola pengaliran yang bekerja pada daerah penelitian berupa pola aliran *trellis* dengan arah cabang sungai relatif barat laut-tenggara, N310°E-N320°E dan N120°E-N130°E.
2. Didapatkan 3 bentuklahan pada daerah telitian berupa bentuklahan perbukitan homoklin dengan luasan 75% luasan kavling, lembah homoklin dengan luasan 22% kavling penelitian dan tubuh sungai dengan luasan 3% kavling penelitian.
3. Didapatkan 3 satuan batuan dan endapan alluvial pada daerah penelitian berupa satuan breksi Halang dengan luasan 35% kavling penelitian, satuan batupasirtufan Halang dengan luasan 33% kavling penelitian, satuan batupasirkarbonatan Halang dengan luasan 29% kavling penelitian dan endapan alluvial dengan luasan 3% kavling penelitian.
4. Hubungan stratigrafi satuan breksi Halang dengan satuan batupasirtufan Halang adalah menjari, hubungan stratigrafi satuan batupasirtufan Halang dengan satuan batupasir karbonatan adalah selaras dan hubungan stratigrafi endapan alluvial dengan satuan dibawahnya adalah tidak selaras.
5. Satuan breksi Halang dan satuan batupasirtufan Halang terendapkan pada kala Miosen akhir, kemudian satuan batupasirkarbonatan Halang terendapkan pada kala Pliosen awal dan struktur geologi terbentuk pada kala Pliosen akhir dengan arah umum tegasan utara-selatan serta endapan alluvial yang terendapkan pada zaman kuarter.
6. Struktur geologi yang terbentuk pada daerah telitian berupa sesar mendatar kanan turun Kali Jali, Girimulyo, sesar mendatar kanan naik Prumben-Tlogosono dan sesar mendatar kiri turun Tlogosono.
7. Potensi positif pada daerah telitian berupa hutan pinus, sedangkan potensi negatif pada daerah telitian berupa gerakan massa tanah atau longsor.
8. Didapatkan 8 lereng analisis kestabilang lereng berupa 4 lereng tanah homogen dan 4 lereng batuan. Lereng tanah dianalisis menggunakan kriteria keruntuhan Mohr-Coloumb, sedangkan lereng batuan dianalisis menggunakan kriteria keruntuhan *Generalized Hoek and Brown*. Metode kesetimbangan batas dalam penentuan faktor keamanan yang digunakan adalah metode Morgensten-Price (1965).
9. Didapatkan 3 kelas faktor keamanan (Bowles, 1991), yaitu: kelas lereng stabil pada L1, L2, L4, L6, dan L7, kelas lereng kritis pada L3 dan L5, serta kelas lereng labil pada L8.
10. Pembobotan klasifikasi pada Peta Zonasi Rawan Bencana Longsor yang digunakan berupa curah hujan (15%), kemiringan lereng (25%), jenis batuan (15%), jarak struktur geologi (15%), tata guna lahan (10%) dan faktor

- keamanan (20%).
11. Didapatkan 3 kelas klasifikasi kerawanan longsor berdasarkan acuan BNPB (2016), yaitu kelas kerawanan longsor tinggi dengan luasan 20% kavling penelitian, kelas kerawanan longsor sedang dengan luasan 77% kavling penelitian dan kelas kerawanan longsor rendah dengan luasan 3% kavling penelitian.
 12. Penanggulangan bencana longsor dapat diatasi dengan melakukan pemasangan dinding penahan pada kaki lereng yang berfungsi sebagai penahan geser lereng dan harus difasilitasi sistem *drainase* seperti lubang penates dan pipa salir, serta dapat dipasang alat deteksi dan peringatan dini yang akan berbunyi ketika terjadi gerakan massa tanah sehingga masyarakat setempat dapat langsung melakukan evakuasi.

Daftar Pustaka

- Asikin S. 1974. *Evolusi Geologi Jawa Tengah dan Sekitarnya, ditinjau dari Segi Teori Tektonik Dunia yang Baru*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Asikin S., Handoyo A., Busono H. dan Gafoer S. 1992. *Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- ASTM D2166 / D2166M-16. 2016. *Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2016. *Rawan Bencana Indonesia*.
- Badan Pemerintah Daerah Kabupaten Kebumen. 2018. *Geopark Karangsembung-Karangbolong*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Purworejo. Diakses pada tanggal 20 Juli 2019, dari <https://purworejokab.bps.go.id>.
- Barker, R. W. 1960. *Taxonomic Notes*. Society of Economic Paleontologists & Mineralogists. Special Publication No.9. Tulsa, Oklahoma, USA.
- Bieniawski, Z.T. 1989. *Engineering Rock Mass Classification*. John Wiley and Sons Corp, Canada.
- Bowles J.E. 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Braja M.D. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Detiknews. (2018, 15 Maret). *Cilacap dan Purworejo Jadi Daerah Paling Rawan Bencana di Jateng*. Diakses pada tanggal 18 Maret 2019, dari <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-3918132/cilacap-dan-purworejo-jadi-daerah-paling-rawan-bencana-di-jateng>.
- Dewi T.S., Kusumayudha S.B., Purwanto H.S. 2017. Zonasi Rawan Bencana Tanah Longsor dengan Metode Analisis GIS: Studi Kasus Daerah Semono dan Sekitarnya, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*. Vol 1, No 2, p. 39-49.
- Dunham R.J. 1962. *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*. In: *Classification of Carbonate Rocks*. AAPG Mem.
- Hardiyatmo, H.C. 2012. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hoek, E., Torres, C. dan Corkum, B. 2002. Hoek-Brown failure criterion-2002 edition. *Proceedings of NARMS-Tac*, Vol 1, No 1, p. 267-273.
- Hoek, E. 2006. *Practical Rock Engineering*. Notes, Ever Hoek Consulting Engineer Inc, Canada.
- Howard, A.D. 1967. Drainage Analysis in Geologic Interpretation A Summation. *AAPG Bulletin*. Vol 51, No 11, p. 2246-2259.
- Kastowo dan Suwarna N. 1996. *Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Komisi Stratigrafi Indonesia. 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta.
- Kramadibrata S., Rai M.A., Simangunsong G.M. dan Arift I. 2000. The Influence of Water Content on Strength Characteristic of Sandstone Subject to Triaxial Test. *Proceedings of the 19th International Conference on Ground Control in Mining*. Vol. 1, p. 372-379..
- Martodjojo S. 2003. *Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Morgenstern N.R., Price V.E. 1965. *The Analysis of The Stability of General Slip Surfaces*. The Institution of Civil Engineering, Great Goerge Street, London.
- Permen PU No 22 Tahun 2007 tentang kawasan rawan bencana longsor.
- Pettijohn, F.J. 1957. *Sedimentary Rocks 2nd Edition*. New York; Harper & Brothers
- Rahman A. 2010. Penggunaan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol 10, No 2, p. 191-199.
- Rickard. 1972. *Classification of Translational Fault Slip*. Geological Society of America.
- Satyana A.H. 2006. *New Insight on Tectonics of Central Java, Indonesia and Its Petroleum Implications*. AAPG

- International Conference and Exhibition Perth, Australia.
- Schmid, R., 1981. Descriptive Nomenclature and Classification of Pyroclastic Deposits and Fragments: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. *The Geological Society of America. Boulder*. Vol. 9, p. 41-43.
- Streckeisen, A. L., 1974. Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. *Geologische Rundschau, Internationale Zeitschrift für Geologie*. Vol.63, p. 773-786.
- Suryolelono K.B. 2002. *Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geoteknik*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Virginia T., Turangan A.E. dan Monintja S. 2015. Analisis Kestabilan Lereng Metode Slice (Metode Janbu). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi*. Vol 13, p. 62-70.
- Van Bemmelen, R. W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Martinus Nyhof, The Hague.
- Kabul Basah Suryolelono, 2002, *Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geoteknik*, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar, Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- Kabul Basah Suryolelono, 2002, *Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geoteknik*, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar, Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- Kabul Basah Suryolelono, 2002, *Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geoteknik*, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar, Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- Van Zuidam R.A., 1983. *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. Smith Publisher The Hague: Itc.
- Van Zuidam R.A. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, Amsterdam.
- Varnes, D.J. 1978. *Slope Movement types and process, Special report 176; Landslides; Analysis and Control*. Eds: R.L. Schuster and R.J. Krizek. Transport Research Board, National Research Council, Washington, DC.
- Walker R.G. 1978. Deep Water Sandstone Facies and Ancient Submarine Fans: Models for Exploration for Stratigraphic Traps. *The American Association of Petroleum Geologist Bull*, Vol. 62, No.6.
- Walker R.G., Noel P. James. 1992. *Fasies Model: Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada.
- Williams, H., Turner, F., J., dan Gilbert C., M..1982. *Petrography: An Introduction to The Study of Rocks in Thin Sections*. Edisi ke-2. W. H. Freeman and Company, San Fransisco.

