



## Teknik Rekayasa Lereng untuk Pengelolaan Gerakan Massa Tanah di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah

Ayuni Pirenaningtyas<sup>1</sup>, Ani Muryani<sup>2</sup>, Dian Hudawan Santoso<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Lingkungan, UPN "Veteran" Yogyakarta

Article Info	Abstrak
<p><b>Article History</b>            Dikirim 5 November 2020            Diterima 15 Januari 2020            Terbit 30 Januari 2020</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b>            gerakan massa tanah;            nilai faktor keamanan;            metode fellenius</p> <hr/> <p>soil mass movement;            value of safety factors;            fellenius method</p>	<p>Gerakan massa tanah terjadi pada tanggal 28 November 2017 di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tipe gerakan massa tanah dan mengetahui nilai faktor keamanan pada lereng berdasarkan sifat fisik dan mekanika tanah. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah metode survei dan pemetaan lapangan. Teknik pengambilan sampel tanah yaitu purposive sampling ditentukan berdasarkan jarak panjang longoran. Hasil laboratorium digunakan untuk menghitung kestabilan lereng menggunakan Metode Fellenius. Data pendukung yang diperoleh dengan pemetaan diantaranya kemiringan lereng, ketebalan dan tekstur tanah, penggunaan lahan dan kapasitas infiltrasi kemudian curah hujan diperoleh dari analisis data sekunder. Seluruh data yang diperoleh dianalisis sesuai dengan kondisi rona lingkungan. Tipe gerakan massa tanah di daerah penelitian adalah debris slide. Nilai faktor keamanan lereng diperoleh nilai 0,687 yang termasuk ke dalam klasifikasi tidak stabil.</p>
	<p><b>Abstract</b></p> <p>The ground mass movement took place on 28th November 2017 in Bengle Hamlet, Dlepih Village, Tirtomoyo Sub-District, Wonogiri Regency, Central Java Province. The purpose of this study was to determine type of soil mass movements and determine the value of safety factors on slopes based on physical and mechanical properties of the soil. The methods used in collecting the data were survey and field mapping methods. The soil sampling technique used in this study was purposive sampling based on the long of the avalanche distance. The laboratory results were used to calculate slope stability using the Fellenius Method. The Supporting data obtained by mapping were include the slope of land, the soil thickness and texture, land use and infiltration capacity and rainfall obtained from secondary data analysis. All data obtained were analyzed according to environmental conditions. The type of soil mass movement is debris slide. The value of slope safety factor was 0.687 which was included in the unstable classification.</p>

© 2019 The Authors. Published by UNNES. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang, sehingga jumlah penduduk dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Presentase laju pertumbuhan penduduk khususnya di daerah Kabupaten Wonogiri memiliki nilai sebesar 0,65% (Badan Pusat Statistik, 2019). Adanya pertum-

buhan penduduk, menyebabkan berkembangnya kebutuhan. Kondisi tersebut sebagai salah satu alasan adanya penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya seperti dijadikan permukiman. Hal ini sangat berpengaruh pada keadaan geofisik-kimia pada lahan tersebut. (Santoso and Gomareuzzaman, 2018).

Indonesia juga merupakan negara yang memiliki potensi bencana yang tinggi (Ruswandi *et al.*, 2008). Salah satu bencana yang banyak terdapat di Indonesia adalah gerakan massa tanah. Terjadinya

\* E-mail : ayunipirenaningtyas@gmail.com

Address : Jl. SWK 104 Condongcatur, Yogyakarta, 55283

bencana gerakan massa tanah dipicu oleh beberapa faktor diantaranya curah hujan, kemiringan lereng dan aktivitas penggunaan lahan.

Saat ini diketahui banyak aktivitas penggunaan lahan yang dilakukan pada perbukitan, salah satunya adalah permukiman.

Lahan yang dijadikan permukiman salah satunya pada daerah perbukitan yang memiliki lereng terjal sehingga menimbulkan potensi bencana seperti gerakan massa tanah. Selain itu, dapat dipicu proses eksogen lainnya yaitu pelapukan batuan pada relief tinggi yang dipengaruhi oleh iklim dan temperatur, erosi terjadi karena adanya pengikisan oleh air, pergerakan dan sedimentasi karena adanya pengaruh gaya gravitasi bumi (Karnawati, 2005).

Salah satu daerah yang termasuk berpotensi terjadi gerakan massa tanah berada di Kabupaten Wonogiri khususnya berada di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah yang terjadi pada tanggal 28 November 2017 setelah terjadi hujan dengan intensitas tinggi selama tiga hari berturut-turut (Aminatun and Anggraheni, 2018). Hal tersebut mempengaruhi kondisi lereng yang menyebabkan adanya penjenhuan.

Kondisi batuan di daerah penelitian mengalami pelapukan dan ditemukan rembesan pada lereng, hal tersebut memicu gerakan massa tanah. Kemiringan lereng di daerah gerakan massa tanah rata-rata sebesar  $45^\circ$ . Kerugian yang ditimbulkan dengan adanya gerakan massa tersebut berbagai macam diantaranya hilangnya dua nyawa orang, matinya hewan ternak, hanyutnya bak penampungan air dan seluruh rumah yang berada di RT 1 Dusun Bengle terendam lumpur akibat adanya gerakan massa tanah. Tiga rumah yang berada pada bawah lereng mengalami kerusakan parah akibat tidak bisa menahan material yang dibawa oleh gerakan massa tanah. Selain itu, jalan serta saluran drainase tertimbun material gerakan massa tanah.

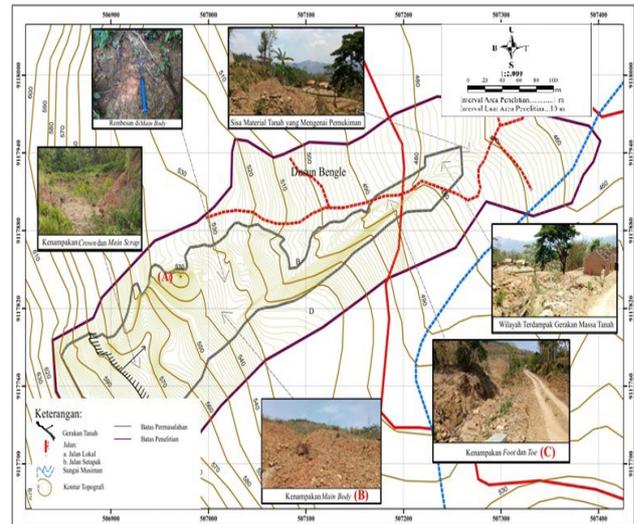
Luasan dampak yang diakibatkan adanya gerakan massa tanah tersebut berkisar  $0,03 \text{ km}^2$ . Kondisi yang demikian membuat daerah tersebut memiliki kecenderungan rawan akan terjadinya gerakan massa tanah. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknik rekayasa lereng dapat diterapkan untuk pengelolaan gerakan massa tanah di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Wono-

giri, Kecamatan Tirtomoyo, Desa Dlepih, Dusun Bengle. Lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1.

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian survei dan pemetaan. Peta dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta topografi dengan skala menyesuaikan dengan kondisi medan (hasil pemetaan langsung di lapangan) mengacu peta skala 1:2000.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Gerakan Massa Tanah Di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri

Sumber: Penulis

## Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi studi pustaka, pengumpulan data sekunder, administrasi, observasi lapangan dan pembuatan peta tentatif. Pembuatan peta tentatif diantaranya peta topografi, jenis tanah, satuan batuan, dan penggunaan lahan sebagai pendukung dalam menentukan lokasi pengamatan dan sampling di daerah penelitian.

## Tahap Kerja Lapangan

Tahap kerja lapangan merupakan tahap pengumpulan data primer dengan dilakukannya pengecekan, pengamatan, pengukuran dan perhitungan untuk menginterpretasikan kondisi daerah penelitian.

## Bentuklahan

Survei dan pengukuran di daerah penelitian dilakukan untuk mengetahui kemiringan lereng sehingga dapat diklasifikasikan menurut klasifikasi Van Zuidam. Tingkat kemiringan lereng berpengaruh pada gaya gravitasi yang ditimbulkan untuk terjadinya gerakan massa tanah. Pemicu Gerakan massa tanah selain kemiringan lereng yaitu adanya

proses geomorfologi yang sedang berlangsung di daerah penelitian. Berikut kelas kemiringan lereng pada Tabel 1.

Tanah

Jenis tanah dipetakan dengan melakukan pengamatan dan determenasi secara langsung di lapangan, menurut klasifikasi Soepraptohardjo

(1961) dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengukuran ketebalan solum tanah di lapangan dilakukan dengan menggunakan alat berupa meteran dengan pengukuran ketebalan dibagi tiap horizon dan ketebalan tanah yang tersingkap secara keseluruhan. Klasifikasi kedalaman solum tanah dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 1.** Kelas Kemiringan Lereng

Kelas Lereng	Unit Relief	Warna
0° - 2° (0% - 2%)	Topografi Datar – Hampir Datar	Hijau Tua
3° - 4° (3% - 7%)	Topografi Berombak dengan Lereng Landai	Hijau Muda
5° - 8° (8% - 13%)	Topografi Berombak dengan Lereng Miring	Kuning
9° - 16° (14% - 20%)	Topografi dengan Lereng Agak Terjal	Orange
17° - 35° (21% - 55%)	Topografi dengan Lereng Terjal	Merah Muda
36° - 55° (56% - 140%)	Topografi dengan Lereng Sangat Terjal	Merah Tua
>55° (>140%)	Topografi dengan Lereng Sangat Terjal Sekali	Ungu

Van Zuidam

Sumber: Van Zuidam (1983)

**Tabel 2.** Determinasi Jenis Tanah

No.	Cara Determinasi Tanya Jawab Jenis Tanah	Hasil
1.	Apakah ada deferensiasi horizon dalam profil tanah?	Tanpa deferensiasi (2) Dengan diferensiasi horizon (5)
2.	Apa sebab tanpa diferensiasi horizon?	Terhalang perkembangannya (ORGANOSOL) Masih muda atau atau belum berkembang (3)
3.	Berapa dalam letak batuan induknya?	Dangkal (<30cm) atau bahkan dipermukaan tanah (LITOSOL) Kurang jelas karena berasal dari tempat lain (4)
4.	Apakah ada ciri spesifik?	Ada lembaran lembaran alluvial yang bukan horizon (ALUVIAL) Homogen atau hamper homogeny (REGOSOL)
5.	Apakah ada gejala glay?	Tidak ada (6) Tampak jelas (15)
6.	Bagaimana susunan horizon profil tanah?	Horizon A C (7) Horizon A B (8)
7.	Bagaimana ciri horizon?	Warna kelabu cerah, struktur gumpal, konsistensi teguh (GRUMUSOL) Warna kelabu kelam, struktur remah,/berbutir konsisten teguh
8.	Bagaimana tanah umum yang tampak	Kelabu hitam (9) Merah coklat kuning (10)
9.	Bagaimana ciri spesifiknya	Selain ada horizon A yang pucat, horizon B coklat sampai hitam (POTZOL) Sering kali tanpa horizon A dengan struktur remah horizon B latosolik berwarna merah, struktur remah/berbutir, konsistensi gembur (ANDOSOLIK)
10.	Bagaimana profil pada permukaan tanah?	Horizon A kelabu kelam, kadang ada horizon A berwarna kelabu pucat tetapi profil umumnya berwarna merah kuning (PODSOLIK MERAH KUNING) Seluruh atau hamper profil berwarna merah kuning coklat (11)
11.	Bagaimana struktur tanah pada umumnya?	Tidak beragregat (LATERIK MERAH KUNING) Beragregat struktur lemah, konsistensi gembur (12)
12.	Bagaimana ciri horizon B?	Struktur remah, konsistensi gembur warna merah kuning coklat (13) Struktur gumpal konsistensi teguh (14)

No.	Cara Determinasi Tanya Jawab Jenis Tanah	Hasil
13.	Apakah ciri-ciri khusus lainnya?	Profil tanah dalam terutama B (LATOSOL) Profil dangkal (BROWN FOREST SOIL)
14.	Apakah ciri khusus lainnya sama?	Struktur gumpal kadang ada lapisan Ca sebagai horizon C atau horizon R (MEDITERAN MERAH KUNING) Struktur gumpal sampai prismatic, dibawahnya ada lapisan padas silika atau padas (NON CALCIC BROWN SOIL)
15.	Bagaimana horizonnya?	Horizon A C (16) Horizon A B (17)
16.	Bagaimana ciri horizon A?	Tebal berkadar humus 3% warna lebih kelam struktur remah (TANAH GLEY HUMIK) Tipis, berkadar humus kurang dari 3% warna cerah, struktur gumpal atau pejal (TANAH GLEY HUMIK RENDAH)
17.	Bagaimana tampaknya peralihan horizon?	Nyata dan mudah diamati (18) Kurang jelas (19)
18.	Bagaimana ciri-ciri khusus peralihan horizon?	Peralihan tekstur geluh di horizon A ke lempung di horizon B (PLANOSOL) Peralihan warna, horizon A kelabu pucat, horizon B akumulasi Fe dan/atau humus dengan struktur pejal (PODZOLIK AIR TANAH)
19.	Apakah ciri khusus lainnya?	Warna umum kelabu dengan konkresi Fe dan/atau Mn sebagai lapisan atau tersebar dalam profil (TANAH HIDROMOFIK KELABU) Warna umum merah-kelabu terutama horizon-horizon dengan struktur remah, konsistensi gembur dan dibawahnya terdapat pada besi (TANAH LATERIT AIR TANAH)

Sumber: Soepraptohardjo (1961)

**Tabel 3.** Klasifikasi Kedalaman Solum Tanah

No.	Kedalaman Solum Tanah (cm)	Kategori
1	0-30	Sangat tipis
2	30-60	Tipis
3	60-90	Sedang
4	90-150	Tebal
5	>150	Sangat tebal

Sumber: Dibiyosaputro, 1998

Tekstur tanah dianalisa secara langsung di lapangan. Tekstur tanah yang diamati merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya gerakan masa tanah pada lereng. Tahapan analisa tanah di lapangan dapat dilihat pada Gambar 2.

#### Pengukuran Kapasitas Infiltrasi Tanah

Jumlah titik untuk pengukuran laju infiltrasi air hujan pada lokasi penelitian dilakukan dengan Metode *Purposive Sampling* yaitu berdasarkan penggunaan lahan di daerah penelitian diantaranya tegalan, pemukiman dan area bekas gerakan massa tanah. Pengukuran laju infiltrasi air hujan menggunakan *double ring infiltrometer* dengan model infiltrasi yang digunakan adalah Metode Horton.

$$f = fc + (f0 - fc) \cdot e^{-kt}$$

Keterangan:

- f = kapasitas infiltrasi (cm/menit)
- f0 = laju infiltrasi awal (cm/menit)
- fc = laju infiltrasi konstan (cm/menit)
- k = konstan
- t = waktu (menit)

#### Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan *Undisturb*. *Undisturb* merupakan metode pengambilan tanah yang dilakukan langsung pada badan lereng, sampel yang diambil tanpa terkena atmosfer (udara). Pengambilan sampel menggunakan pipa paralon dengan ukuran diameter 6,8 cm dan panjang tabung 40 cm.

#### Batuan dan Struktur Geologi

Pemetaan batuan bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari satuan batuan yang ditemui di daerah penelitian secara detail. Struktur Geologi di daerah penelitian berupa bidang diskontinuitas (kekar dan sesar) dengan pengukuran menggunakan kompas geologi. Pengukuran bertujuan untuk mengetahui kondisi faktor yang mempengaruhi gerakan massa tanah.

**Tata Air**

Keterdapatn air permukaan di petakan dengan melakukan pengamatan langsung dan *plotting* di lapangan karena berkaitan dengan ketersediaan air dan pengaruh terhadap pengontrol terjadinya gerakan massa tanah.

**Flora dan Fauna**

Jenis flora dan fauna di daerah penelitian di data secara langsung pada saat melakukan pengamatan.

**Sosial Budaya**

Kondisi sosial dan budaya di daerah penelitian dikaji dengan wawancara bersama penduduk sekitar. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai pemahaman penduduk sekitar mengenai gerakan massa tanah yang terjadi dan kondisi sosial, ekonomi, serta budaya setempat.

**Penggunaan Lahan**

Penggunaan lahan di daerah penelitian dipetakan menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Pengamatan dan pemetaan penggunaan lahan berfungsi untuk mengetahui kesesuaian lahan daerah penelitian.

**Tahap Laboratorium**

Tahap laboratorium yang dilakukan terdapat dua jenis yaitu uji fisik dan uji mekanika tanah. Uji fisik tanah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kadar air yang terkandung dalam tanah di daerah penelitian. Uji mekanika tanah dilakukan untuk mengetahui nilai kohesi, sudut geser dalam dan satuan bobot isi tanah yang diwakili dalam tiga sampel tanah daerah penelitian.

**Tahap Kerja Studio**

Tahap kerja studio merupakan tahap pembuatan peta dasar digital berdasarkan hasil data primer yang diperoleh dan didukung dengan data sekunder.

**Tahap Pasca Lapangan**

**Kerja Untuk Sajian Analisis pada Rona**

Tahap kerja ini meliputi dua bagian yaitu hasil lapangan dan hasil laboratorium. Hasil data primer yang diperoleh di lapangan dilakukan analisis pada setiap parameter yang digunakan.

**Kerja Untuk Sajian Evaluasi Hasil Penelitian**

Tahap kerja ini menganalisis tipe gerakan

massa tanah berdasarkan hasil survei dan pemetaan yang didukung dengan wawancara warga setempat yang dikaitkan dengan rona lingkungan hidup yang ada serta analisis kestabilan lereng. Hasil analisis dari setiap data yang digunakan akan menentukan besar faktor pengontrol dan faktor pemicu terhadap gerakan massa tanah yang berada di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomojo, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Analisis kestabilan lereng menggunakan Metode Fellenius.

**Perhitungan Metode Fellenius**

Metode Fellenius bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng yang dapat ditentukan dengan rumus perhitungan berikut (Anderson dan Richard, 1987) :

$$F = \frac{\sum c_i + (\sum W_i \cos \theta_i - \sum \mu_i a_i) \tan \Phi}{\sum W_i \sin \theta_i}$$

Keterangan :

F = Faktor Keamanan

Φ = sudut gesek dalam tanah (derajat)

μ<sub>i</sub> = tekanan air pori pada irisan ke-I (kN/m<sup>2</sup>)

a<sub>i</sub> = panjang lengkung lingkaran pada irisan ke-i (m)

W<sub>i</sub> = berat irisan tanah ke-i (kN)

c = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

Hasil perhitungan faktor keamanan dilakukan penentuan klasifikasi lereng yang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Klasifikasi Lereng**

Nilai Faktor Keamanan	Kejadian atau Intensitas Longsoran
FK < 1,07	Menunjukkan Lereng Tidak Stabil
FK = 1,07 -1,25	Kemungkinan Lereng Tidak Stabil
FK > 1,25	Menunjukkan Lereng Stabil

Sumber : Bowles (1989) dalam Zakaria (2016)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Gerakan massa tanah yang terjadi di daerah penelitian dikontrol dengan kondisi kemiringan lereng yang terjal. Daerah penelitian termasuk dalam kelas lereng terjal.. Lereng pada daerah penelitian memiliki material berupa tanah dengan ketebalan solum yaitu tebal antara horizon A dan horizon B diperoleh tiga klasifikasi yaitu tebal (125 cm-130 cm), sedang (66 cm-89 cm) dan tipis (34 cm-49 cm). Ketebalan tanah keseluruhan yang dihitung dari keseluruhan horizon yaitu horizon A hingga

horizon C memiliki rata-rata ketebalan 1,3 meter.

Tebal tanah sejalan dengan masuknya air ke dalam tanah, semakin tebal maka semakin banyak air yang masuk ke dalam tanah. Hal tersebut memberikan dampak peningkatan kadar air dalam tanah atau dikatakan penjenuhan dengan dampak lanjutan ikatan butir tanah menjadi renggang, meningkatkan bobot isi dan gaya geser tanah yang memudahkan pergerakan tanah dari topografi tinggi ke rendah. Tekstur tanah di daerah penelitian di dominasi oleh geluh lempungan sehingga tanah memiliki kohesifitas tinggi. Tanah kohesif akan mengembang karena tidak dapat meloloskan air ketika musim penghujan yang menyebabkan adanya pembebanan lereng dan akan menyusut pada musim kemarau.

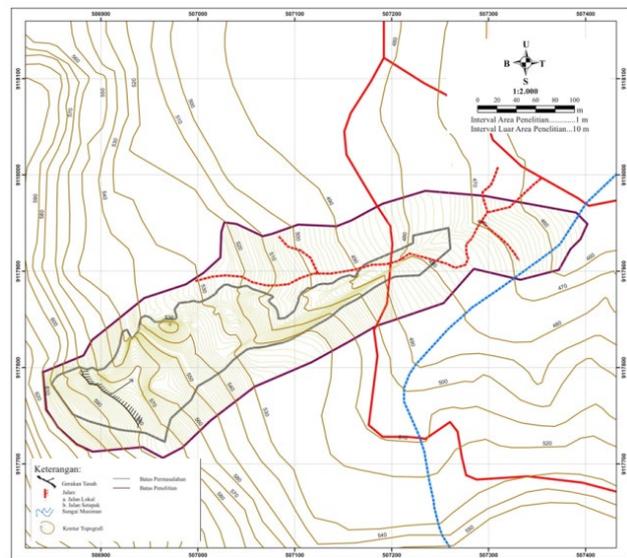
Batuan di daerah penelitian berjenis breksi tuff dan mengalami pelapukan sedang yang tersebar merata. Adanya proses pelapukan tersebut menyebabkan perubahan pada bentuk yang sebagian menjadi tanah. Batuan dasar yang mengalami pelapukan menyebabkan batuan menjadi mudah rapuh diakibatkan dari lemahnya ikatan antar partikel mineral penyusun batuan. Batuan yang mengalami pelapukan juga dipengaruhi adanya kekar yang terdapat pada batuan penyusun. Melalui akar tanaman air dapat masuk melalui rongga batuan sehingga dapat menyebabkan adanya pelapukan batuan. Kondisi struktur geologi berupa kekar dengan arah umum  $N65^{\circ}E/75$ . Arah longsoran tidak sama dengan arah dip dikarenakan jatuhnya material akan tetap mengikuti arah lereng.

Kondisi muka air tanah di daerah penelitian tidak terlalu berpengaruh terhadap faktor pengontrol karena keberadaannya tidak teridentifikasi. Vegetasi yang berada di daerah penelitian didominasi oleh tanaman yang kurang dapat mengikat tanah karena tata guna lahan di daerah penelitian berupa ladang/tegalan yang pada umumnya ditanami tumbuhan yang memiliki perakaran lemah. Vegetasi yang berakar tunggang hanya terdapat di bagian tepi dari gerakan massa tanah sehingga tidak berpengaruh terlalu banyak dalam proses penguatan lereng. Adanya vegetasi di daerah gerakan massa tanah tidak menyebabkan pelapukan akibat adanya zona perakaran melainkan dapat memperkuat lereng.

Tata guna lahan didominasi oleh tegalan, namun terdapat perubahan fungsi lahan oleh manusia lereng bagian bawah yang digunakan sebagai lahan pemukiman. Gerakan massa tanah yang terjadi pada tanggal 28 November 2017 dipicu oleh kondisi curah hujan yang tinggi yaitu 203 mm/hari. Curah hujan yang tinggi melemahkan ikatan antar partikel dalam tanah akibat adanya penjenuhan. Hubungan antara curah hujan dengan faktor

lain semakin memperkuat adanya gerakan massa tanah.

Hubungan antara faktor pengontrol dengan faktor pemicu menyebabkan lereng tidak stabil dan berpotensi besar mengalami gerakan massa tanah. Kondisi gerakan massa tanah yang terjadi di daerah penelitian dijadikan sebagai penunjang dalam melakukan analisis lebih lanjut. Gerakan massa tanah yang terjadi di daerah penelitian cenderung mengarah ke timur laut-timur ditunjukkan dengan adanya *main scrap* dengan arah potongan barat-timur. Bagian tubuh utama, kaki hingga ujung kaki gerakan massa tanah berada di bagian timur. Peta topografi detail dan model 3D gerakan massa tanah daerah penelitian ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Peta Topografi Detail dan Model 3D Gerakan Massa Tanah di Daerah Penelitian

Sumber: Penulis

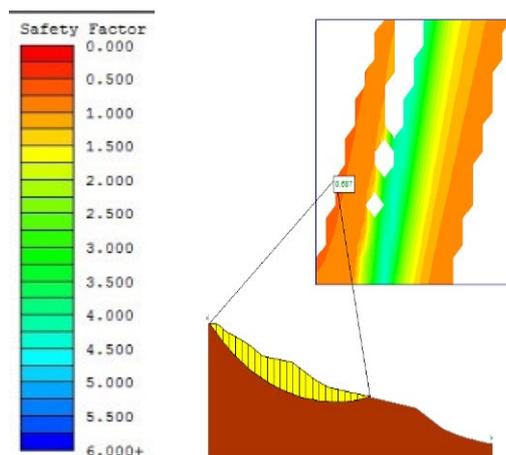
Penentuan tipe keruntuhan menurut Hunt (2007) berdasarkan klasifikasi yang dijelaskan selanjutnya. Bidang keruntuhan dengan bentuk lengkung-planar ditunjukkan dengan kondisi massa tanah masih bentuk asli dan tidak mengalami kehancuran seluruhnya. Kondisi di daerah penelitian material yang tidak mengalami kehancuran sempurna berkaitan dengan kohesifitas massa pembentuk tanah yang ditunjukkan dengan jenis tanah litosol di daerah penelitian yang bertekstur geluh lempungan. Tekstur geluh lempungan memiliki kohesifitas tinggi, sehingga partikel yang berada di dalam tanah berkaitan dengan tanah tidak mudah hancur ketika mengalami perpindahan tempat.

Penentuan tipe gerakan massa tanah berkaitan dengan tipe material ditunjukkan dengan kondisi lapangan terdapat material tanah yang mengalami pergerakan. Material berbentuk tanah tanpa blok, sehingga longsoran berkonstitusi heterogen tanpa blok material. Material penyusun lereng me-

rupakan tanah dengan ketebalan solum rata-rata 70 cm. Kondisi daerah penelitian terdapat singkapan dan ditemukan kekar sehingga memiliki peran dengan adanya gerakan massa tanah tersebut.

Tipe gerakan massa tanah berdasarkan bentuk pergerakan, bidang keruntuhan, kohesifitas massa, tipe material dan penyebab pergerakan merupakan *debris slide* atau disebut luncuran. Evaluasi dalam tipe pergerakan dapat memperkirakan pergerakan yang dapat berkembang di daerah penelitian yaitu rayapan yang ditandai dengan timbunan tanah residual gerakan massa tanah di bagian tubuh gerakan massa tanah yang memiliki kemiringan terjal.

Nilai faktor keamanan lereng yang dihitung yaitu pada kondisi awal. Kondisi awal lereng memiliki dimensi yaitu tinggi lereng awal 100 meter dengan sudut kemiringan lereng  $45^\circ$ . Material penyusun lereng berupa bobot isi memiliki nilai sebesar 12, 6506 KN/m<sup>3</sup> dipengaruhi dari kandungan air yang berada pada tanah akibat proses penjenjuran lereng sehingga mempengaruhi gaya pendorong agar tanah mudah bergerak, nilai kohesi sebesar 5, 5571 kPa, dan nilai sudut geser dalam sebesar 11,  $85^\circ$ . Kohesi dan sudut geser dalam mempengaruhi gaya penahan yang menunjukkan kekuatan tanah penyusun pada tanah di daerah penelitian. Data tersebut diolah menggunakan perangkat *Rockscience 6.0* dengan Metode Fellenius. Hasil perhitungan menunjukkan nilai faktor keamanan lereng pada kondisi awal sebesar 0,687 yang disajikan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Kondisi Lereng Awal dengan Analisis Faktor Keamanan  
Sumber: Penulis

Sketsa lereng digunakan untuk menentukan bidang gelincir yang sesuai dengan kondisi lapangan. Metode Fellenius digunakan untuk menentukan faktor keamanan lereng menggunakan data

yang diperoleh dari setiap irisan yang terdiri dari 25 irisan dan diasumsikan setiap irisan tersebut mewakili beban yang diterima oleh lereng tersebut. Berdasarkan klasifikasi Bowles (1989) dengan nilai faktor keamanan lereng sebesar 0,687 (FK kurang dari 1,07) maka lereng tersebut termasuk dalam kategori lereng labil atau lereng berpotensi sering terjadi longsor. Hal tersebut menyebabkan kawasan sekitar lereng termasuk tempat yang tidak aman bagi warga sekitar apabila digunakan untuk beraktivitas.

Hasil nilai faktor keamanan yang termasuk dalam kategori labil dikontrol oleh faktor kemiringan lereng sebesar  $45^\circ$  yang termasuk dalam klasifikasi sangat terjal menurut Van Zuidam (1983). Hal tersebut sesuai dengan kondisi daerah penelitian yang berada pada lereng punggungan. Sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah juga berperan sebagai pengontrol lereng tersebut. Kondisi air tanah dipengaruhi oleh curah hujan di daerah penelitian yang termasuk dalam klasifikasi agak basah sehingga mengubah nilai kohesi dan sudut geser dalam menjadi kecil dan meningkatkan gaya geser tanah. Beban lereng bertambah dapat diakibatkan dari kadar air tanah yang tinggi sehingga gaya pendorong pada lereng meningkat. Kondisi faktor pengontrol lereng menjadikan lereng labil pada saat adanya hujan dengan intensitas seperti gerakan massa tanah yang terjadi pada tahun 2017 yaitu 203 mm/hari yang dapat berpotensi terjadinya gerakan massa tanah kembali.

## KESIMPULAN

Gerakan massa tanah yang terjadi di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri berdasarkan hasil evaluasi termasuk ke dalam tipe *debris slide*. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan Metode Fellenius diperoleh hasil nilai faktor keamanan lereng awal sebesar 0,687 yang termasuk dalam klasifikasi “tidak stabil”. Hal tersebut diperkuat dengan faktor pemicu di daerah penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, M.G., Richard K.S. 1987. *Slope Stability*. Geotechnical Engineering and Geomorphology, John Wiley and Sons.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *BPS Kecamatan Tirtomoyo dalam Angka 2018*. Badan Pusat Statistik Wonogiri.
- Dibiyosaputro. 1998. *Geomorfologi Dasar*. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Hunt, E. Roy. 2007. *Geologic Hazards A Field Guide for Geotechnical Engineers*. CRC Taylor & Francis Group, New York.
- Aminatun, S. and Anggraheni, D. 2018. Pengaruh Badai Tropis Cempaka Terhadap Kejadian Tanah Longsor di Kabupaten Bantul Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 3(1), 105.

- Ruswandi, R. *et al.* 2008. *Identifikasi Potensi Bencana Alam dan Upaya Mitigasi yang Paling Sesuai Diterapkan di Pesisir Indramayu dan Ciamis. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 18(2),1.
- Santoso, D. H. and Gomareuzzaman, M. 2018. Kelayakan Teknis Penambangan Rakyat Emas Pada Wilayah Pertambangan Rakyat Studi Kasus : Desa Kalirejo , Kecamatan Kokap , Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 4(1), 19–28.
- Soepraptohardjo, M. 1961. *Jenis-jenis Tanah di Indonesia*. Bogor: Lembaga Penelitian Tanah.
- Zakaria, Zulfiadi. 2016. Beberapa Model Penelitian Kestabilan Lereng untuk Mahasiswa Program Sarjana. *SEMNAS FTG UNPAD*.
- Zuidam, R.A. Van. 1983. *Guide to Geomorphologic Aerial Photographs Interpretation and Mapping*. ITC, Enschede The Netherlands