

Pengendalian Gerakan Massa Tanah di Dusun Pesimpar, Desa Grenggang, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah

Arif Hidayat¹

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Fakultas Teknologi Mineral, Jurusan Teknik Lingkungan

^{a)} Corresponding author : arifhidayat0806@gmail.com

ABSTRAK

Jawa tengah merupakan kawasan dengan potensi terjadinya gerakan massa tanahnya. Gerakan massa tanah terjadi di Dusun Pesimpar, Desa Grenggang, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi gerakan massa tanah, mengetahui tingkat kestabilan gerakan massa tanah dengan menghitung faktor keamanan (FK), dan mengetahui teknik rekayasa lereng dalam pengendalian gerakan massa tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *survey* dan pemetaan lapangan, teknik *Purposive Sampling*, metode analisis laboratorium, perhitungan kestabilan lereng menggunakan Metode Janbu. Upaya pengendalian dilakukan dengan 3 pendekatan yaitu secara teknologi, sosial, dan institusi. Faktor pengontrol yaitu kondisi tanah yang tebal dengan tekstur lempung pasir, material penyusun lereng yang telah mengalami pelapukan, kondisi kemiringan lereng yang terjal, dan faktor pemicu berupa infiltrasi air yang berlebihan kedalam lereng ketika intensitas curah hujan tinggi. Nilai faktor keamanan lereng area gerakan massa tanah adalah 1,051 yang termasuk kedalam klasifikasi kritis. Pengendalian gerakan massa tanah dilakukan dengan cara pendekatan teknologi yaitu pembuatan teras, pembuatan saluran drainase, revegetasi lahan dengan tumbuhan rumput akar wangi. Upaya pengendalian tersebut membuat nilai faktor keamanannya menjadi 1,92.

Kata Kunci: *Gerakan Massa Tanah, Nilai Faktor Keamanan, Metode Janbu*

ABSTRACT

Central Java is an area with the potential for mass movements to occur. high ground. The ground mass movement occurred in Pesimpar Hamlet, Grenggang Village, Karanganyar District, Kebumen Regency, Central Java Province. The purpose of this study is to determine the factors that affect the movement of the soil mass, to determine the stability level of the soil mass movement by calculating the factor safety, and to know the slope engineering techniques in controlling soil mass movement. The methods used in this research are survey and field mapping methods, purposive sampling techniques, laboratory analysis methods, slope stability calculations using the Janbu method. Control efforts are carried out with 3 approaches, namely technological, social, and institutional. The controlling factors are thick soil conditions with sandy loam texture, weathered slope materials, steep slope conditions, and trigger factors in the form of excessive water infiltration into the slopes when the intensity of rainfall is high. The value of the safety factor for the slope of the soil mass movement area is 1.051 which is included in the critical classification. The control of soil mass movement is carried out by using a technological approach, namely making terraces, making drainage channels, revegetation of land with vetiver grass plants. This control effort brings the value of the safety factor to 1.92.

Keywords: Ground Mass Movement, Safety Factor Value, Janbu Method.

PENDAHULUAN

Negara Indonesia adalah negara yang memiliki banyak pulau dengan beraneka ragam bentang alamnya. Keanekaragaman bentang alam ini mendasari negara ini menjadi negara yang berpotensi akan bencana salah satunya yaitu gerakan massa tanah. Bencana di Indonesia tidak hanya terjadi secara natural (disebabkan oleh peristiwa alam) tetapi juga oleh ulah manusia, misalnya saja penebangan hutan secara liar, eksploitasi lahan yang bisa menyebabkan terganggunya penyerapan air hujan dan pengalihan kegunaan lahan yang belum cocok fungsinya sehingga merusak keadaan geofisik-kimia suatu lahan tersebut. Maka ini dapat berdampak kepada terjadinya gerakan massa tanah. Pergerakan massa tanah terjadi

ketika kekuatan yang mendorong ke bawah di lereng lebih besar dibandingkan dengan kekuatan yang menahannya. Faktor kontrol yang menyebabkan proses pemicu pemicu merupakan penyebab gerakan massa tanah. Gerakan massa tanah adalah cara perpindahan massa tanah yang turun ke arah kaki lereng sebab pengaruh gaya gravitasi bumi (Crozier dan Glade, 2004).

Pendapat dari Karnawati (2005) menyatakan faktor pengontrol dan proses pemicu gerakan merupakan penyebab terjadinya pergerakan massa tanah. Pergerakan massa tanah di lereng kemungkinan disebabkan karena dari berbagai faktor antar beberapa keadaan seperti keadaan hidrogeologi, geomorfologi, geologi, struktur geologi, dan tata guna lahan yang berakibat terhadap berubahnya beban serta pemanfaatan lahan pada lereng. Pendapat dari Schumm (1979) menyebutkan faktor pemicu gerakan massa tanah memiliki yang namanya faktor *off site* lereng. Kemudian Saveny (2002) menjelaskan kembali mengenai faktor yang berasal dari *in situ* lereng, yaitu mekanisme gerakan massa batuan akibat *weathering*, dikatakan sebagai proses pemicunya gerakan. Crozier dan Glade (2004) menyatakan jika faktor pemicu gerakan ialah kejadian ketika memulainya gerakan dimana dapat merubahnya keadaan di lereng yang awalnya memiliki batas kestabilan marginal (*marginally stable*) menjadi kurang stabil (*actively unstable*).

Penjelasan dan klasifikasi longsor menurut Varnes (1978) dalam Zakaria (2009) bahwa pergerakan tanah merupakan pergerakan perpindahan atau pergerakan lereng dari bagian atas atau berpindahnya massa tanah maupun batu pada arah tegak, mendatar/miring dari tempat awal. Menurut Varnes (1978) dalam Hansen (1984) longsor (*landslide*) dapat dikelompokkan menjadi: *fall, topple, slid, slump, flow, lateral spread, dan complex movement*. Sedangkan untuk tipe gerakan massa tanah dan/batuan bisa. Klasifikasi ini pada umumnya berlandaskan pada jenis gerakan dan materialnya. Klasifikasi HWRBLC, *Highway Research Board Landslide Committee* (1978), berlandaskan kepada Varnes (1978) berdasarkan kepada: a) material yang terlihat, b) kecepatan pindahnya material yang bergerak, c) susunan massa yang pindah, d) jenis material dan gerakannya.

Metode keseimbangan pada dasarnya memperhitungkan keseimbangan gaya dan keseimbangan momen, demikian pula pada gaya yang dimiliki antar irisan (gaya normal serta gaya tangensial) berlaku pada semua permukaan bidang geser. Di antara semua metode irisan yang paling umum adalah Metode Janbu. Pada metode ini semua massa geser dibagi dengan jumlah irisan dan gaya antar irisan dihitung berdasarkan asumsi fungsi hubungan antar irisan. Perhitungan akhir angka keamanan dihitung dengan cara iterasi. *Method Janbu* adalah *method* yang hampir selalu dipakai pada analisis kestabilan lereng. *Method* ini melengkapi kesetimbangan gaya pada arah vertikal pada setiap irisan serta kesetimbangan gaya dalam arah horizontal pada semua irisan, sedangkan untuk kesetimbangan momen tidak bisa dipenuhi. Sembarang bentuk bidang runtuh bisa dianalisis menggunakan *method Janbu*. *Method Janbu* sederhana (*simplified Janbu method*) merupakan perkembangan Janbu dari *Method* yang mirip dengan Bishop sederhana. *Method* ini mempunyai dasar yang mirip terhadap *metode* Bishop yang mengatakan bahwa gaya normal antara irisan diperhitungkan namun gaya geser antara irisan dibiarkan atau nilainya nol ($X_L - X_R = 0$) (Janbu et al., 1956 dalam Rahman 2012).

Menurut petunjuk teknis Teknologi Pengendalian Longsor Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian tahun 2007 teknologi pengendalian longsor secara garis besar bertujuan agar mencegah air agar tidak terkonsentrasi di atas bidang gelincir, mengikat massa tanah untuk tidak mudah bergerak, mengontrol aliran air permukaan dengan membuat aliran air untuk menghindari terjadinya pembebanan lereng, serta mengatur aliran air bawah permukaan guna merembeskan air ke lapisan tanah yang lebih dalam dari

lapisan kedap air. Adapun teknologi pengendalian gerakan massa tanah menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian tahun 2007 dibagi menjadi 2 yaitu pengendalian secara vegetatif dan secara mekanik. Arahan pengelolaan untuk pengendalian gerakan massa tanah di Dusun Pesimpar, Desa Grenggang, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah berdasarkan Peraturan Menteri PU Nomor 22/PRT/M/2007 tentang “Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor” menggunakan beberapa pendekatan yaitu pendekatan rekayasa teknis, pendekatan tata ruang yang meliputi pendekatan sosial, dan pendekatan institusi. Pengendalian dilakukan kepada lereng yang sudah mengalami gerakan massa tanah.

Gerakan Massa Tanah terjadi di Dusun Pesimpar, Desa Grenggang, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Terjadinya gerakan massa tanah dapat terpicu oleh yang namanya intensitas hujan yang cukup tinggi. Kejadian tersebut tidak menimbulkan korban jiwa tetapi mengakibatkan 2 rumah hancur dan 8 rumah lainnya di relokasi karena memungkinkan banyaknya faktor geologi yang dapat menjadi faktor pengontrol dan faktor pemicu terjadinya longsor kembali seperti kondisi batuan yang lapuk sehingga menimbulkan rekahan-rekahan pada batuan, terdapat rembesan air, kemudian cuaca yang tidak menentu. Gerakan Massa tanah di daerah penelitian memiliki kemiringan lereng rata-rata 25⁰. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi gerakan massa tanah, mengetahui tingkat kestabilan gerakan massa tanah dengan menghitung faktor keamanan, mengetahui teknik rekayasa lereng dalam pengendalian gerakan massa tanah.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Dusun Pesimpar, Desa Grenggang, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah dengan judul “Pengendalian Gerakan Massa Tanah (GMT)”. Pelaksanaan suatu penelitian perlu disusun dengan rinci dan detail dengan metodologi penelitian yang terarah dan tepat, sehingga tujuan penelitian dapat tercapai dengan optimal. Metodologi penelitian merupakan sekumpulan hasil yang sistematis sesuai dengan yang direncanakan. Diketahui secara signifikan antara variabel yang diteliti dengan menggunakan metode penelitian sehingga mendapatkan kesimpulan yang bisa menjelaskan beberapa objek yang diteliti.

Dalam Penelitian ini, metode akan dilakukan menggunakan metode *survey* dan pemetaan lapangan merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer berupa kondisi geofisik kimia, biotis dan sosial. Data lapangan yang sudah di survei akan diolah dengan proses pemetaan, sehingga menghasilkan peta-peta yang akan dijadikan data pendukung untuk menganalisis penelitian. Pemetaan bertujuan untuk mengukur, menakar, mempresentasikan keadaan lapangan sebenarnya. Teknik *Purposive Sampling* merupakan teknik pengambilan sampel tanah yang selanjutnya akan diuji di lab. Metode analisis laboratorium digunakan untuk tahap analisis pengendalian gerakan massa tanah serta mengetahui faktor yang mempengaruhi gerakan massa tanah, sampel tanah yang diuji berupa sifat mekanik tanah yaitu sudut geser, kuat tekan, sedangkan sifat fisiknya berupa bobot isi, permeabilitas, dan distribusi ukuran butir. Metode analisis data yaitu perhitungan kestabilan lereng menggunakan Metode Janbu yang disederhanakan. Faktor pengontrol dan faktor pemicu didaerah penelitian yang dianalisis secara deskriptif dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Faktor Pengontrol dan Faktor Pemicu GMT (Hardiyatmo, 2012)

No	Faktor Pengontrol	No	Faktor Pemicu
1	Kemiringan Lereng	1	Curah Hujan
2	Batuan	2	Kapasitas Infiltrasi
3	Tanah	3	Aktivitas Perakaran
4	Penggunaan Lahan		

Sumber: Hardiyatmo, 2012

Persamaan perhitungan Faktor keamanan (F) merupakan perbandingan yang dimiliki kekuatan geser yang dibutuhkan guna setimbang kepada kekuatan geser material yang ada.

$$F = \frac{\tau_a}{\tau_m}$$

dimana:

τ_a = kekuatan geser material yang tersedia

τ_m = kekuatan geser material yang diperlukan agar tepat setimbang.

Kekuatan geser material yang terdapat (τ_a) dapat dinilai pada Persamaan *Mohr-Coulomb*, kemudian untuk kekuatan geser yang dibutuhkan sebagai tepat setimbang (τ_m) dihitung menggunakan persamaan kesetimbangan. Semua metode irisan dilihat dari keadaan kestabilan suatu lereng dinyatakan dalam suatu indeks yang disebut FK, yang bisa dilihat dibawah ini:

$$FK = \frac{s}{\tau} = \frac{\text{Kekuatan Geser Material Yang Tersedia}}{\text{Kekuatan geser Yang Diperlukan Agar tetap Setimbang}}$$

Faktor keamanan dikatakan mempunyai nilai sama pada tiap irisan. Kekuatan geser material yang ada guna menahan material membuat lereng tidak mengalami gerakan dinyatakan pada kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb dibawah ini:

$$s = c + \sigma n - u \phi$$

dimana:

s = Kekuatan geser

c' = kohesi efektif

ϕ' = sudut gesek efektif

σn = tegangan normal total

u = tekanan air pori

Kekuatan geser dapat diasumsikan tidak bergantung dengan keadaan tegangan-tegangan pada lereng. Besarnya tahanan geser yang dibutuhkan guna lereng berada dengan keadaan tepat setimbang [S_m] bisa dilihat dibawah ini:

$$S_m = \frac{s\beta}{F} = \frac{(c' + (\sigma_n - u)\tan\phi')\beta}{F}$$

$$S_m = \frac{(c'\beta + (N - u\beta)\tan\phi')}{F}$$

Kemudian pada geometri dari bidang runtuh yang sudah ditetapkan lalu pada massa diatas bidang runtuh dipisah pada sejumlah irisan. Mempertimbangkan terdapatnya variasi kekuatan geser serta tekanan air pori sepanjang bidang runtuh ini merupakan tujuan dari pembagiannya. Tujuan dari pembagian tersebut untuk mempertimbangkan terdapatnya variasi kekuatan geser dan tekanan air pori sepanjang bidang runtuh.

Dengan mensubstitusikan persamaan ke dalam persamaan di atas maka bisa didapatkan persamaan guna menghitung faktor keamanan (F) dibawah ini:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n c' \beta + (N - u\beta) \tan\phi' \cos\alpha}{\sum_{i=1}^n (N \sin\alpha + kW) + A}$$

Nilai faktor keamanan (FK) dinyatakan kritis jika $FK = 1,07-1,25$, labil jika $FK < 1,07$ dan stabil jika nilai $FK > 1,25$.

Tabel 2. Nilai Faktor Keamanan dan Intensitas Longsor

Nilai faktor Keamanan	Kejadian atau Intensitas Longsoran
$FK < 1,07$	Tidak stabil
$FK = 1,07-1,25$	Kritis
$FK > 1,25$	Stabil

Sumber: Janbu, 1973

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gerakan massa tanah yang terjadi di Dusun Pesimpar, Desa Grenggang, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah disebabkan oleh faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol gerakan massa tanah merupakan komponen yang berasal dari dalam lereng, sedangkan faktor pemicu dipengaruhi oleh komponen yang berasal dari luar lereng. Parameter lingkungan yang digunakan untuk mengetahui faktor pengontrol adalah kemiringan lereng, batuan, jenis dan tebal tanah, sifat fisik tanah, penggunaan lahan. Sedangkan pada faktor pemicu parameternya adalah infiltrasi yang dipengaruhi oleh curah hujan. Hasil analisis dari faktor pengontrol dan faktor pemicu dirangkum dalam **Tabel 5.1**

Tabel 3. Rangkuman Analisis Faktor Pengontrol Gerakan Massa Tanah

No	Faktor Pengontrol	Karakteristik	Analisis Faktor
1	Kemiringan Lereng	Lereng Landai	Kemiringan lereng 14%-20% (9^0-16^0) akan memiliki gaya tarik menarik yang besar akibat gaya gravitasi sehingga material
		Lereng Miring	
		Lereng Agak Terjal	

No	Faktor Pengontrol	Karakteristik	Analisis Faktor
		Lereng Terjal	penyusunnya yang berupa tanah yang tebal akan cenderung lebih rentan untuk bergerak
2	Batuan	Batupasir Sangat Halus	Pelapukan batuan berpengaruh terhadap pembentukan lapisan tanah,tanah akan semakin tebal dan ini bisa menambah beban pada lereng.
		Struktur Geologi Tidak Berkembang dengan Baik	
3	Tanah	Tanah Latosol Tebal	Tanah yang tebal akan menjadikan sebuah beban pada lereng. Ukuran butir tanah yang lempung pasiran akan membuat air akan sukar masuk kedalam tanah sehingga akan berpengaruh kepada permeabilitas yang lambat dan yang terjadi banyak air limpasan dan lempung ini memiliki porositas yang baik sehingga ini akan membuat lereng jenuh dan menjadi beban pada lereng.
		Ukuran Distribusi Butir Tanah didominasi dengan Lempung Pasiran	
		Permeabilitas Rapat air sampai sedang	
4	Penggunaan Lahan	Kebun campuran	Penggunaan lahan ini tidak terlalu pengaruh secara signifikan, tetapi penggunaan lahan ini akan bisa menambah beban pada lereng seperti pemukiman yang berada pada atas lereng.
		Pemukiman	
No	Faktor Pemicu	Karakteristik	Analisis Faktor
1	Curah Hujan	Agak Basah	Curah hujan yang tinggi akan membuat penambahan kapasitas air dalam tanah yang membuat sebuah beban di tanah dan juga akan membuat mengembangnya tanah sehingga partikel antar tanah akan lemah sehingga akan memicu GMT
2	Infiltrasi	Lambat	Kapasitas infiltrasi yang besar menyebabkan air cepat masuk dan tertampung didalam tanah sehingga bisa menjadi beban lereng, kapasitas infiltrasi yang kecil menyebabkan air limpasan yang banyak ini akan menyebabkan pengikisan tanah permukaan.
		Sedang	
		Cepat	
3	Aktivitas Perakaran	Akar serabut	Aktivitas perakaran serabut yang memiliki perakaran dangkal ini akan membuat tanah bagian atas akan mudah meresap sehingga akan menjadikan beban bagi tanah di lereng.

(Sumber: Penulis, 2021)

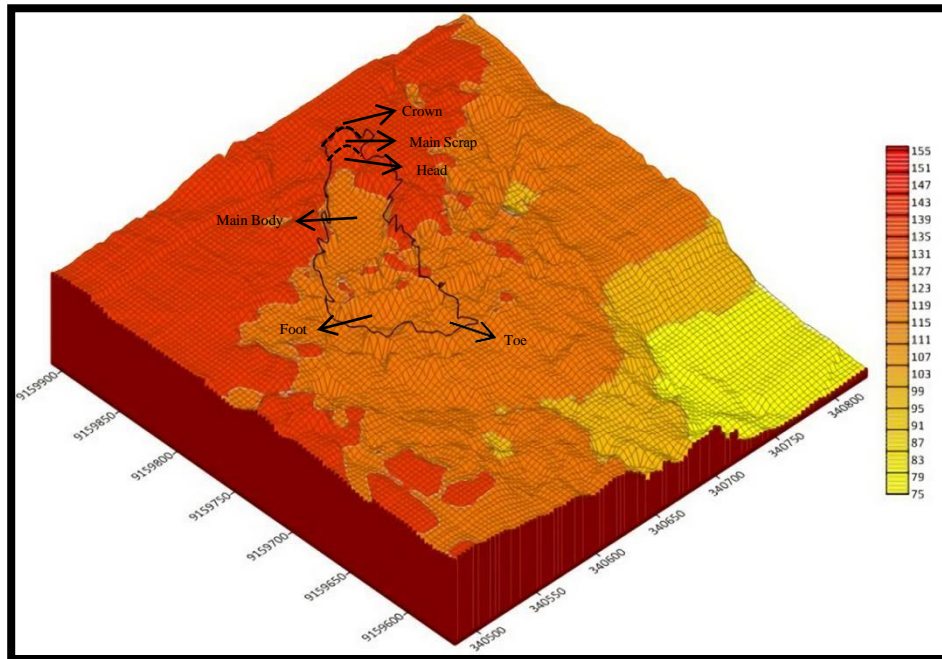
Gerakan massa yang terjadi dikontrol dengan bentuk lahan berupa lereng punggung bukit pada ketinggian 100-400 mdpl yang memiliki kemiringan lereng di dominasi pada kelas agak terjal dengan nilai kemiringan 14%-20% atau 9^0 - 16^0 sehingga lereng ini memiliki gaya tarik menarik yang besar akibat gaya gravitasi. Lereng yang agak terjal pada lokasi gerakan massa tanah berada pada potongan lereng yang dibentuk oleh gerakan massa tanah. Material yang terdapat pada lereng berupa tanah sehingga lereng dengan kelas kemiringan agak terjal akan terbebani dengan ketebalan solum tanah yang memiliki rata-rata 4,5 m.

Jenis tanah pada daerah penelitian berupa tanah latosol yang tersusun oleh horizon A dan horizon B dengan horizon yang memiliki kondisi yang lebih tebal. Pengamatan tekstur tanah di daerah penelitian memiliki tekstur lempung pasir dengan persentase lempung yang lebih besar sehingga tanah yang berada pada daerah penelitian termasuk tanah kohesif dengan nilai 0.19 Kg/cm^2 dimana sifat ini akan berdampak kepada perubahan bentuk tanah. Tanah kohesif ini akan menyusut pada musim kering dan mengembang pada musim penghujan dikarenakan tanah ini tidak mampu meloloskan air dengan baik dan menambah beban pada lereng. Jenis batuan pada daerah penelitian merupakan batupasir sangat halus dengan sisipan batu lanau dan telah mengalami pelapukan yang tersebar di selatan gerakan massa tanah. Struktur geologi tidak berkembang dengan baik, hanya ditemukan kekar sedikit pada singkapan batupasir. Proses pelapukan masih terus berjalan seiring dengan perubahan cuaca dan suhu yang terjadi di lokasi penelitian. Proses pelapukan batuan yang masih terus berjalan di lokasi penelitian akan membentuk lapisan tanah yang akan semakin tebal.

Gerakan massa tanah memiliki faktor pemicu berupa curah hujan, kapasitas infiltrasi tanah dan aktivitas perakaran. Berdasarkan analisis di daerah penelitian memiliki klasifikasi iklim agak basah yang ditandai dengan curah hujan yang tinggi. Curah hujan yang tinggi akan menambah kapasitas air didalam tanah yang signifikan sehingga tanah akan mudah jenuh yang akan menyebabkan ikatan antar partikel tanah akan melemah. Vegetasi yang ditanami adalah pisang dan bambu dimana vegetasi ini memiliki akar yang berjenis serabut. Akar serabut ini akan membuat beban tersendiri karena akar serabut yang dangkal, sehingga ini akan menjadi beban bagi lereng yang tidak stabil.

Pengukuran kapasitas infiltrasi dilakukan berdasarkan satuan lahan di lokasi penelitian. Kapasitas infiltrasi merupakan laju infiltrasi maksimum air yang masuk ke dalam tanah. Kapasitas infiltrasi akan dipengaruhi dengan kemiringan lereng, kerapatan butir tanah, dan penggunaan lahan. Kapasitas infiltrasi memiliki hubungan langsung terhadap permeabilitas tanah. Semakin cepat permeabilitas tanah akan semakin cepat kapasitas infiltrasi. Berdasarkan hasil pengukuran, kapasitas infiltrasi di lokasi penelitian cenderung lambat hingga cepat. Pengaruh kapasitas infiltrasi terhadap gerakan massa tanah adalah semakin cepat kapasitas infiltrasi di lereng akan semakin besar air yang masuk ke dalam tanah. Besarnya air yang masuk akan mengakibatkan peningkatan berat isi tanah. Semakin berat isi tanah akan semakin berat beban yang diterima lereng sehingga kekuatan lereng akan semakin berkurang.

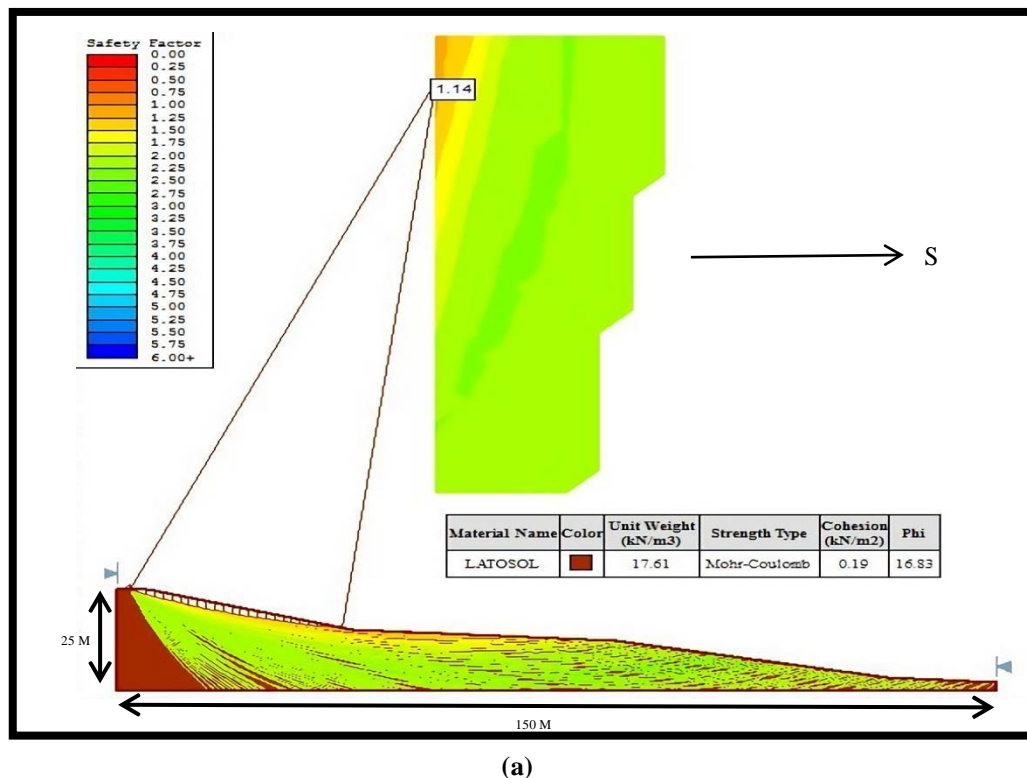
Gerakan massa tanah yang terjadi di daerah penelitian mengarah dari utara ke selatan ditunjukkan dengan adanya *main scrap* dengan arah potongan barat-timur. Bentuk gerakan massa tanah yang terjadi di daerah penelitian disajikan dalam bentuk 3D pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Model 3D Rekonstruksi Situasi Lahan Gerakan Massa Tanah Di Daerah Penelitian
(Sumber: Penulis, 2021)

Analisis kestabilan lereng menggunakan Metode Janbu yang disederhanakan dengan model keruntuhan *Mohr-Coloumb*, metode ini menghitung beban lereng dengan mempertimbangkan faktor gaya horizontal dan vertikal serta faktor koreksi antar irisan pada lereng. *Software* yang digunakan untuk mengolah data – data tersebut yaitu *Rocscience Slide 6.0*. Gerakan massa yang terjadi merupakan gerakan massa dengan tipe nendatan. Kestabilan lereng dipengaruhi oleh gaya yang bekerja, seperti gaya pendorong lereng dan faktor penahan lereng. Faktor pendorong dan faktor penahan yang digunakan diperoleh dari sifat fisik dan mekanik tanah yang terdapat pada lereng. Parameter yang digunakan dalam analisis ini yaitu bobot isi tanah, sudut geser tanah, dan kohesi tanah. Bobot isi tanah dipengaruhi utamanya yaitu kandungan air didalam tanah akibat proses penjujukan tanah pada lereng. Bobot isi tanah ini mempengaruhi gaya pendorong tanah untuk bergerak. Kandungan air ini akan meningkat akibat curah hujan yang tinggi, dimana curah hujan pada daerah penelitian termasuk dalam klasifikasi agak basah. Sudut geser tanah dan kohesi tanah berpengaruh kepada gaya penahan tanah, dimana ini merupakan kekuatan tanah penyusun lereng terhadap gaya pendorongnya.

Faktor keamanan lereng dihitung dengan membandingkan kekuatan geser material pada lereng dengan gaya geser yang bekerja pada sepanjang bidang runtuh. Terjadinya gerakan massa tanah di daerah penelitian karena kekuatan geser material pada lereng tidak mampu menahan gaya geser yang bekerja pada lereng. Penampang profil dapat dilihat pada **Gambar 2**



(a)
Gambar 3. Penampang Profil Kondisi Lereng yang Mengalami Gerakan Massa Tanah
 (Sumber: Penulis, 2021)

Analisis laboratorium yang sudah dilakukan akan dijadikan nilai untuk menghasilkan faktor keamanan pada lereng. Sampel tanah di daerah penelitian menghasilkan nilai bobot isi sebesar 17,61 KN/m³, sudut geser dalam sebesar 16,83⁰ dan kohesi sebesar 0,19 Kg/cm². Analisis geometri lereng menghasilkan panjang lereng sepanjang 150 m, ketinggian lebing 25 m, dan kemiringan lereng sebesar 25⁰. Lereng ini masuk ke dalam kelas curam. Nilai Faktor Keamanannya sebesar 1,14 yang termasuk dalam kelas kritis

Arahan pengelolaan untuk pengendalian gerakan massa tanah di Dusun Pesimpar, Desa Grenggang, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah berdasarkan Peraturan Menteri PU Nomor 22/PRT/M/2007 tentang “Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor” menggunakan beberapa pendekatan yaitu pendekatan rekayasa teknis, pendekatan tata ruang yang meliputi pendekatan sosial, dan pendekatan institusi. Pengendalian dilakukan kepada lereng yang sudah mengalami gerakan massa tanah. Adapun upaya dalam pengendalian yang dapat dilakukan di lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

A. Pendekatan Rekayasa/Teknis

1. Perubahan Geometri Lereng

Perubahan geometri lereng merupakan salah satu bentuk dalam penanggulangan yang meliputi proses pemotongan dan penimbunan pada lereng. Jenis keruntuhan gelincir rotasi yang terjadi sering menggunakan cara penanggulangan, ini bertujuan untuk menambah gaya penahan dan menaikkan nilai faktor keamanan. Pemotongan yang dilakukan yaitu pada bagian kepala lereng dan penimbunan pada kaki lereng dengan tujuan melandaikan lereng. Perubahan geometri lereng memiliki tujuan utama yaitu untuk menaikkan nilai faktor keamanan lereng dimana yang awalnya lereng memiliki klasifikasi kritis kemudian dilakukan perubahan geometri lereng agar lereng bisa masuk ke dalam klasifikasi stabil. Penanggulangan yang dilakukan sebanyak 8 teras dengan total panjang lereng 150 m, lebar 70 m dan tinggi 25 m.

Setiap teras memiliki satu bidang olah dan satu bidang miring, dimana bidang olah mempunyai panjang 13 m dengan lebar 70 m dan bidang miringnya mempunyai ukuran panjang 6,7 m dan lebar 70 m. Kemiringan bidang miring setiap terasnya adalah 27° . Setelah dilakukannya perubahan geometri lereng nilai faktor keamanan lereng yang awalnya 1,14 kemudian meningkat menjadi 1,92 dengan klasifikasi stabil (dilihat pada **Gambar 4.**)

2. Pembuatan Saluran Drainase

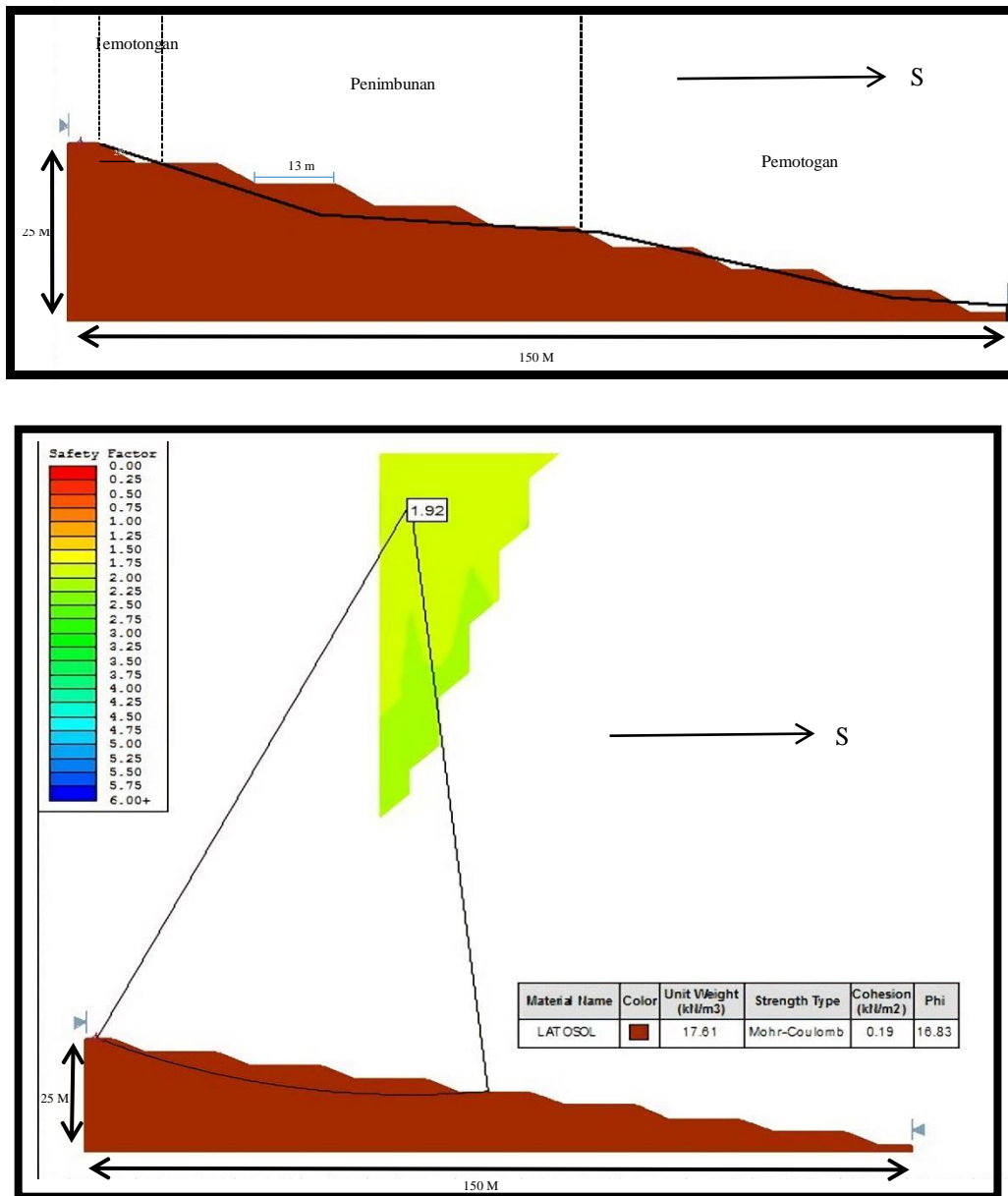
Pembuatan saluran drainase dilakukan dengan tujuan untuk mengendalikan aliran permukaan pada lereng gunanya untuk mengurangi jumlah air hujan yang menjadi aliran rembesan ke dalam tanah agar tidak menjenuhkan tanah pada lereng. Tingginya curah hujan di daerah penelitian dan perubahan iklim yang tak menentu dapat berpotensi mengakibatkan gerakan massa tanah kembali, sehingga harus dirancang dari segi sistem pengaliran air permukaan yaitu saluran drainase. Saluran drainase dibuat dengan bentuk trapesium dengan sistem terbuka dan material nya campuran semen dan pasir. Penggunaan material campuran semen dan pasir diperhitungkan karena nilai curah hujan yang tinggi dan bisa menimbulkan debit aliran yang besar, material ini diasumsikan bisa mengurangi erosi dan sedimentasi yang dapat terjadi di saluran drainase.

Saluran drainase mempunyai bentuk trapesium dengan 2 macam drainase yaitu drainase horizontal dan drainase vertikal. Dimensi drainase horizontal terdiri dari lebar bawah saluran (b) yaitu 0,0770 m, lebar atas saluran (B) yaitu 0,2630 m, dan tinggi saluran (h) yaitu 0,093 m. Dimensi drainase vertikal terdiri dari lebar bawah saluran (b) yaitu 0,1701, lebar atas saluran (B) yaitu 0,5812, dan tinggi saluran (h) yaitu 0,2055. Tujuan drainase horizontal dibuat pada setiap bagian teras agar mengurangi aliran permukaan dan mengurangi penjenjutan pada lereng, sedangkan drainase vertikal dibuat di sepanjang lereng guna menampung aliran pada setiap terasnya. Aliran air dari saluran drainase akan dialirkan secara menerus dari teras tertinggi ke teras terendah dan menuju *outlet* berupa sungai musiman.

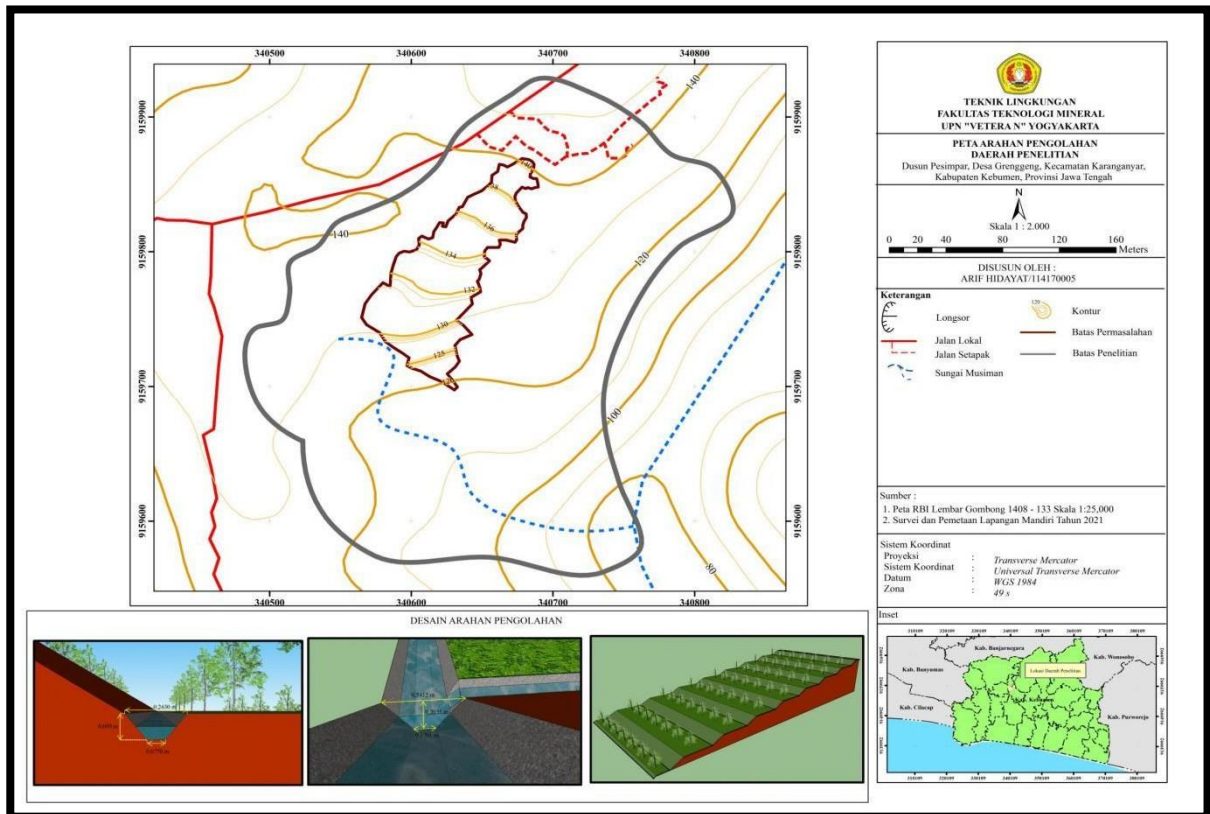
3. Revegetasi Lereng

Rekayasa vegetatif merupakan metode penanggulangan lahan longsor yang dianjurkan dalam Pedoman Departemen Pekerjaan Umum Pd T-09-2005-B tentang Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng pada Tanah Residual dan Batuan sebagai metode yang digunakan untuk mengendalikan adanya aliran limpasan di daerah penelitian. Tanaman dengan tipologi dan perakaran memiliki peran dalam mengurangi kejadian gerakan massa tanah. Peran vegetasi dimulai dari tajuk menyimpan air intersepsi yang dapat mengurangi jumlah air hujan yang terinfiltrasi dan pemenuhan lengas tanah, peran selanjutnya adalah morfologi akar dimana jenis perakaran dapat meningkatkan daya cengkram tanah oleh akar dan meningkatkan kuat geser tanah sehingga mampu mengurangi terjadinya gerakan tanah. Peran ketiga adalah evapotranspirasi, dimana proses ini berperan mengurangi kejenuhan tanah agar tidak terjadi akumulasi air dilapisan impermeable yang bisa menjadi bidang gelincir dalam kejadian gerakan tanah.

Pemilihan jenis tanaman dilakukan dengan dasar pertimbangan pada ketinggian tempat tumbuh tanaman dari muka laut, dimana pada lokasi penelitian memiliki ketinggian 100-140 mdpl, selain itu pemilihan jenis tanaman juga dilihat dari sektor perekonomian warga disana yang masih banyak sebagai petani, sehingga pemilihan yang diusulkan yaitu sengon dan rumput *vertiver*. Tanaman sengon dipilih dikarenakan tanaman ini memiliki akar tunggang yang dalam dan batang sengon bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku kayu oleh masyarakat sehingga mempunyai nilai ekonomis didalamnya. Tanaman sengon akan dikombinasikan dengan menanam rumput *vertiver* di sekitarnya, ini bertujuan untuk mengurangi erosi permukaan karena air limpasan. Peta arahan pengelolaan di lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 5.**



Gambar 4. Kondisi Lereng Pengelolaan dengan Analisis Faktor Keamanan
(Sumber: Penulis, 2021)



Gambar 5. Peta Arahan Pengelolaan Daerah Penelitian

(Sumber: Penulis, 2021)

B. Pendekatan Sosial

Pendekatan sosial dalam pengendalian gerakan massa tanah dilakukan dengan melibatkan peran serta masyarakat sekitar lokasi penelitian agar menjaga fungsi kawasan yang telah ditetapkan dalam rencana tata ruang. Pendekatan sosial dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut:

1. Memberikan sosialisasi mengenai pengenalan bidang manajemen bencana gerakan massa tanah yang bertujuan memberikan pemahaman masyarakat mengenai bencana ini, sehingga masyarakat bisa lebih mempersiapkan diri dan upaya peningkatan kesadaran masyarakat akan bencana gerakan massa tanah.
2. Melakukan sosialisasi terkait pemahaman masyarakat dalam pemanfaatan dan penggunaan lahan agar masyarakat sekitar bisa lebih bijak dalam memanfaatkan lahan.
3. Melakukan pemantauan dan pemeliharaan terhadap daerah yang berpotensi terjadinya gerakan massa tanah.
4. Melakukan kegiatan bersama guna menumbuhkan rasa kepedulian dan perilaku gotong royong antar sesama

C. Pendekatan Institusi

Pendekatan institusi dilakukan melibatkan peran masyarakat tetapi melalui suatu institusi/kelembagaan. Kelembagaan dapat berasal dari pemerintahan dan non pemerintahan. Pendekatan ini berkaitan dengan fungsi kontrol, pengawasan, serta peran aktif pemerintah yang bekerjasama dengan masyarakat Adapun beberapa cara yang dapat dilakukan dalam pendekatan institusi antara lain:

1. Pemerintah memberikan sosialisasi dan informasi mengenai kondisi dan potensi bencana yang mungkin terjadi kepada masyarakat, sehingga masyarakat bisa selalu waspada.
2. Pemerintah daerah menetapkan kebijakan atau peraturan-peraturan terkait pemanfaatan lahan yang dapat memberikan potensi terjadinya gerakan massa tanah. Pemerintah atau institusi terkait bisa memasang alat sistem peringatan dini atau rambu-rambu bahaya atau menempel peta potensi persebaran bencana di daerah setempat guna sebagai sistem peringatan dini.

KESIMPULAN

1. Faktor pengontrol dan faktor pemicu terjadinya gerakan massa tanah di lokasi penelitian adalah tanah yang tebal, pelapukan batuan, kemiringan lereng yang agak terjal hingga curam, penggunaan lahan pemukiman dan kebun campuran serta kapasitas infiltrasi yang didominasi lambat.
2. Tingkat kestabilan gerakan massa tanah di daerah penelitian berdasarkan perhitungan nilai Faktor Keamanan dengan menggunakan Metode Janbu yaitu sebesar 1,14 yang termasuk dalam klasifikasi kritis
3. Teknik rekayasa dalam pengendalian gerakan massa tanah di daerah penelitian dilakukan dengan pembuatan teras dengan kemiringan 27^0 . Selain itu dilakukan juga pembuatan saluran drainase, rekayasa vegetatif dengan penanaman kombinasi pohon sengon dan rumput *vertiver* untuk mengendalikan aliran permukaan serta meningkatkan faktor keamanan pada lereng menjadi stabil, sehingga diperoleh nilai faktor keamanannya adalah 1,92.

DAFTAR PUSTAKA

- Crozier, M.J and Glade T., 2004, *Landslide Hazard and Risk : Issues, Concepts and Approach in Landslides Hazard and Risk* Edited by Thomas Glade, Malcolm Anders and Michael J. Crozier, John Wiley and Sons, pp. 1-35
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan untuk Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng pada Tanah Residual dan Batuan*. Pd T-09-2005-B
- Hansen, M.J., 1984, *Strategies for Classification of Landslides*, (ed. : Brunsden, D, & Prior, D.B., 1984, *Slope Instability*, John Wiley & Sons, p.1-25
- Karnawati, D., 2005, *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Schumm, S.A., 1979, *Geomorphic thresholds : the concept and its application*, *Transactions Institute of British Geographers (New Series)*,4, 485-515 vide *Landslides Hazard and Risk* Edited by Thomas Glade, Malcolm Anderson and Michael J. Crozier, John Wiley and Sons.
- Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum Nomor 22 Tahun 2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor.
- Varnes, D.J. 1978. *Slope Movement Types And Process (Landslides Analysis And Control)*. Washington: R.L. Schuster and R.J. Krizek, Transport Research Board, National Research Council
- Zakaria, Zulfiadi. 2009. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Jurusan Teknik Geologi Universitas Padjadjaran