

Pengelolaan Gerakan Massa Tanah di Dusun Kaliwuluh, Desa Jurangjero, Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Annisa Aulia Ramadhani Nugroho^{a)}, Suharwanto, dan Dian Hudawan Santoso

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

^{a)}Corresponding author: Annisanugroho81@gmail.com

ABSTRAK

Gerakan massa tanah yang terjadi pada tanggal 28 November 2017 di Dusun Kaliwuluh, Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dipicu dengan hujan intensitas tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng berdasarkan nilai faktor keamanan lereng yang telah mengalami gerakan massa tanah dan membuat teknik rekayasa gerakan massa tanah di daerah penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survei dan pemetaan untuk komponen lingkungan, metode *purposive sampling* untuk pengambilan sampel tanah, dan metode deskriptif dan kuantitatif untuk melakukan analisis. Survei dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting setelah terjadi gerakan massa tanah. Hasil uji laboratorium dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui nilai faktor keamanan dengan metode Janbu yang disederhanakan. Perhitungan nilai faktor keamanan yang dihasilkan sebesar 1,559 yang termasuk kedalam klasifikasi lereng stabil. Pengelolaan gerakan massa tanah dilakukan pada lereng yang telah mengalami gerakan massa tanah untuk mengurangi potensi terjadinya gerakan massa tanah kembali sehingga lahan lokasi gerakan massa tanah dapat dimanfaatkan oleh warga di sekitar daerah penelitian. Pengelolaan lereng dilakukan dengan cara pendekatan rekayasa/teknik yaitu dengan pembuatan teras, pembuatan saluran drainase secara vertikal dan horizontal, revegetasi lahan dengan pohon jati dengan kombinasi rumput akar wangi. Penambahan material lempung pada rekahan tanah digunakan untuk menghambat laju infiltrasi dan penggunaan pipa penyalir pada lereng.

Kata kunci : Gerakan Massa Tanah, Nilai Faktor Keamanan, Kestabilan Lereng, Metode Janbu yang disederhanakan, Pengelolaan Lereng

ABSTRACT

The mass movement that occurred on 28 November 2017 in Dusun Kaliwuluh, Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta was caused by high intensity rain. The purpose of this study was to determine the level of slope stability based on the value of the slope safety factor that has experienced soil mass movement and to make engineering techniques for soil mass movement in the study area. The methods used in this research are survey and mapping methods for environmental components, purposive sampling method for soil sampling, and descriptive and quantitative methods for conducting analysis. The survey was conducted to determine the existing conditions after soil. The laboratory test results are analyzed quantitatively to determine the value of the safety factor using the simplified Janbu method. The calculation results for safety factor value is 1.559 which is included in the classification of stable slopes. The management of soil mass movement is carried out on slopes that have experienced soil mass movement to reduce the potential of soil mass movement recurred and the land where the soil mass movement is located can be utilized. Slope management is carried out by means of an engineering / technical approach, namely by constructing terraces, constructing drainage channels vertically and horizontally, revegetating the land with teak trees with a combination of vetiver grass. The addition of clay material to the soil fracture is used to inhibit the infiltration rate and the use of drain pipes on slopes.

Keywords : Mass Movement, Safety Factor Number, Slope Stability, Simplified Janbu Method, Slope Management

1. PENDAHULUAN

Menurut UU no.24 tahun 2007, menyebutkan bahwa, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa bencana tanah longsor merupakan ancaman terbesar dan paling mematikan di Indonesia sesuai dengan data Gema BNPB (2015) dimana 17,2% penduduk nasional terpapar langsung oleh bahaya longsor sedang-tinggi. Kabupaten Gunung Kidul mempunyai lahan yang relatif labil dan rawan terhadap bahaya gerakan tanah, antara lain yang berupa longsor lahan. Hal ini disebabkan

karena kondisi medannya yang berupa topografi perbukitan, sehingga daerah tersebut sangat rawan terhadap bencana longsor lahan. Mengingat daerah ini cukup luas, maka upaya pengelolaan lingkungan daerah rawan bencana longsor merupakan usaha yang selayaknya dilakukan. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa daerah rawan bencana longsor lahan banyak yang dimanfaatkan sebagai lahan permukiman, pertanian, dan perkebunan. Gerakan massa tanah atau batuan didefinisikan sebagai gerakan menuruni atau keluar lereng oleh massa tanah dan/atau batuan penyusun ataupun pencampuran keduanya sebagai bahan rombakan akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut (Karnawati, 2005)

Gerakan massa tanah yang terjadi di Dusun Kaliwuluh, Desa Jurangjero, Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul terjadi setelah intensitas hujan yang tinggi pada tanggal 28 November 2017, tanah menjadi jenuh dan berat sehingga dengan adanya gaya gravitasi tanah akan bergerak ke tempat elevasi yang lebih rendah. Kestabilan lereng dapat terganggu karena faktor iklim, kemiringan lereng, aliran infiltrasi, sebaran batuan, sifat fisik dan mekanika tanah. Lereng dapat dianalisis melalui perhitungan faktor keamanan lereng dengan melibatkan sifat fisik tanah, geometri lereng dan mekanika tanah sehingga dengan mencari faktor keamanan lereng dapat dilakukan arahan pengelolaan yang baik.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng berdasarkan nilai faktor keamanan lereng yang telah mengalami gerakan massa tanah dan membuat teknik rekayasa gerakan massa tanah di daerah penelitian. Kerugian yang ditimbulkan dengan adanya gerakan massa tanah tersebut adalah rusaknya lahan pertanian dan permukiman warga. Pengurangan risiko bencana bertujuan dalam mengurangi ancaman dan kerentanan masyarakat dan aset, pengelolaan lahan dan lingkungan berkelanjutan, dan peningkatan kesiapsiagaan terhadap bencana. Pendekatan yang digunakan diantaranya teknik rekayasa lereng untuk pengelolaan gerakan massa tanah dengan melakukan pemetaan terlebih dahulu untuk mengetahui risiko lain yang mungkin terjadi, sosialisasi mengenai kebencanaan dan adanya sistem peringatan dini kedepannya.

2. METODE

Penelitian yang terletak di Dusun Kaliwuluh, Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan, mengolah dan menganalisa data yang diperoleh. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survei dan pemetaan untuk komponen lingkungan, metode *purposive sampling* untuk pengambilan sampel tanah, dan metode deskriptif dan kuantitatif untuk melakukan analisis. Survei dilakukan untuk mengetahui kondisi meliputi pengamatan, pengukuran dan pendataan komponen lingkungan yang berhubungan dengan gerakan massa tanah. Pengumpulan data sekunder dilakukan sebelum melakukan survei dan pemetaan lapangan yang diunakan ununtung mendukung dan meenkapi penelitian. Data tersebut berupa data curah hujan, peta-peta tematik, data demografi dari instansi terkait. Data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Data primer yan digunakan merupakan peta tentatif berupa peta topografi, peta kemiringan lereng, peta tanah, peta batuan yang dibuat dengan skala 1:1.100 yang selanjutnya dilakukan *cross check* pada tahap kerja lapangan. Tahap kerja lapangan dilakukan dengan survei dan pemetaan dengan melakukan pengamatan, pengukuran dan pendataan komponen lingkungan yang berkaitan dengan penelitian sehingga didapatkan data primer. Data primer yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat dalam **Tabel 2**.

Tabel 1. Data Sekunder yang digunakan dalam Penelitian

No.	Komponen Lingkungan	Parameter	Sumber Data
1.	Lingkungan Fisik	Iklim	Data Curah Hujan Balai Besar Wilayah Serayu Opak, Yogyakarta
		Bentuklahan	Analisis peta Topografi, Peta RBI Lembar 1408-314 Cawas Skala 1 : 25.000
		Kemiringan Lereng	Analisis peta Topografi, Peta RBI Lembar 1408-314 Cawas Skala 1 : 25.000
		Jenis tanah dan tebal tanah	Peta tanah regional
		Batuan dan Struktur Geologi	Peta Geologi Regional Lembar Surakarta dan Giritontro 1 : 100.000
		Gerakan Massa Tanah/Batuan	RTRW Kabupaten Gunungkidul, BPBD kab. Gunungkidul
2.	Lingkungan Biotis	Jenis flora dan fauna	Kecamatan Ngawen dalam Angka 2017
3.	Lingkungan Sosial	Demografi	BPS Kabupaten Gunungkidul dan wawancara dengan penduduk
		Penggunaan Lahan	Analisis Citra Google Earth, Peta RBI Lembar 1408-314 Cawas Skala 1 : 25.000
4.	Kesehatan Masyarakat	Fasilitas Kesehatan dan tingkat kesehatan.	BPS Kabupaten Gunungkidul, Puskesmas Desa Jurangjero

Tabel 2. Data Primer yang digunakan dalam Penelitian

No.	Komponen Lingkungan	Parameter	Sumber Data
1.	Lingkungan Geofisik	Bentuklahan	Hasil <i>cross check</i> Peta Topografi dan pemetaan lapangan.
		Kemiringan Lereng	Pemetaan tanah di lapangan dan sampling tanah.
		Jenis tanah dan tebal tanah	
		Batuan dan Struktur Geologi	Pemetaan satuan batuan.
2.	Lingkungan Biotis	Jenis Flora dan Fauna	Pengamatan di lapangan
		Demografi	Kepala Dusun Kaliwuluh dan pengamatan di lapangan
3.	Lingkungan Sosial	Penggunaan Lahan	Pemetaan di Lapangan, analisis citra satelit
		Kesehatan Masyarakat	Fasilitas Kesehatan

Sumber : Penulis (2019)

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan salah satu teknik pengambilan sampel yang dilakukan atas dasar pertimbangan tertentu (Saebani dan Yana, 2019). Metode janbu yang disederhanakan merupakan metode yang dipilih untuk digunakan dalam menganalisis data uji sampel tanah yang diperoleh dari hasil pengecekan laboratorium

untuk menghitung nilai faktor keamanan lereng. Analisis laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah (kadar air) dan sifat mekanika tanah (sudut geser dalam, kohesi, bobot isi). Data pengukuran lapangan dan pengujian laboratorium digunakan untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng yang dilakukan secara kuantitatif menggunakan Metode Janbu yang disederhanakan sehingga diketahui nilai faktor keamanan lereng.

$$FK = \frac{\sum \{c' \cos \alpha + (P-l) \tan \phi' \cos \alpha\}}{\sum P \sin \alpha + 0} \quad a)$$

$$f_0 = 1 + d L \left(\frac{d}{L} - 1,4 \left(\frac{d}{L} \right)^2 \right) \quad b)$$

$$F_{Janbu} = f_0 \cdot FK \quad c)$$

Keterangan : c' = kohesi 11,25 kPa (hasil uji laboratorium); l = panjang dasar slice; α = sudut yang dibentuk dari alas slice dengan bidang horizontal; ϕ' = sudut gesek dalam efektif (hasil uji laboratorium); W = berat slice; F = asumsi faktor keamanan mula-mula; FK = faktor keamanan; F_0 = Faktor pengoreksi.

Hasil perhitungan faktor keamanan dilakukan dengan penentuan klasifikasi lereng yang dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Klasifikasi Nilai Faktor Keamanan

Nilai Faktor Keamanan	Kejadian atau Intensitas Longsor
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)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Parameter Data Primer

Data primer yang dibutuhkan terdiri dari berbagai parameter terkait gerakan massa tanah. Parameter yang dipilih merupakan data yang representatif dan dapat digunakan sebagai pendukung dalam penyelesaian permasalahan terkait pengendalian gerakan massa tanah. Parameter data primer dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Parameter Data Primer dan Karakteristiknya

No.	Parameter	Karakteristiknya
1.	Batuan	Jenis, sifat fisik, kedudukan, struktur geologi,
2.	Tanah	Jenis, sifat fisik, sifat mekanika, tebal, pengambilan sampel tanah.
3.	Air (air permukaan & air bawah permukaan)	Tata air permukaan
4.	Bencana Alam (gerakan massa tanah)	-Faktor Pengontrol (Bentuklahan, kemiringan lereng, tanah, batuan). -Faktor Pemicu (curah hujan, getaran, aktivitas manusia).
5.	Penggunaan Lahan	Jenis vegetasi, tata guna lahan
6.	Sosial dan Budaya	Persepsi masyarakat dan adat istiadat.

Sumber : Penulis (2019)

Pengambilan data primer yang telah disesuaikan dengan karakteristiknya adalah sebagai berikut:

1. Pemetaan Satuan Batuan

Pemetaan satuan batuan berdasarkan data sekunder berupa peta regional geologi Lembar Surakarta dan Giritontro 1 : 100.000. Pemetaan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik

batuan penyusun lokasi penelitian. Karakteristik batuan meliputi jenis, warna, tekstur dan kandungan mineral batuan. Kondisi geologi di daerah penelitian berupa kedudukan bidang diskontinuitas seperti struktur geologi (kekar dan sesar) dengan pengukuran menggunakan kompas geologi. Pengukuran bertujuan untuk mengetahui kondisi faktor yang mempengaruhi gerakan massa tanah.

2. Pemetaan Jenis Tanah dan Pengambilan Sampel Tanah

Tanah merupakan kumpulan dari partikel-partikel atau butiran/ butiran yang tidak terikat satu dengan yang lain sebagai hasil pelapukan batuan secara kimia atau fisika dan terdapat rongga-rongga diantara bagian tersebut yang berisi air dan atau udara, baik pada tempat aslinya maupun yang telah terangkut (SNI 13-6982.1-2004). Pemetaan jenis tanah bertujuan untuk mengetahui jenis tanah yang terdapat di lokasi penelitian. Pemetaan dan pengamatan yang dilakukan berupa penentuan jenis, tekstur dan pengukuran ketebalan tanah. pengamatan tekstur tanah dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah yang selanjutnya sifat tersebut memiliki keterkaitan sifat tanah terhadap air. Pengukuran tebal tanah dilakukan untuk mengetahui tebal profil tanah di dekatar lokasi penelitian. Pengambilan sampel tanah menggunakan metode *undisturb sampling* pengambilan langsung sampel tanpa terkena atmosfer (udara). Pengambilan sampel dengan menggunakan pipa paralon dengan diameter 8 cm dengan Panjang 40 cm.

3. Pemetaan Topografi dan Kemiringan Lereng

Pemetaan kemiringan lereng bertujuan sebagai pendukung untuk menentukan bentuklahan di lokasi penelitian. Pemetaan kemiringan lereng didasari oleh peta tentatif topografi, kemudian dilakukan peta topografi dengan meteran, kompas geologi dan GPS (*Global Positioning System*). Data yang diperoleh diolah dan analisis di studio untuk mengetahui kondisi eksisting kemiringan lereng. Data topografi eksisting yang diperoleh kemudian dianalisis di studio untuk mengetahui kemiringan lereng eksistingnya. Lereng dengan batuan penyusun yang telah lapuk menjadi faktor penentu dalam gerakan tanah dan batuan serta arah pergerakan cenderung mengikuti arah kelerengan. (Hardiyatmo, 2012). Hasil analisis diklasifikasikan berdasarkan kelas kemiringan lereng Van Zuidam (1983).

4. Pengukuran Kapasitas Infiltrasi Tanah

Pengukuran kapasitas infiltrasi tanah dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kapasitas infiltrasi di daerah penelitian. Infiltrasi menyebabkan naiknya muka air tanah dalam lereng yang akan mengakibatkan tekanan pori dalam tanah sehingga mengurangi kuat geser tanah/batuan pada lereng. Berkurangnya kekuatan lereng dapat memicu terjadinya gerakan massa tanah dalam lereng (Karnawati, 2005). Pengukuran laju infiltrasi menggunakan *single ring infiltrometer*.

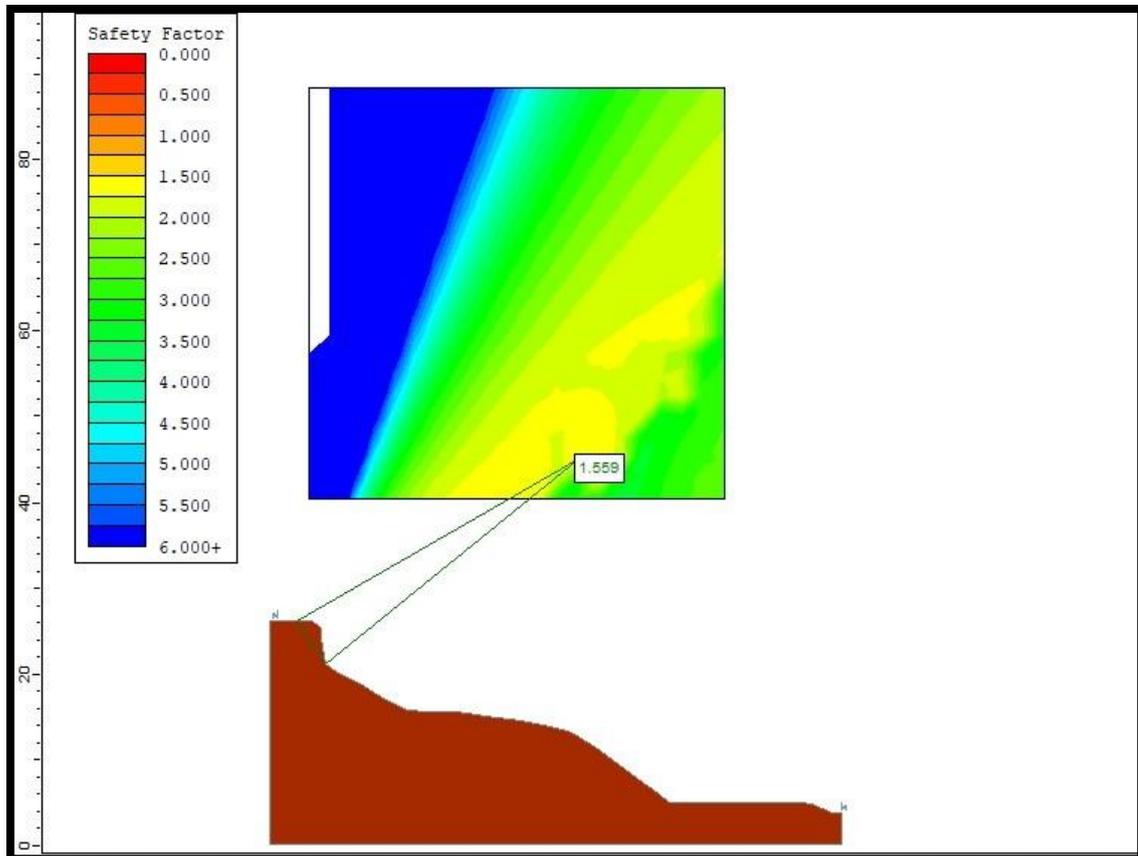
5. Penggunaan Lahan

Cross check peta penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan peta tentatif penggunaan lahan berdasarkan peta RBI Lembar 1408-314 Cawas Skala 1 : 25.000. Pendataan penggunaan lahan dilakukan untuk mengetahui kesesuaian lahan daerah penelitian untuk arahan pengelolaan.

b. Perhitungan Faktor Keamanan

Perhitungan faktor keamanan menggunakan metode Janbu yang disederhanakan. Metode Janbu adalah metode analisa permukaan gelincir yang dapat digunakan pada permukaan longsor yang berbentuk circular dan non circular. Metode Janbu yang disederhanakan merupakan adopsi dari metode Janbu yang sebelumnya dimana terdapat penyederhanaan dalam perhitungannya (Janbu et al., 1956 dalam Rahman 2012). Hasil uji sampel tanah dari laboratorium digunakan untuk menghitung faktor keamanan lereng. Geometri lereng yang dipetakan pada daerah penelitian adalah lereng dengan tinggi 25 meter dan panjang 46 meter. Sifat mekanik tanah dari hasil uji laboratorium yaitu rata-rata bobot isi tanah sebesar 16,28 kN/m³ dipengaruhi dari kandungan air yang berada pada

tanah akibat proses penjuanan lereng sehingga mempengaruhi gaya pendorong agar tanah mudah bergerak, nilai kohesi sebesar 11,33 kPa dan nilai sudut geser dalam sebesar $40,667^\circ$. Kohesi dan sudut geser dalam tanah mempengaruhi gaya penahan yang menunjukkan kekuatan tanah penyusun pada tanah di daerah penelitian. Data tersebut diolah menggunakan perangkat Rockscience 6.0 dengan metode janbu yang disederhanakan. Hasil perhitungan menunjukkan nilai faktor keamanan lereng pada kondisi awal sebesar 1,559 yang disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Kondisi Lereng Awal dengan Analisis Faktor Keamanan Sumber: Penulis (2019)

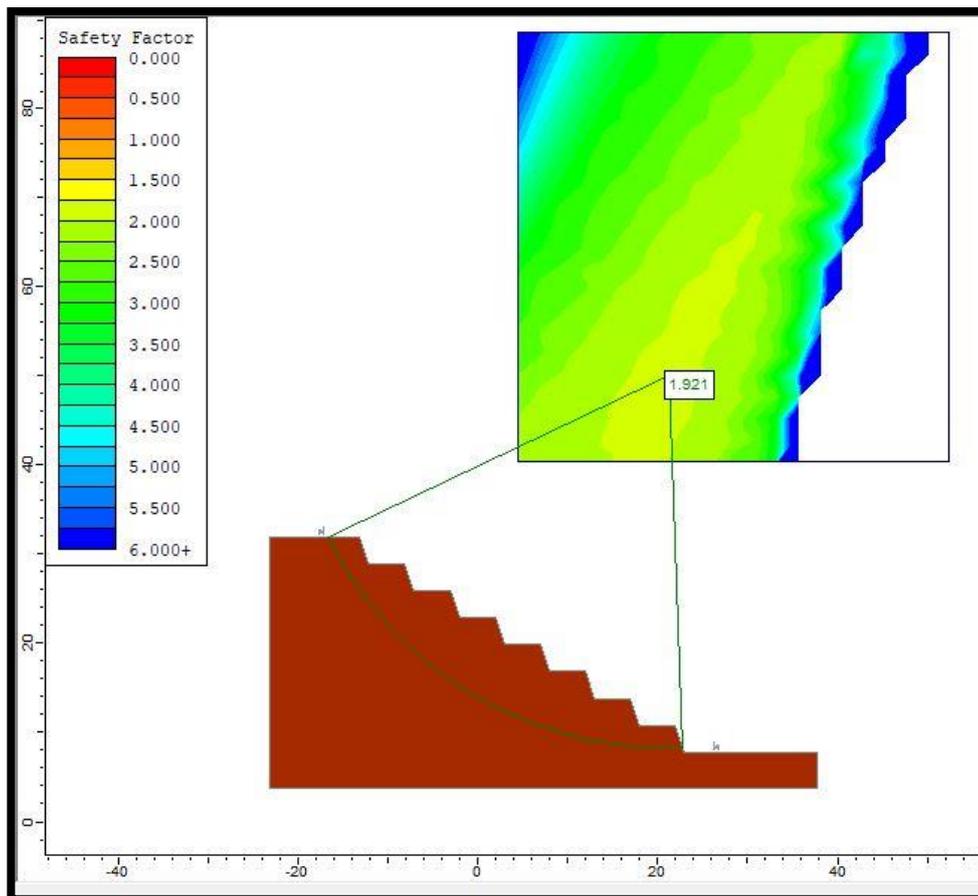
Perhitungan nilai faktor keamanan bertujuan untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng setelah terjadi gerakan massa tanah. Perhitungan faktor keamanan lereng dilakukan dengan menghitung besar gaya tiap irisan yang bekerja di zona lemah lereng dan jumlah irisan adalah 12 bagian. Gaya yang bekerja di setiap irisan tersebut diasumsikan dapat mewakili beban yang diterima pada lereng. Hasil perhitungan didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,559 yang termasuk dalam lereng jarang terjadi longsor atau kelas stabil. Stabilitasnya lereng dapat disebabkan karena sudut geser di lokasi penelitian memiliki nilai yang relatif besar yaitu rata-rata $40,667^\circ$ sehingga tanah mampu bertahan pada sudut kemiringan yang besar. Sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah juga berperan sebagai faktor pengontrol lereng tersebut. Kondisi tanah yang dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi membuat tanah menjadi jenuh sehingga beban lereng bertambah dan gaya pendorong pada lereng meningkat. Kondisi faktor pengontrol lereng menjadikan lereng labil pada saat adanya hujan dengan intensitas tinggi yaitu 214 mm/hari. Meskipun lereng yang telah terjadi gerakan massa tanah tergolong stabil, lereng tersebut perlu dilakukan pengendalian. Pengendalian dilakukan agar dapat mengurangi potensi tanah untuk bergerak kembali dan lahan yang rusak akibat gerakan massa tanah dapat dimanfaatkan. Kondisi lereng perlu dipertimbangkan dalam rencana pengendalian agar pemanfaatan lereng dapat dilakukan secara

maksimal.

1. Teknik Rekayasa Lereng untuk Pengelolaan Gerakan Massa Tanah

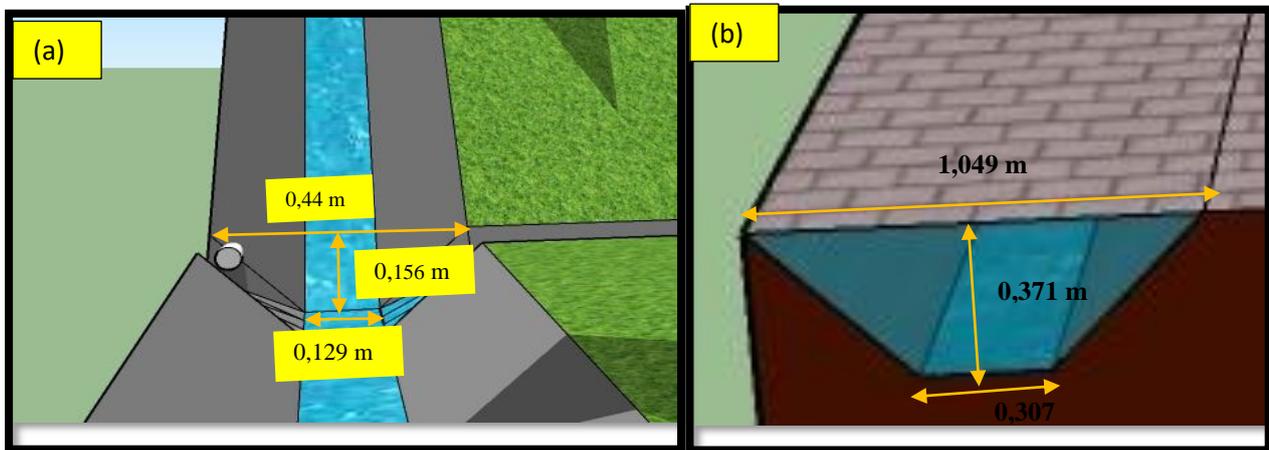
Peraturan Menteri PU Nomor 22/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor menjelaskan bahwa dalam pengendalian bencana dilakukan melalui pendekatan rekayasa/ teknis dan pendekatan tata ruang yang meliputi pendekatan sosial dan institusi. Pengendalian dilakukan terhadap lereng yang telah mengalami gerakan massa tanah dan terhadap daerah sekitar lereng yang terjadi gerakan massa tanah. Penanggulangan terhadap gerakan massa tanah mengacu kepada Pedoman Departemen Pekerjaan Umum Pd T-09-2005-B mengenai Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng pada Tanah Residual dan Batuan. Penanggulangan lereng yang sesuai berdasarkan jenis keruntuhan di lokasi penelitian yaitu gelincir rotasi tanah dapat dilakukan dengan cara penanggaan, pembuatan saluran drainase dan revegetasi.

Penanggaan merupakan salah satu bentuk dari perubahan geometri lereng yang terdiri dari proses pemotongan dan penimbunan lereng. Penanggaan merupakan cara yang paling sering dilakukan pada lahan yang telah terjadi longsor dengan tipe gerakan gelincir rotasi tanah, bertujuan untuk menambah gaya penahan dan menaikkan nilai faktor keamanan. Penanggaan yang dilakukan sebanyak 12 teras dengan Panjang lereng 46 meter, lebar 63 meter dan tinggi 25 meter Setiap teras terdiri dari satu bidang olah dan satu bidang miring. Bidang olah memiliki ukuran panjang 2 meter dengan lebar 63 meter dan bidang miring memiliki ukuran panjang 2,8 meter dengan lebar 63 meter. Kemiringan bidang miring yang dimiliki setiap jenjang adalah 27° . Kenaikan nilai faktor keamanan setelah dilakukan penanggaan yaitu menjadi 1,921 seperti pada **Gambar 2**.



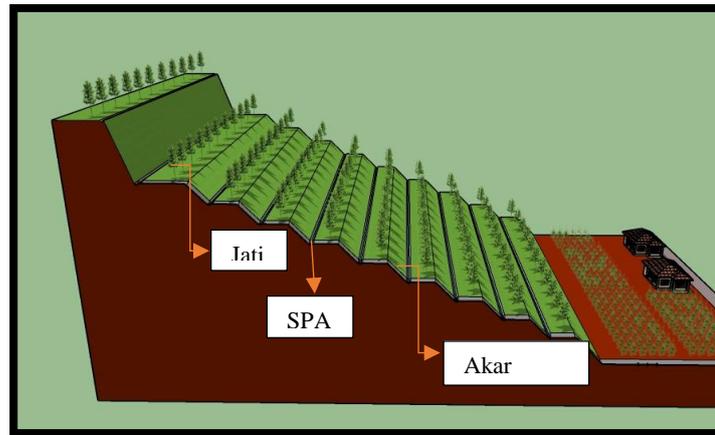
Gambar 2. Kondisi setelah Penanggaan Sumber: Penulis (2019)

Pembuatan saluran drainase bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya infiltrasi air hujan yang berlebih ke dalam lereng yang mengakibatkan terganggunya kestabilan agregat tanah. Curah hujan di daerah penelitian yang cenderung tinggi dan menghindari adanya anomali iklim yang dapat berpotensi terjadi gerakan massa tanah kembali, sehingga perlu adanya saluran drainase dengan sistem terbuka. Penggunaan material campuran semen dan pasir diasumsikan agar mengurangi adanya erosi dan sedimentasi. Saluran drainase yang dibuat terdiri dari 2 macam, yaitu drainase horizontal dan drainase vertikal. Drainase horizontal dibuat di setiap bagian teras untuk mengurangi aliran permukaan. Saluran drainase lereng berbentuk trapesium dengan dimensi terdiri dari lebar bawah saluran (b) yaitu 0,307 m, lebar atas saluran (B) yaitu 1,049 m, dan tinggi saluran (h) yaitu 0,371 m dapat dilihat pada **Gambar 3 (a)**. Pembuatan drainase berada di setiap bagian teras untuk mengurangi aliran permukaan. Drainase vertikal dibuat secara menerus dari teras tertinggi menuju teras terendah. Drainase vertikal berfungsi sebagai drainase pengumpul yang mengarah menuju outlet. Dimensi drainase vertikal yaitu lebar bawah saluran (b) sebesar 0,129 m, lebar atas saluran (B) sebesar 0,44 m, dan tinggi saluran (h) sebesar 0,156 m dapat dilihat pada **Gambar 3 (b)**. Drainase vertikal dari teras I menuju teras II dihubungkan oleh pipa agar dapat melewati jalan dan selokan. Pipa memiliki berukuran 4 dim atau diameter 10 cm.



Gambar 3. (a) drainase vertikal; (b) drainase horizontal
 Sumber : Penulis (2019)

Tanaman merupakan suatu aspek penyedia manfaat yang besar bagi kehidupan manusia salah satunya sebagai pengendali longsor lahan. Tumbuhan berperan sebagai penyerap air limpasan yang berada dalam tanah selain itu akar tumbuhan berperan sebagai penguat lereng karena akar tumbang dapat mengikat tanah pada lereng. Penanaman vegetasi pada umumnya menggunakan metode kombinasi antara tanaman keras yang memiliki akar tunggang dan penanaman *cover crop* berfungsi untuk mencegah terjadinya erosi akibat aliran air permukaan. Sehingga mampu mengurangi erosi permukaan dan menguatkan lereng. Revegetasi dilakukan pada lereng yang sudah dilakukan penanggulangan, yaitu pada bidang olah dan bidang miring. Pemilihan jenis tanaman untuk ditanam di bidang olah dilakukan dengan pertimbangan ketinggian tempat tumbuh tanaman. Lokasi penelitian memiliki ketinggian kurang dari 300 mdpl sehingga tanaman yang diusulkan adalah jati. Jati dipilih karena memiliki akar tunggang yang dalam dan batang jati dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan baku kayu sehingga memiliki nilai ekonomis. Jati juga sudah banyak tumbuh di lokasi penelitian. Tanaman yang dipilih untuk ditanam di bidang miring adalah akar wangi yang berfungsi untuk mengurangi erosi permukaan yang disebabkan oleh adanya air limpasan. Hasil kombinasi dari pembuatan teras dengan system drainase permukaan dan tanaman disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Model Pengelolaan Gerakan Massa Tanah dengan Pendekatan Teknologi
Sumber : Penulis (2019)

4. KESIMPULAN

1. Tingkat kestabilan di lokasi penelitian setelah terjadinya gerakan massa tanah berdasarkan perhitungan nilai Faktor Keamanan dengan menggunakan Metode Janbu yang disederhanakan yaitu sebesar 1,770 yang termasuk dalam lereng jarang terjadi longsor atau kelas stabil.
2. Teknik rekayasa dalam pengelolaan gerakan massa tanah di daerah penelitian dilakukan dengan pembuatan teras dengan kemiringan 45°. Pembuatan saluran drainase dan penanaman vegetasi dengan penanaman rumput akar wangi dan tanaman keras berupa pohon jati yang sesuai dengan kemampuan lereng.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga penulis yang telah memberikan doa, nasehat, dan dukungan. Ucapan terima kasih juga penulis berikan kepada kedua dosen pembimbing saya di Program Studi Teknik Lngkungan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas yang telah memberikan saran dan arahan dalam penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, Hary Christady., 2012, Tanah Longsor dan Erosi; Kejadian dan Penanganan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Karnawati, Dwikorita. 2005. Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum Nomor 22 Tahun 2007 tentang PedomaPenataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor.
- Pedoman Teknis Departemen Pekerjaan Umum Pd T-09-2005-B tentang Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng Pada Tanah Residual dan Batuan.
- Pustaka Pemerintah Kabupaten Gunungkidul Dinas Perindustrian Perdagangan Koperasi Energi Dan Sumber Daya Mineral Kabupaten Gunungkidul. 2015. *40,9 Juta Jiwa Penduduk IndonesiaTerpapar Ancaman Longsor. Gema BNPB, Vol.6, No. 1, Mei 2015.*
- Rahman, MD. Zillur. 2012, Slope Stability and Road Safety Evaluation. (Master's Thesis Division Of Mining & Geotechnical Engineering, Departemen Of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering). Sweden: Lulea University Of Technology (LTU).

Saebani, Beni dan Yana Sutisna. 2019. Metode Penelitian. Bandung: Pustaka Setia.

SNI 13 – 6982 – 1 – 2004 Tentang Pemeriksaan Lokasi Bencana Gerakan Massa Tanah Bagian 1 : Tata Cara Pemeriksaan.

Undang–Undang Republik Indonesia tentang Penanggulangan Bencana, Undang-Undang No.24 Tahun 2007.

Zakaria, Z. (2016). Beberapa Model Penelitian Kestabilan Lereng untuk Mahasiswa Program Sarjana. SEMNAS FTG UNPAD ISSN : 2407-4314 Vol.3.