

Analisis probabilitas kelongsoran pada lereng Jalan Raya Km 88,4 Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros

The probability analysis of slides on slopes of Jalan Raya Km 88.4, Mallawa District, Maros Regency

Yevi Ikram Karim, Alfian Nawir, Abdul Salam Munir

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

Kampus II UMI Jl. Urip Sumoharjo KM. 05 Panaikang Makassar, (0411) 447562

e-mail: veviikramkarim10@gmail.com, alfian.nawir@umi.ac.id, *salammunir@umi.ac.id

ABSTRAK

Jalur jalan di KM 88,4 Kabupaten Maros merupakan bentang alam pegunungan yang memiliki banyak tebing terjal dengan aktivitas transportasi yang padat. Kondisi ini memungkinkan terjadinya potensi longsor. Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan penelitian mengenai probabilitas kelongsoran untuk mengetahui potensi terjadinya longsor pada lereng tersebut. Potensi longsor diketahui dengan menghitung nilai Faktor Keamanan (FK) dan Probabilitas Kelongsoran (PK) yang diperoleh dengan cara mengetahui geometri lereng, sifat fisik dari pengujian uji sifat fisik dan sifat mekanik dari pengujian kuat geser. Data penelitian didapatkan dengan observasi dan pengukuran langsung di lapangan dan pengujian sifat material di Laboratorium Geomekanika FTI UMI. Pengolahan data untuk mendapatkan nilai FK dan PK dilakukan dengan bantuan program komputer dengan metode perhitungan Bishop dan dilanjutkan dengan perhitungan probabilitas longsor. Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini maka didapatkan nilai Faktor Keamanan (FK) sebesar 0,65 dan Probabilitas Kelongsoran (PK) sebesar 77,1%. Kedua nilai tersebut memberikan gambaran bahwa lereng pada lokasi penelitian berpotensi tidak stabil berdasarkan SRK Consulting tahun 2011 sehingga lereng tersebut membutuhkan penanganan sejak dini untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan.

Kata-kata kunci: probabilitas longsor, faktor keamanan, lereng jalan

ABSTRAK

The road at KM 88.4 Maros Regency is a mountainous landscape that has many steep cliffs with dense transportation activities. This condition allows the potential for slides. Based on this, the authors conducted research on the probability of slides to determine the potential for slides to occur on the slopes. Slide potential is known by calculating the value of the factor of safety (FK) and the probability of slides (PK) obtained by knowing the geometry of the slope, the physical properties of the physical properties test and the mechanical properties of the shear strength test. The research data was obtained by direct observation and measurement in the field and testing of material properties at the Geomechanics Laboratory, FTI UMI. Data processing to obtain FK and PK values is carried out with the help of a computer program using the Bishop calculation method and continued with the calculation of the probability of slides. From the results of the analysis that has been carried out in this study, the value of the safety factor (FK) is 0.65 and the probability of slide (PK) is 77.1%. These two values illustrate that the slopes at the study site are potentially unstable based on SRK Consulting in 2011 so that these slopes require early treatment to avoid unwanted events.

Keywords: probability of slides, safety factor, slopes

PENDAHULUAN

Lereng merupakan permukaan bumi yang membentuk kemiringan dengan bidang horisontal yang dimana dapat terbentuk secara alami maupun buatan. Lereng yang stabil bergantung pada besarnya gaya penahan dan gaya penggerak yang bekerja di sepanjang bidang gelincir suatu lereng [1]. Keseimbangan tanah dan batuan terhadap adanya gaya pada material tersebut, baik gaya yang berada dalam tubuh material maupun gaya yang berasal dari luar, ini terjadi secara alamiah selama tidak mendapatkan gangguan ataupun perubahan. Perubahan keseimbangan yang diakibatkan oleh proses penurunan, pengangkatan, penimbunan, penggalian, erosi maupun aktivitas lainnya pada material tanah atau batuan maka material tersebut akan berusaha mendapatkan keseimbangan baru sehingga gerakan tanah dan batuan berhenti terjadi. Pengurangan beban atau degradasi seringkali terjadi di dalam kasus ini, khususnya dalam hal perpindahan dengan jumlah tertentu sampai terjadinya longsor atau gerakan tanah lainnya hingga keseimbangan baru tercapai [2].

Lereng yang stabil memiliki hubungan yang erat dengan keselamatan manusia. Simulasi kestabilan lereng seringkali dilakukan untuk mendapatkan sudut lereng maksimum yang nantinya diaplikasikan pada saat melakukan suatu pekerjaan di area lereng dan sekitarnya [3]. Pengamatan dan pengukuran dalam kegiatan monitoring lereng sebaiknya dilakukan pengamatan secara berkala untuk menghindari terjadinya gangguan ketidakstabilan lereng serta deteksi dini adanya pergerakan akibat perubahan geometri karena aktivitas di sekitar lereng, baik aktivitas alamiah maupun manusia [4].

Propertis tanah dan batuan yang ada di bawah maupun sekitar material tersebut merupakan hal yang sangat mempengaruhi perilaku dari struktur batuan. Pada tahun 1990, analisis model secara deterministik merupakan dasar dari analisis perancangan beberapa jenis bangunan batuan. Penggunaan deterministik ini telah diterapkan secara luas akan tetapi realitanya hampir semua propertis tanah dan batuan sangat beragam dan sangat jarang didapatkan yang bersifat homogen. Analisis probabilitas longsor menjadi konsep pendekatan dalam mendapatkan solusi terbaru untuk memperbaiki ketelitian dari model

deterministik. Penggunaan model deterministik hanya mengambil salah satu dari nilai propertis tanah atau batuan sebagai perwakilan dari beberapa propertis sedangkan probabilitas longsor menggunakan semua data propertis yang ada untuk mengakomodasi keragaman dalam tanah dan batuan. Hasil pengujian uniaxial compressive strength (UCS), wet density (WD), dan geological strength index (GSI) merupakan propertis yang seringkali memperlihatkan variasi data yang tinggi [5].

Jalur jalan di KM 88,4 Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros merupakan jalur pegunungan yang memiliki banyak tebing terjal dengan aktivitas transportasi yang padat. Kondisi ini memungkinkan terjadinya potensi longsor telah terjadi beberapa kali di sekitar KM 88,4. Perhatian khusus terhadap kondisi lereng ini tidak terlepas dari fungsinya sebagai jalan akses Maros – Bone sehingga resiko kerugian material ataupun korban jiwa dapat dicegah sejak dini. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis melakukan penelitian mengenai analisis probabilitas kelongsoran pada lokasi tersebut.

METODOLOGI

Lokasi penelitian berada di ruas jalan raya Kilometer 88,4, Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Pengambilan data terbagi menjadi dua tempat, yakni lokasi penelitian (lapangan) dan di Laboratorium. Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan mengukur geometri lereng, baik horisontal maupun vertikal, melakukan pengukuran dengan metode scanline untuk mengetahui kondisi lereng secara detail untuk memperoleh jenis batuan, kondisi pelakukan, keberadaan air di sekitar lereng, dan struktur yang ada pada lereng tersebut, dan terakhir ialah mengambil conto berupa blok batuan untuk dilakukan pengujian di laboratorium. Gambar-1 menunjukkan kondisi lereng di lokasi penelitian.

Conto yang berupa blok batuan dari lokasi penelitian kemudian dilakukan preparasi di laboratorium. Blok tersebut dibor untuk mengambil conto pengujian dengan ukuran yang sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan, yakni uji geser langsung (*direct shear test*) dan uji sifat fisik batuan. Dua pengujian ini menghasilkan nilai kohesi, sudut geser dalam, dan bobot isi dari batuan objek penelitian. Data yang didapatkan dari lapangan dan pengujian laboratorium, yakni geometri lereng, litologi, kohesi, sudut geser dalam, dan bobot isi. Hasil pengujian kuat geser diolah dengan menggunakan kriteria Mohr-Coulomb untuk melihat beberapa hubungan tegangan dalam pengujian.



Gambar-1. Kondisi lereng di lokasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium

Lokasi penelitian memiliki material tufa dengan pelapukan yang relatif tinggi sehingga mudah lepas, lereng memiliki kemiringan 84°, lebar 56 meter, dan tinggi 10 meter. Pengujian geser langsung menghasilkan data akhir, yakni kohesi dan sudut geser langsung. Tabel-1 menunjukkan nilai pengujian geser langsung yakni gaya normal yang digunakan, deformasi, gaya geser, tegangan normal, dan tegangan geser pada conto a.

Pada Gambar-2 menunjukkan hubungan antara tegangan normal dengan tegangan geser conto a. Hasil yang diperoleh yakni tegangan normal pada masing masing conto yaitu 0,0002 MPa, 0,0005 MPa dan 0,0008 MPa. Nilai tegangan geser untuk peak, yaitu 0,0002 MPa, 0,0002 MPa dan 0,0002 Mpa sedangkan tegangan geser residual, yaitu 0,0001 MPa, 0,00005 MPa dan 0,0001 MPa. Perbandingan antara tegangan normal dan tegangan geser tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam conto a, yakni nilai kohesi peak 0,039 MPa, kohesi residual 0,061 MPa, sudut geser dalam peak 37° dan sudut geser dalam residual 34°.

Tabel-2 menunjukkan nilai pengujian geser langsung yakni gaya normal yang digunakan, deformasi, gaya geser, tegangan normal, dan tegangan geser pada conto b. Pada Gambar-3 memperlihatkan hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser conto b. Tegangan normal pada conto b yaitu 0,0001 MPa, 0,0005 MPa, dan 0,0007 MPa. Tegangan geser untuk peak yaitu 0,0001 MPa, 0,0004 MPa dan 0,0003 MPa sedangkan tegangan geser residual yaitu 0,0003 MPa, 0,0005 MPa dan 0,0003 Mpa dengan Reliabilitas (R^2) 0,9305 dan 0,9497 dimana reliabilitas adalah konsistensi hasil analisis berdasarkan data yang ada. Perbandingan antara tegangan normal dan tegangan geser tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam conto b, yakni nilai kohesi peak 0,008 MPa, kohesi residual 0,019 MPa, sudut geser dalam peak 68° dan sudut geser dalam residual 68°.

Selain pengujian sifat mekanik dengan uji geser langsung, penelitian ini juga melakukan pengujian sifat fisik untuk mengetahui bobot isi dari material tufa. Hasil dari pengujian sifat fisik menunjukkan nilai dari bobot isi asli, bobot isi kering dan bobot isi jenuh dari masing-masing conto yang berbeda yang dapat dilihat pada Tabel-3 dengan nilai terbesar yaitu nilai bobot isi jenuh, kemudian nilai bobot isi asli dan yang terendah adalah nilai bobot isi kering setiap conto.

Tabel-1. Nilai pengujian geser langsung conto a

Conto	Fn (kN)	Deformasi (mm)		Fg (kN)		Σn (MPa)	τ (MPa)	
		Peak	Residual	Peak	Residual		Peak	Residual
YIK1a	0,2	10	6	0,203	0,121	0,0002	0,0002	0,0001
YIK2b	0,4	8	2	0,162	0,040	0,0005	0,0002	0,00005
YIK3c	0,6	8	4	0,162	0,081	0,0008	0,0002	0,0001

Tabel 2. Nilai pengujian geser langsung conto b

Conto	Fn (kN)	Deformasi (mm)		Fg (kN)		Σn (MPa)	τ (MPa)	
		Peak	Residual	Peak	Residual		Peak	Residual
YIK1b	0,2	7	3	0,142	0,060	0,0001	0,0001	0,0003
YIK2b	0,4	16	10	0,324	0,203	0,0005	0,0004	0,0005
YIK3b	0,6	16	11	0,324	0,223	0,0007	0,0003	0,0003

Analisis Probabilitas Kelongsoran

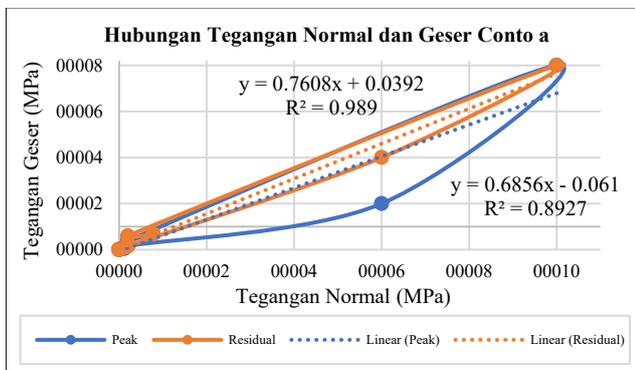
Lereng pada lokasi penelitian dianalisis untuk memperoleh nilai faktor keamanan (FK) dan probabilitas kelongsoran (PK). Analisis kestabilan lereng dilakukan dengan memasukkan hasil pengambilan data di lapangan dan laboratorium pada program komputer yang membantu proses perhitungan. Luaran dari perhitungan program komputer ini kemudian dibandingkan dengan standar kriteria probabilitas keruntuhan (PK) pada lereng menurut SRK Consulting Tahun 2011 [6]. Penggunaan kriteria longsor, baik FK maupun PK, membantu dalam menilai kestabilan suatu lereng dan menyimpulkan potensi stabil atau tidaknya suatu lereng. Kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel-4.

Perhitungan yang dilakukan dengan program komputer ini memiliki batasan-batasan untuk pemodelan di antaranya metode analisis yang digunakan adalah metode analisis Bishop, metode sampling yang digunakan yaitu Monte Carlo dengan *Random Number Generation* (RNG) yang dipilih yaitu Park and Miller v.3. *Random Number Generation* (RNG) dalam analisis probabilitas berfungsi menghasilkan nilai acak dengan urutan nilai acak (*Sequence of random numbers*) ditentukan tergantung pada nilai *seed* yang menjadi nilai input RNG. Di mana *Seed* yang digunakan pada RNG ini yaitu dengan *Seed Value* 10116.

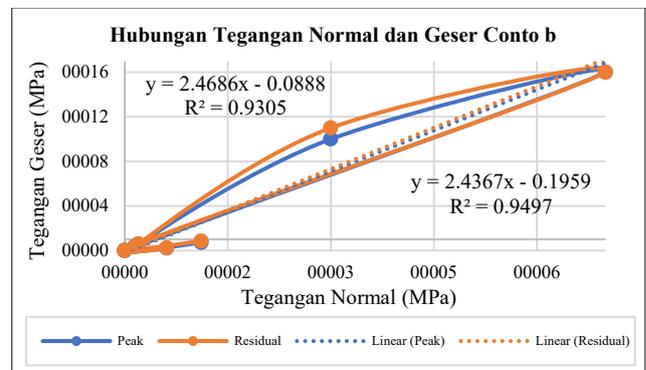
Pada statistik material untuk pemodelan, material properties diberi nama Material 1 dengan parameter

material yaitu bobot isi (*Unit Weight*), kohesi dan sudut geser dalam dengan *Strength Type Mohr-Coulomb*. Data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel-5. Data masukan pada tabel tersebut, yakni nilai mean, standar deviasi, relatif minimum dan relatif maksimum yang diperoleh dari hasil analisis statistik deskriptif. Parameter tersebut selain untuk pemodelan dapat pula menggambarkan fungsi distribusi probabilitas dan koefisien korelasi kohesi maupun sudut geser dalam dengan histogram plot. Fungsi distribusi probabilitas menggambarkan bagaimana nilai variabel acak terdistribusi.

Histogram pada Gambar-4 menunjukkan distribusi normal kohesi dengan memiliki nilai standar deviasi 0,09, mean 0,08, minimum 0,072 dan maksimum 0,088 yang memiliki probabilitas kelongsoran 77,1%. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa sebagian besar nilai acak yang dihasilkan (*Sampled*) berada pada mean <1 dengan standar deviasi (0,00 - 0,088) yang berada pada range data (0,00 - 0,088) dengan ditunjukkan oleh area diarsir merah. Gambar-5 menampilkan distribusi normal sudut geser dalam dengan memiliki nilai standar deviasi 19,27, mean 56, minimum 23 dan maksimum 89 yang memiliki probabilitas kelongsoran 77,1%. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar nilai acak yang dihasilkan (*Sampled*) berada pada mean >1 dengan standar deviasi (0 - 90) yang berada pada range data (0 - 69) dengan ditunjukkan oleh area diarsir merah.



Gambar-2. Hubungan tegangan normal dan geser conto a



Gambar-3. Hubungan tegangan normal dan geser conto b

Tabel-3. Nilai bobot isi conto dari uji sifat fisik

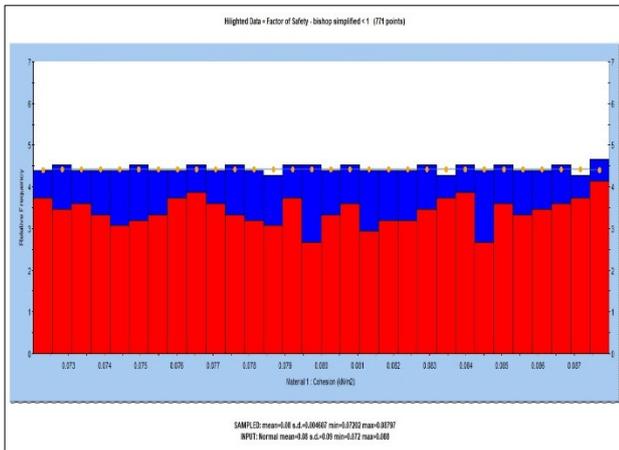
Conto	Bobot Isi Asli (gr/cm ³)	Bobot Isi Kering (gr/cm ³)	Bobot Isi Jenuh (gr/cm ³)
YIK1a	1,220	1,170	1,264
YIK2a	1,244	1,181	1,275
YIK3a	1,225	1,166	1,276
YIK1b	1,216	1,149	1,250
YIK2b	1,236	1,169	1,268
YIK3b	1,238	1,185	1,279

Tabel-4. Nilai bobot isi conto dari uji sifat fisik

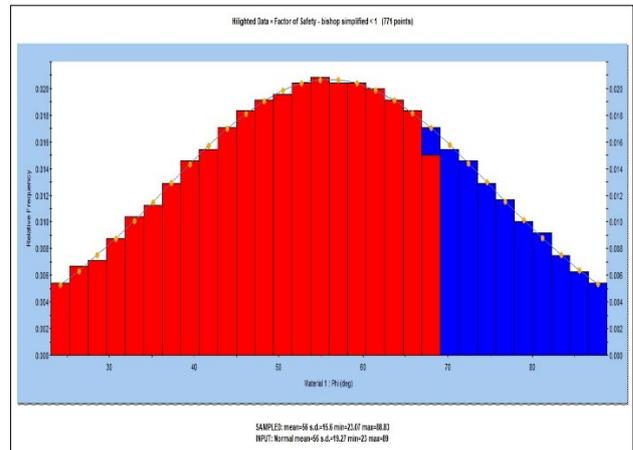
Jenis Lereng	Dampak Longsoran	FK _{min} (Statik)	FK _{min} (Dinamik)	PK _{maks} P(FK < 1)
Tunggal/ Jenjang (Bench)	Rendah-Tinggi	1,1	NA	25-50%
Multi Jenjang (Interramp)	Rendah	1,15-1,2	1,0	25%
	Sedang	1,2	1,0	20%
	Tinggi	1,2-1,3	1,1	10%
Keseluruhan (Overall)	Rendah	1,2-1,3	1,0	15-20%
	Sedang	1,3	1,05	5-10%
	Tinggi	1,5	1,1	5%

Tabel-5. Data masukan untuk *properties material*

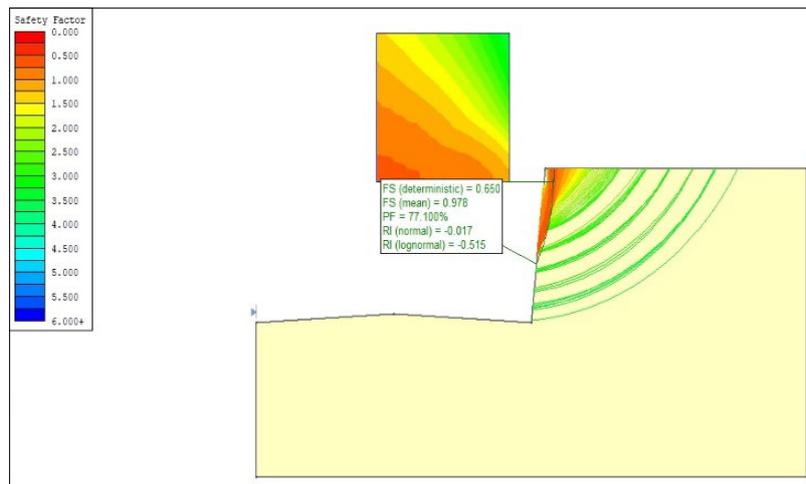
Material Name	Property	Distribution	Mean	Std. Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Material 1	Cohesion	Normal	0,08	0,09	0,008	0,008
Material 1	Phi	Normal	56	19,27	33	33
Material 1	Unit Weight	Normal	1,23	0,01	1,21	1,21



Gambar-4. Distribusi nilai variabel acak kohesi



Gambar-5. Distribusi nilai variabel acak sudut geser dalam



Gambar-6. Model lereng dan hasil perhitungan program

Dalam pemodelan lereng untuk memperoleh nilai Faktor Keamanan (FK) dan Probabilitas Kelongsoran (PK) digunakan parameter geometri lereng, *unit weight*, kohesi, dan sudut geser dalam. Geometri lereng dari data penelitian memiliki kemiringan lereng yaitu 84° dengan tinggi lereng 10 m, panjang crest 9,5 m dan panjang toe 9,9 m. Nilai *unit weight* yaitu 1,23 kN/m³, nilai kohesi 0,08 MPa dan nilai sudut geser dalam sebesar 56° . Model lereng dan hasil perhitungan menggunakan program komputer dapat dilihat pada Gambar-6.

Selain nilai hasil pengujian di atas, perlu juga dimasukkan data statistik berupa nilai mean, standar deviasi, relatif minimum dan relatif maksimum dari nilai kohesi dan sudut geser dalam untuk mengetahui nilai probabilitas kelongsoran (PK) dari lereng tersebut. Nilai mean untuk kohesi adalah 0,08 MPa, sudut geser dalam sebesar $19,27^\circ$, dan *unit weight* 1,23 MPa. Standar Deviasi untuk kohesi sebesar 0,09 MPa, sudut geser dalam sebesar 33° dan *unit weight* 0,01 MPa. Relatif minimum untuk kohesi sebesar 0,008 MPa, sudut geser dalam sebesar 33° dan *unit weight* 1,21 MPa. Relatif maksimum untuk kohesi sebesar 0,008 MPa, sudut geser dalam sebesar 33° dan *unit weight* 1,21 MPa.

Dari hasil pemodelan tersebut didapatkan faktor keamanan (FK) sebesar 0,65 dan nilai probabilitas kelongsoran (PK) 77,1%. Hasil analisis probabilitas

kelongsoran dibandingkan dengan kriteria PK menurut SRK Konsulting Tahun 2011 maka menunjukkan bahwa lereng yang berada pada KM 88,4 berpotensi tidak aman dan rawan terjadi longsor. Hal ini juga disebabkan oleh kondisi batuan yang lapuk relatif tinggi, cuaca dan iklim yang dapat berubah secara drastis antara malam dan siang, aktivitas manusia seperti perkebunan dan banyaknya kendaraan yang melintas menimbulkan getaran yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng pada daerah penelitian.

Melihat adanya potensi longsor dan mengingat bahwa sebelumnya telah terjadi longsor pada daerah penelitian yang dapat diamati dari banyaknya material lepas dengan jenis batuan serupa di sekitar daerah penelitian, maka perlu dilakukan antisipasi kelongsoran dengan melakukan langkah-langkah terukur guna mencegah adanya korban, baik secara materil maupun non materil, khususnya nyawa manusia. Hal ini dapat dilakukan dengan memberi tanda peringatan rawan longsor di sekitar daerah penelitian untuk memperingatkan pengendara agar waspada dan tetap berhati-hati. Kemudian melakukan penanganan dengan menahan menggunakan jaring kawat baja agar meminimalisir material longsor jatuh ke jalan serta instansi terkait dapat melakukan pemantauan berkala dan penanganan lebih lanjut terkait potensi longsor pada daerah penelitian.

KESIMPULAN

Analisis kestabilan lereng yang telah dilakukan pada daerah penelitian menghasilkan nilai faktor keamanan 0,97 dan 0,65, selain itu didapatkan pula nilai probabilitas kelongsoran sebesar 77,1%. Kedua nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan kriteria SRK Konsulting maka lereng tersebut berpotensi tidak stabil dan rawan terjadi longsor. Sehingga monitoring secara berkala perlu dilakukan serta perlu memasang tanda peringatan rawan longsor di sekitar lereng tersebut agar menjadi perhatian bagi yang melintas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing dan dosen di Program Studi Teknik Pertambangan FTI UMI atas segala arahan dan perhatiannya dalam melaksanakan penelitian ini. Selain itu, ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada kedua orangtua yang tak henti-hentinya memberi dukungan moril dan finansial serta semangat dalam melewati masa-masa penelitian yang penuh dengan perjuangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. D. A. Arsdin, A. H. Djamaluddin, dan A. S. Munir, "Analysis of Slope Stability Using Shaking Table," in *International Symposium Earth Science and Technology 2018*, Fukuoka, 2018.
- [2] I. Arif, *Geoteknik Tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2016.
- [3] A. S. Munir, "Kestabilan Lereng Menggunakan Program Slope/w pada Pit GN-10 Pulau Gag Kabupaten Raja Ampat Papua Barat," *Jurnal Geomine*, vol. 6, no. 3, pp. 157-162, 2018.
- [4] S. Wahyuni, *et al.*, "Analisis Kestabilan Lereng Disposol IPD PQRT Pit West Menggunakan Metode Bishop PT Buma Job Site Lati Kabupaten Berau Kalimantan Timur," *Jurnal GEOSAPTA*, vol. 7, no. 1, pp. 1-6, 2021
- [5] A. B. Listyawan, S. R. Harneini, and B. Chahyono, "Analisis Probabilitas Stabilitas Lereng Tanah Lempung Jenuh," *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, vol. 12, no. 2, 2012.
- [6] S. Klosk, *Waterproof portable security enclosure assembly*. USA: SRK Consulting Group, 2011.