

# Analisis Potensi Longsor Pada Ruas Jalan Kawasan Wisata Mandeh-Sungai Nyalo Km 18 Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan

Novia Afrizal<sup>1\*</sup>, Yoszi Mingsi A<sup>1</sup>, Riko Maiyudi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

[\\*noviaafrizal@gmail.com](mailto:noviaafrizal@gmail.com)

**Abstract.** Based on observations that have been made on the Mandeh-Nyalo Tourism Area road section, it is found that the slopes which have many weak field structures in the form of burly, and the high intensity of the earthquake in West Sumatra greatly affect the stability of the slope conditions. From these problems, it is necessary to know the condition of rock mass on the study slope. Furthermore, it is necessary to analyze the slope stability. From the results of rock mass classification with the RMR system, the rocks are included in group II with good quality rock mass. Then, from the slope stability analysis using slide software, the slope stability value in the original condition was 1.95 and the saturation condition was 1.36. And based on the analysis of the slope stability value with the Hoek and Bray method, the slope stability value is 1.70.

**Keywords:** Slope, landslides, rock mass, safety factors, strengthened.

## 1. Pendahuluan

Geoteknik Tambang adalah aplikasi dan rekayasa geoteknik pada kegiatan tambang Terbuka dan tambang bawah tanah. Aplikasi Geoteknik melibatkan disiplin ilmu Mekanika Tanah, Mekanika Batuan, Geologi dan Hidrogeologi.

Ditinjau dari letak geografisnya, Kabupaten Pesisir Selatan memiliki banyak destinasi wisata yang sudah menjadi tujuan wisata di Provinsi Sumatera Barat, salah satunya adalah Kawasan Mandeh yang terletak di Kecamatan Koto XI Tarusan merupakan salah satu Destinasi Utama Pariwisata. Untuk mendukung hal tersebut pemerintah telah berupaya membangun beberapa fasilitas pendukung, jalan khususnya yang merupakan penunjang utama untuk menuju area wisata Mandeh. Saat ini pemerintah baru selesai membangun jalan dengan rute Teluk Kabung - Sungai Pisang - Sungai Nyalo – Mandeh<sup>[1]</sup>.

Dari hasil observasi penulis mendapatkan lokasi yang berpotensi terjadinya lonsor pada lereng ruas jalan kawasan wisata Mandeh-Sungai Nyalo. Lokasi tersebut

berada di Km 18, pada titik koordinat S 0°56'12,8" E 100°22'39,3". Pada lereng tersebut terdapat banyak bidang lemah berupa kekar yang dapat menyebabkan potensi longsor. Pemerintah Kabupaten Pesisir Selatan khususnya Kecamatan Koto XI Tarusan belum memiliki data kondisi untuk lereng di ruas jalan Mandeh- Sungai Nyalo, sehingga kondisi kestabilan lereng dan potensi longsor belum dapat diketahui. Untuk mencegah terjadinya longsor tersebut perlu dilakukan analisis kestabilan lereng yaitu dengan menentukan faktor keamanan dari lereng tersebut.

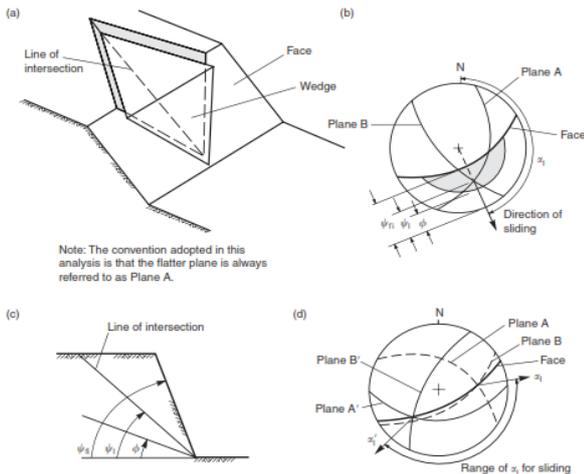
Faktor keamanan lereng perlu diketahui untuk memastikan apakah lereng tersebut aman bagi aktivitas masyarakat di sekitar lereng, jika lereng diketahui dalam keadaan kurang aman maka perlu dilakukan analisa kembali tentang bagaimana menentukan perkuatan terhadap lereng tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data mengenai tingkat kestabilan lereng dan tipe potensi longsor di lokasi penelitian. Sehingga dapat ditentukan usaha yang bisa dilakukan untuk stabilisasi lereng yang optimum dan efektif.



### c. Longsor Baji (*Wedge Failure*)

Model longsor ini hanya bisa terjadi pada batuan yang mempunyai lebih dari satu bidang lemah atau bidang diskontinu yang bebas, dengan sudut antara kedua bidang tersebut membentuk sudut yang lebih besar dari sudut geser dalamnya. Fenomena yang paling sering terjadi adalah garis perpotongan dua bidang kekar mempunyai kemiringan ke arah kemiringan lereng [5].

Longsor baji dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.

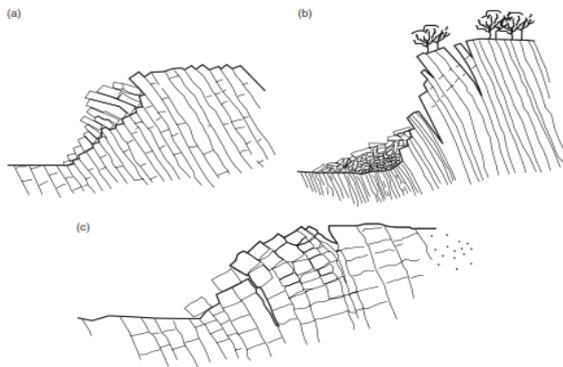


**Gambar 4.** Longsor Baji

### d. Longsor Guling (*Toppling Failure*)

Longsor *toppling* akan terjadi pada lereng yang terjal pada batuan keras dengan bidang-bidang diskontinu yang hampir tegak atau tegak, dan longsor dapat berbentuk blok atau bertingkat. Longsor guling umumnya terjadi pada lereng yang terjal dan pada batuan yang keras dengan struktur bidang lemah nya yang berbentuk kolom. Longsor guling yang akan terjadi pada suatu lereng batuan yang arah kemiringannya berlawanan dengan kemiringan bidang-bidang lemahnya [6].

Longsor guling dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



**Gambar 5.** Longsor Guling

### 2.2.4 Faktor Keamanan Lereng Minimum

Kelongsoran suatu lereng umumnya terjadi melalui suatu bidang tertentu yang disebut dengan bidang gelincir (*slip surface*). Kestabilan lereng tergantung pada gaya penggerak dan gaya penahan yang bekerja pada bidang gelincir tersebut. Gaya penahan (*resisting forces*) adalah gaya yang menahan agar tidak terjadi kelongsoran, sedangkan gaya penggerak (*driving force*) adalah gaya yang menyebabkan terjadinya kelongsoran. Perbandingan antara gaya-gaya penahan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah inilah yang disebut dengan faktor keamanan (FK) lereng [7].

Karena lereng yang diteliti bukan lereng tambang melainkan lereng yang berkaitan dengan aktifitas manusia yang memiliki resiko tinggi dengan kondisi bahan material lereng apabila terjadi gempa bisa mengalami kelongsoran maka standar yang digunakan mengikuti standar Departemen Pekerjaan Umum, seperti dalam Tabel 1. Adapun faktor keamanan yang akan digunakan adalah  $FK > 1,50$  untuk kategori lereng aman atau stabil [8].

**Tabel 1.** Faktor Keamanan Minimum Kemantapan Lereng

Resiko *)	Kondisi Bahan	Parameter Kuat Geser **)			
		Maksimum		Sisa	
		Teliti	Kurang Teliti	Teliti	Kurang Teliti
Tinggi	Dengan Gempa	1,5	1,75	1,35	1,5
	Tanpa Gempa	1,8	2	1,6	1,8
Menengah	Dengan Gempa	1,3	1,6	1,2	1,4
	Tanpa Gempa	1,5	1,8	1,35	1,5
Rendah	Dengan Gempa	1,1	1,25	1	1,1
	Tanpa Gempa	1,25	1,4	1,1	1,2

### 2.2.5 Sistem Klasifikasi Rock Mass Rating (RMR)

Sistem klasifikasi massa batuan dengan metode RMR menggunakan enam parameter dasar untuk pengklasifikasian dan evaluasi hasil uji. Keenam parameter tersebut membantu perkiraan lebih lanjut hasil analisis stabilitas sampai permasalahan khusus geomekanika batuan [9].

Keenam parameter yang digunakan untuk menentukan nilai RMR meliputi :

#### a. Kuat Tekan

Kuat tekan batuan utuh (*intact rock material*) dapat ditentukan melalui pengujian secara langsung (*in direct tect*) di lapangan menggunakan *Schmidt Hammer* maupun uji yang dilakukan di laboratorium [10].

#### b. Rock Quality Designation (RQD)

*RQD* didefinisikan sebagai persentase panjang core utuh yang lebih dari 10 cm terhadap panjang *total core run*.

Diameter *core* yang dipakai dalam pengukuran minimal 54.7 mm. Dan harus dibor dengan *double-tube core barrel*.

### c. Spasi Diskontinuitas

Merupakan jarak antara bidang lemah dengan arah tegak lurus terhadap bidang lemah tersebut. Bentuknya bisa berupa kekar, zona *shear*, patahan minor atau permukaan bidang lemah lainnya. Sesuai dengan peringkat.

### d. Kondisi Diskontinuitas

Ada lima karakteristik kekar yang masuk dalam pengertian kondisi kekar, meliputi kemenerusan (*persistence*), jarak antar permukaan kekar atau celah (*separation/aperture*), kekasaran kekar (*roughness*), material pengisi (*infilling/gouge*), dan tingkat kelapukan (*weathering*). karakteristik tersebut adalah sebagai berikut:

### e. Kondisi Airtanah

Debit aliran airtanah atau tekanan airtanah akan mempengaruhi kekuatan massa batuan. Oleh sebab itu perlu diperhitungkan dalam klasifikasi massa batuan. Kondisi airtanah yang ditemukan pada pengukuran kekar diidentifikasi sebagai salah satu kondisi berikut: kering (*completely dry*), lembab (*damp*), basah (*wet*), terdapat tetesan air (*dripping*), atau terdapat aliran air (*flowing*).

### f. Orientasi Diskontinuitas

Nilai *strike* dan *dip* merepresentasikan orientasi dan kemiringan dari bidang diskontinuitas. Nilai *strike* dan *dip* pada pekerjaan rekayasa batuan berhubungan dengan prediksi stabilitas massa batuan dan arah penggalian, serta sangat berperan untuk memberikan penilaian kuantitatif bidang diskontinuitas yang kritis pada penggalian terowongan dan rekayasa lereng pada batuan. Nilai orientasi bidang diskontinuitas terhadap lereng memiliki variasi penilaian kualitatif dan kuantitatif yang sedikit berbeda antara satu dengan lainnya.

#### 2.2.6 Analisis Kesatabilan Lereng Menggunakan Metode Hoek and Bray

Kemantapan suatu lereng batuan dapat dianalisis dengan metode Hoek dan Bray, analisis fektor dan metoda grafis<sup>[1][5]</sup>. Tetapi didalam tulisan ini hanya dibahas metoda Hoek dan Bray. Metoda Hoek dan Bray dapat digunakan untuk menganalisis keempat macam longsoran pada lereng batuan<sup>[11]</sup>.

Khusus untuk longsoran busur tidak akan dibahas pada penelitian ini karena longsoran tersebut tidak akan terjadi pada batuan segar (*fresh rock*). Pada penelitian yang penulis lakukan, jenis potensi longsor yang terdapat pada daerah penelitian adalah tipe longsoran bidang. Dalam menganalisis longsoran pada daerah penelitian

penulis menggunakan metoda Hoek dan Bray yang dinyatakan sebagai berikut:

$$FK = \frac{\Sigma \text{ Gaya penahan}}{\Sigma \text{ Gaya penggerak}} \quad (1)$$

Gaya penggerak yang bekerja pada massa batuan yang akan longsor dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F_{\text{penggerak}} = w \cdot \sin \psi + m \cdot a \cdot \cos \psi \quad (2)$$

Sementara itu, besarnya gaya normal yang bekerja pada massa batuan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_{\text{normal}} = w \cdot \cos \psi - m \cdot A \sin \psi \quad (3)$$

Sehingga tegangan normal ( $\sigma_n$ ) dan kuat geser ( $\tau$ ) dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\sigma_n = \frac{w \cdot \cos \psi - m \cdot a \sin \psi}{A} \quad (4)$$

$$\tau = C + \frac{w \cdot \cos \psi - m \cdot a \sin \psi}{A} \tan \phi \quad (5)$$

jika  $F_{\text{penahan}} = \tau \cdot A$ , maka  $F_{\text{penahan}}$  menjadi :

$$F_{\text{penahan}} = C \cdot A + (w \cdot \cos \psi - m \cdot a \sin \psi) \tan \phi \quad (6)$$

$$FK = \frac{C \cdot A + (w \cdot \cos \psi - m \cdot a \sin \psi) \tan \phi}{w \cdot \sin \psi + m \cdot a \cdot \cos \psi} \quad (7)$$

Keterangan :

C = Kohesi

A = Luas bidang Longsor

W = Berat batuan yang akan longsor

m = Massa batuan yang akan longsor

a = Faktor gangguan

$\psi$  = Sudut lereng

$\phi$  = Sudut geser dalam

#### 2.2.7 Metode-metode Penanggulangan Keruntuhan Lereng

Prinsip dalam penanggulangan keruntuhan lereng adalah dengan mengurangi gaya pendorong atau memperbesar gaya penahan<sup>[12]</sup>.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk kedalam jenis Penelitian terapan yaitu penelitian yang dikerjakan dengan maksud untuk menerapkan, menguji, dan mengevaluasi kemampuan suatu teori yang diterapkan dalam pemecahan permasalahan praktis. Penelitian terapan merupakan penelitian yang bertujuan untuk memecahkan masalah-masalah praktis.

### 3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan Kawasan Wisata Mandeh-Sungai Nyalo Km 18 Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat. Titik lokasi dilakukan penelitian terdapat pada koordinat S  $0^{\circ}56'12,8''$  E  $100^{\circ}22'39,3''$  dengan elevasi 51 mdpl.

### 3.3. Jenis Data dan Sumber Data Penelitian

Pada penelitian ini data primer didapat penulis dengan cara mengambil langsung data yang dibutuhkan di lapangan, sedangkan data sekunder didapat penulis dari berbagai sumber baik jurnal, media online serta instansi terkait di kabupaten pesisir selatan.

#### 3.3.1 Pengambilan Data di Lapangan

Adapun data yang didapatkan langsung dari lapangan yaitu sebagai berikut:

##### a. Geometri dan Penampang Lereng

Data yang diambil pada saat pengamatan geometri lereng yaitu: tinggi dan sudut kemiringan lereng. Tinggi lereng didapatkan dengan cara memarking dengan GPS titik di dasar lereng dan juga di puncak lereng kemudian nilai tinggi lereng didapatkan dengan mengurangi elevasi pada puncak lereng dengan dasar lereng. Sudut kemiringan lereng diukur dengan bantuan alat kompas geologi.

##### b. Pengukuran Struktur Geologi

Pengukuran struktur geologi bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter yang akan digunakan untuk menentukan klasifikasi massa batuan<sup>[13]</sup>.

##### c. Pengambilan Sampel Batuan

Sampel batuan diambil langsung dari lereng batuan pada lokasi penelitian untuk dilakukan pengujian di laboratorium. Sampel tersebut diambil pada titik yang berbeda untuk mewakili lereng secara keseluruhan. Batuan diambil dengan cara memisahkan sampel dari batuan induknya.

#### 3.3.2 Pengujian Laboratorium

Pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi :

##### a. Uji Sifat Fisik

Uji sifat fisik berguna sebagai data pendukung dari batuan yang akan diuji. Apabila hasil dari uji sifat fisik batuan yang diuji menunjukkan ketidakteraturan, hal ini menjadi indikasi tidak meratanya kekuatan batuan,

atau dengan kata lain batuan yang diuji sangat bervariasi (*heterogen*).

Untuk mengetahui nilai sifat fisik dan mekanik batuan pada lokasi penelitian perlu dilakukan pengujian pada batuan yang ada di daerah penelitian. Kemudian batuan tersebut diambil dari beberapa titik untuk dijadikan sampel dan Pengujian ini dilakukan di laboratorium. Adapun pengujian yang akan dilakukan adalah uji sifat fisik. Uji sifat fisik ini bertujuan untuk mendapatkan nilai bobot isi asli (*natural density*), bobot isi kering (*dry density*), bobot isi jenuh (*saturated density*), berat jenis semu (*apparent specific density*), berat jenis sejati (*true specific density*), kadar air asli (*natural water content*), kadar air jenuh (*absorption*), derajat kejenuhan, porositas dan *void ratio*<sup>[14]</sup>.

##### b. Uji Sifat Mekanik

Dalam menentukan sifat mekanik dari batuan, perlu dilakukan dengan pengujian di laboratorium dengan bantuan alat-alat yang akan menentukan bagaimana karakteristik dari setiap sifat mekanik batuan. dalam pengujian di laboratorium ada beberapa pengujian yang dilakukan. Dalam penelitian ini penulis melakukan pengujian *point load test*.

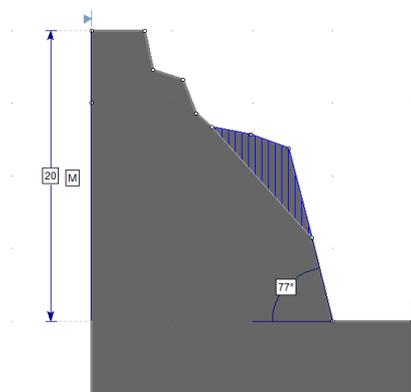
#### 3.3.3 Pengambilan Data Sekunder

Pada penelitian ini data primer didapatkan penulis dengan cara mengambil langsung data yang dibutuhkan di lapangan, sedangkan data sekunder didapat penulis dari instansi terkait di Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat.

## 4. Pembahasan

### 4.1 Geometri Lereng

Geometri lereng pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Geometri Lereng

## 4.2 Pengujian Sifat Fisik Batuan

Adapun hasil dari pengujian sifat fisik batuan dari sampel yang diambil dan diuji dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data dan Hasil Pengujian Sifat Fisik Batuan

No sampel	Bobot isi asli (gr/cm <sup>3</sup> )	Bobot isi kering (gr/cm <sup>3</sup> )	Bobot isi jenuh (gr/cm <sup>3</sup> )	Berat jenis semu	SG asli	Kadar air asli (%)	Kadar air jenuh (%)	Derajat kejenuhan (%)	Porositas (%)	Angka pori
1	2,62	2,59	2,65	2,59	2,76	1,26	2,45	51,41	6,34	0,0676
2	2,61	2,56	2,63	2,56	2,74	1,64	2,49	65,89	6,42	0,0686
3	2,6	2,56	2,62	2,56	2,74	1,77	2,57	68,65	6,61	0,0707
Rata-rata	2,61	2,57	2,63	2,57	2,75	1,56	2,5	61,98	6,46	0,069

## 4.3 Pengujian Sifat Mekanik Batuan

Adapun hasil dari pengujian sifat mekanik batuan dengan uji *point load* dari sampel batuan yang diuji di laboratorium dan menggunakan *software roclab* maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian *Point Load*

Nomor Sampel	L (Cm)	D (Cm)	W1	W2	Is (Mpa)
1	3,05	5,02	3,02	3,03	3,35
2	3,02	5,02	3,04	3,05	3,4
3	3,03	5,04	3,01	3,03	3,12
4	3,02	5,02	3,02	3,03	3,24
Rata-rata					3,27

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan ( $\sigma_c$ ) dari batuan pembentuk lereng tersebut adalah sebesar 75,21 MPa.

**Tabel 4.** Data Sifat Mekanik Dari *Software Roclab*

No	Parameter	Nilai
1	Kohesi (c)	0,380 MPa
2	Sudut geser dalam ( $\phi$ )	57 0
3	Uniaxial compressive strenght	2,418 MPa
4	Modulus Young of deformation	1174,66 MPa

## 4.4 Klasifikasi Massa Batuan Sistem RMR

Untuk mendapatkan nilai RMR terlebih dahulu dilakukan pengukuran orientasi bidang lemah pada lereng. Pengukuran dilakukan dengan metode pengukuran dengan kompas geologi langsung di lapangan pada garis pengukuran (*metode scanline*). Dari hasil penjumlahan nilai pembobotan untuk klasifikasi massa batuan pada lokasi penelitian, didapatkan nilai RMR yaitu sebesar 64, sehingga dapat disimpulkan

bahwa batuan termasuk dalam golongan II dengan kualitas massa batuan baik .

Klasifikasi geomekanika *Rock Mass Rating (RMR)* mengalami modifikasi beberapa kali karena terdapat lebih banyak kasus dan untuk menyesuaikan dengan prosedur dan standar internasional. Pada tahap awal dimaksudkan untuk aplikasi pekerjaan terowongan dan pertambangan, namun kini telah dikembangkan untuk desain galian lereng dan fondasi. Pada aplikasi sistem klasifikasi ini, massa batuan dibagi menjadi sejumlah wilayah struktural dan setiap wilayah kurang lebih memiliki ciri yang seragam.

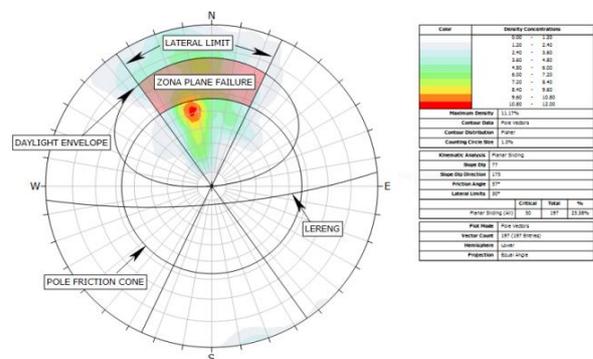
Kelas massa batuan di lokasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kelas Massa Batuan

Parameter Klasifikasi <i>RMR-System</i>			
Parameter	Nilai	Bobot	
RQD (%)	88,34%	17	
Kuat Tekan Batuan Utuh	75,21 MPa	7	
Spasi (m)	0,2-0,6 m	10	
Kondisi Diskontinuitas	<i>Persistence</i> (m)	<1m	6
	Lebar Rongga (mm)	0,1-1,0 mm	4
	Kekasaran Kekar	Agak kasar	3
	Material Pengisi	Clay (Lunak <5mm)	2
	Pelapukan	Sedikit Lapuk	5
Kondisi Air	Lembab	10	
RMR		64	

## 4.5 Analisis Tipe Longsoran yang Terdapat di Daerah Penelitian

Analisis tipe longsoran dilakukan untuk mengetahui jenis longsoran yang mungkin akan terjadi pada lereng penelitian. Analisis ini dilakukan menggunakan Metode analisis kinematik dengan bantuan *software dips* 6.0. Jenis longsoran yang berpotensi pada lereng penelitian adalah longsoran bidang atau *plane failure* dengan persentase lonsoran sebesar 25,38 % dimana longsoran bidang terjadi pada lereng dengan material batuan kuat. Output analisis dari *software dips* dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



**Gambar 7.** Output Analisis Kinematik *Plane Failure*

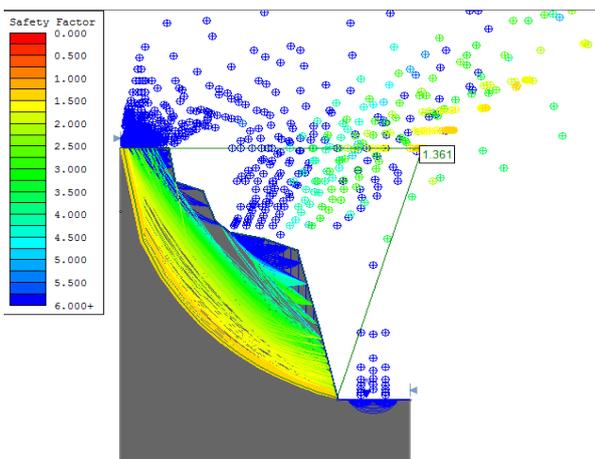
## 4.6 Analisis Kestabilan Lereng di Lokasi Penelitian

Langkah yang penulis lakukan untuk mendapatkan nilai kestabilan lereng tersebut penulis analisis dengan bantuan *software* dan juga melakukan analisis secara manual. Analisis manual penulis menggunakan metode *hook and bray* seperti yang telah di uraikan pada dasar teori. Untuk analisis dengan menggunakan *software* penulis menggunakan *software Slide 6.0*.

### 4.6.1 Analisis Faktor Keamanan Lereng Dengan *Software Slide 6.0*

Analisis faktor keamanan lereng untuk mendapatkan berapa nilai faktor keamanan optimal dengan parameter kohesi, sudut geser dalam, dan bobot isi material serta kondisi air tanah yang nantinya akan dapat dipertimbangkan untuk evaluasi kemantapan lereng pada lokasi penelitian. Berikut parameter sifat fisik dan mekanik batuan yang menjadi data input pada analisis faktor keamanan (FK) lereng. Adapun nilai dari parameter yang akan di input kedalam *software slide 6.0* adalah koordinat untuk membuat bentuk geometri geometri lereng, nilai sifat mekanik batuan, nilai sifat fisisk, dan nilai kegeempa pada daerah penilitian.

Dari analisis yang telah dilakukan menggunakan *software slide 6.0*, didapatkan faktor keamanan lereng pada lokasi penelitian dalam keadaan jenuh sebesar 1.36 dan faktor keamanan lereng pada keadan asli atau *natural* sebesar 1,95. Dari nilai faktor keamanan yang di dapatkan ini menunjukkan bahwa keadaan lereng di lokasi penelitian memiliki potensi longsor. Untuk output dari analisis faktor keamanan dari *software slide 6.0* dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



**Gambar 8.** Output dari Analisis Faktor Keamanan

### 4.6.2 Analisis Faktor Keamanan Lereng secara manual

Berdasarkan Perhitungan Analisis Kestabilan lereng yang telah dilakukan dengan cara manual didapatkan nilai FK aktual dilapangan sebesar 1,70 hal ini menunjukkan bahwa lereng pada lokasi penelitian pada kondisi stabil karena lereng yang diteliti bukan lereng tambang melainkan lereng yang berkaitan dengan aktifitas manusia, maka standar yang digunakan penulis gunakan mengikuti standar Departemen Pekerjaan Umum dengan nilai  $FK > 1,50$ . Dalam menganalisis longsoran pada daerah penelitian penulis menggunakan metoda Hoek dan Bray.

Berdasarkan pengambilan dan pengolahan data yang telah dilakukan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan, didapatkan nilai dari parameter-parameter di atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C &= 0,380 \text{ MPa} = 380 \text{ kN/m}^2 \\
 A &= 32,64 \text{ m}^2 \\
 \psi &= 77^\circ \\
 \phi &= 57^\circ \\
 a &= 1,2 \text{ g} = 11,8 \text{ m/s}^2 \\
 V &= 142,2 \text{ m}^3 \\
 m &= V \times \text{densitas batu andesit} \\
 &= 142,2 \text{ m}^3 \times 2.500 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 355.500 \text{ kg} \\
 w &= m \times g \\
 &= 355.500 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 4.166.817,9 \text{ kg.m/s}^2 \\
 &= 3.483,9 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Dari parameter-parameter di atas, kita dapat menghitung nilai dari gaya-gaya penahan yang bekerja pada lereng area penelitian sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F_{\text{penahan}} &= C \cdot A + (w \cdot \cos \psi - m \cdot a \cdot \sin \psi) \tan \phi \\
 F_{\text{penahan}} &= 380 \text{ kN/m}^2 \times 32,64 \text{ m}^2 + [(3.483,9 \text{ kN} \times \cos 77^\circ) - (355.500 \text{ kg} \times 11,8 \text{ m/s}^2 \times \sin 77^\circ)] \times \tan 57^\circ \\
 F_{\text{penahan}} &= 12.403,2 \text{ kN} + [(3.483,9 \text{ kN} \times 0,22) - (355.500 \text{ kg} \times 11,8 \text{ m/s}^2 \times 0,97)] \times 1,54 \\
 F_{\text{penahan}} &= 12.403,2 \text{ kN} + [(766,458 \text{ kN}) - (4.069.053 \text{ kg.m/s}^2)] \times 1,54 \\
 F_{\text{penahan}} &= 12.403,2 \text{ kN} + (766,458 \text{ kN} - 4.069 \text{ kN}) \times 1,54 \\
 F_{\text{penahan}} &= 12.403,2 \text{ kN} + (- 3.302,542 \text{ kN}) \times 1,54 \\
 F_{\text{penahan}} &= 12.403,2 \text{ kN} + (- 5.085,9147 \text{ kN}) \\
 F_{\text{penahan}} &= 7.317,2853 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan manual yang dilakukan, didapatkan nilai dari gaya penahan yang bekerja pada lereng area penelitian sebesar 7.317,2853 kN.

Selanjutnya, kita akan menghitung nilai dari gaya-gaya penggerak yang bekerja pada lereng area penelitian, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_{\text{penggerak}} &= w \cdot \sin \psi + m \cdot a \cdot \cos \psi \\
 F_{\text{penggerak}} &= (3.483,9 \text{ kN} \times \sin 77^\circ) + (355.500 \text{ kg} \times 11,8 \text{ m/s}^2 \times \cos 77^\circ)
 \end{aligned}$$

$$F_{\text{penggerak}} = (3,483,9 \text{ kN} \times 0,97) + (355.500 \text{ kg} \times 11,8 \text{ m/s}^2 \times 0,22)$$

$$F_{\text{penggerak}} = (3379,383 \text{ kN}) + (922.878 \text{ kg.m/s}^2)$$

$$F_{\text{penggerak}} = 3379,383 \text{ kN} + 922,878 \text{ kN}$$

$$F_{\text{penggerak}} = 4.302,261 \text{ kN}$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai dari gaya penahan yang bekerja pada lereng area penelitian sebesar 4.302,261 kN.

Setelah didapatkan nilai dari gaya penahan dan gaya penggerak dari lereng area penelitian, kita dapat menghitung nilai dari faktor keamanan lereng sebagai berikut:

$$FK = \frac{\Sigma \text{ Gaya penahan}}{\Sigma \text{ Gaya penggerak}}$$

$$FK = \frac{7.317,2853 \text{ kN}}{4.302,261 \text{ kN}}$$

$$FK = 1,70$$

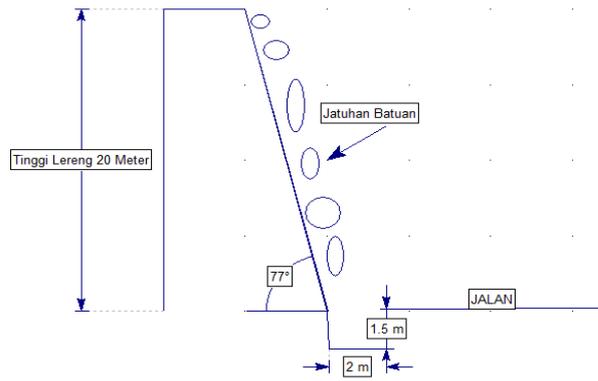
Berdasarkan perhitungan analisis kestabilan lereng yang telah dilakukan dengan cara manual didapatkan nilai FK aktual dilapangan sebesar 1,70. Hal ini menunjukkan bahwa lereng pada lokasi penelitian pada kondisi aman karena nilai  $FK > 1,50$ .

#### 4.7 Analisis Perkuatan Lereng

Perkuatan lereng yang diterapkan untuk mengatasi jatuhnya batu adalah dengan cara pembuatan selokan (*ditch*) dan pemasangan jaring kawat (*wiremesh*).

##### 4.7.1 Pembuatan Selokan (Ditch)

Pembuatan selokan di bawah lereng sering kali menjadi pilihan yang efektif untuk menghentikan jatuhnya batu dengan cara menyediakan ruang yang cukup di bawah lereng. Dimensi yang dibutuhkan untuk pembuatan selokan terdiri dari kedalaman dan lebar selokan yang dipengaruhi oleh ketinggian dan sudut kemiringan lereng. Kondisi lereng pada lokasi penelitian yang memiliki tinggi 20 m dan sudut kemiringan lereng  $77^\circ$ , maka berdasarkan rekomendasi dimensi saluran yang aman adalah lebar 2 m dan kedalaman 1,5 m seperti terlihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Rekomendasi Dimensi Selokan pada Lereng Penelitian

##### 4.7.2 Pemasangan Jaring Kawat (*wiremesh*)

Jaring kawat juga bisa digunakan untuk melokalisasi jatuhnya batu. Bongkah-bongkah batu yang berpotensi runtuh akan ditahan oleh jala kawat yang terpasang pada lereng dan mencegah batu tersebut terpelantik ke jalan. Untuk instalasi pada lereng yang tinggi dengan berat jaring yang ringan tidak dapat menahan jatuhnya batuan, maka jaring dapat diperkuat dengan menambah panjang pada jaring tersebut<sup>[15]</sup>.

Pada setiap kasus tepi jaring harus ditempatkan dekat dengan sumber jatuhnya batu sehingga batuan memiliki sedikit momentum ketika mengenai jaring. Jaring tidak dihubungkan pada bagian bawah maupun ditengah lereng melainkan dibiarkan menggantung bebas. Hal ini dilakukan agar batu dapat jatuh dengan sendirinya menuju parit dan tidak berkumpul dibelakang jala untuk menghindari akumulasi berat yang dapat membuat jala rusak. Contoh pemasangan *wiremesh* pada lereng batuan dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini.



**Gambar 10.** Contoh Pemasangan Wiremesh pada Lereng Batuan

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian sampel di laboratorium didapatkan data sifat fisik batuan, bobot isi asli = 2,61, bobot isi kering = 2,57 gram/cm<sup>3</sup>, bobot isi jenuh = 2,63 gram/cm<sup>3</sup>, berat jenis semu = 2,57 gram/cm<sup>3</sup>, SG asli = 2,75 %, kadar air asli = 1,56%, kadar air jenuh = 2,50 %, derajat kejenuhan = 61,98 %, porositas = 6,46%, angka pori = 0,0690, kuat tekan batuan sebesar 75,21 MPa, kohesi = 0,380 MPa, sudut geser dalam 57°, *Uniaxial compressive strenght* = 2,418 MPa dan *Modulus Young of deformation* = 1174,66 MPa.
2. Dari hasil klasifikasi massa batuan dengan *system RMR* didapatkan nilai RMR yaitu sebesar 64, sehingga dapat disimpulkan bahwa batuan termasuk dalam golongan II dengan kualitas massa batuan baik.
3. Berdasarkan analisis jenis potensi longsor menggunakan *software dips* didapatkan jenis potensi longsor yang akan terjadi pada lereng penelitian adalah longsoran bidang atau *plane failulere* dengan persentase lonsoran sebesar 25,38%.
4. Dari analisis yang telah dilakukan menggunakan *software slide 6.0*, didapatkan faktor keamanan lereng pada lokasi penelitian dalam keadaan jenuh sebesar 1.36 hal ini menunjukkan bahwa lereng memiliki potensi longsor kerana  $FK < 1.50$  dan faktor keamanan lereng pada keadan asli atau *natural* sebesar 1,95 menunjukkan lereng aman atau stabil karena  $FK > 1.50$ . Analisis dengan cara manual menggunakan metode Hoek and Bray didapatkan nilai FK aktual dilapangan sebesar 1,70 hal ini menunjukkan bahwa lereng pada lokasi penelitian pada kondisi stabil karena nilai  $FK > 1.50$ .
5. Proteksi jatuhnya batuan yang akan diterapkan pada lereng di lokasi penelitian adalah pemasangan *wiremesh* dan pembuatan selokan pada dasar lereng untuk menghindari jatuhnya batu jatuh ke ruas jalan.

### 5.2. Saran

1. Dari hasil analisis faktor keamanan yang telah dilakukan, diketahui kondisi lereng tersebut berada pada kondisi rawan longsor, oleh karena itu pada lereng di lokasi penelitian disarankan untuk melakukan pemasangan perkuatan lereng agar lereng tetap dalam kondisi aman.
2. Pada lereng penelitian harus dibuat selokan untuk menghentikan jatuhnya batu dengan cara menyediakan ruang yang cukup di bawah lereng

jika terjadi longsoran atau jatuhnya batu sehingga tidak langsung jatuh ke ruas jalan.

3. Perlu adanya rambu-rambu bahaya longsor sebagai pengetahuan bagi masyarakat tentang keadaan lereng.
4. Perlunya perhitungan dan penanganan kelongsoran lebih lanjut, guna meningkatkan faktor keamanan lereng agar lereng dalam kondisi aman dan stabil.

## Daftar Pustaka

- [1] Pemerintah Kabupaten Pesisir Selatan. (2017). *Dokumentasi Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Pesisir selatan*. Provinsi Sumatra Barat.
- [2] M. Astawa Rai, dkk. (2012). *Mekanika Batuan*. Bandung : ITB.
- [3] Arif, Irwandy. (2016). *Geoteknik Tambang Mewujudkan Produksi Tambang yang Berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Mare, N. M. A. G. N., Ganang, A., Sulistianto, B. S. B., & Karian, T. K. T. (2018). Analisis Longsoran Bidang, Studi Kasus Pada Lereng Pit Bakam Pt Kbk Di Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Geomine*, 6(3), 101-108.
- [5] Suedi, E., Kopa, R., & Rusli, H. A. R. (2018). Analisis Stabilitas Lereng Ruas Jalan Sicincin–Malalak Km 31 Kecamatan Malalak, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 3(3), 1285-1299.
- [6] Rakhman, A. N., & Astanto, N. W. (2017). Pengaruh Diskontinuitas Dan Pelapukan Lava Andesit Terhadap Sifat Mekanik Batuan Di Giripurwo, Girimulyo, Kulonprogo, Diy. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, 1(2), 9-15.
- [7] Duncan, C. W., & Christopher, W. M. (2004). *Rock slope engineering: civil and mining*.
- [8] Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Longsoran*, SKBI – 2.3.06., Yayasan Badan Penerbit PU.
- [9] Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering Rock Mass Classification*. Canada: John Wiley & Sons.
- [10] Bieniawski, Z.T. (1976). *Rock Mass Classification in Rock Engineering. Cape Town, Balkena*.
- [11] E. Hoek and Bray, J.W. (1981). *Rock Slope Engineering. Revised 3rd Edition, The Institution of Mining and Metallurgy, London*, 341-351
- [12] Hudson, J.A. and Harrison, J.P., (1997). *Engineering Rock Mechanics An Introduction to The Principles, Elsevier Science Ltd, United Kingdom*.
- [13] Anwar, H., Rai, M. A., & Wattimena, R. K. (2018). Pengaruh Bidang Diskontinu terhadap Kestabilan Lereng Tambang–Studi Kasus Lereng Pb9s4 Tambang Terbuka Grasberg. *Jurnal Geomine*, 6(1).

- [14] Bowles, E.J. (1989). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. PT. Erlangga. Jakarta.
- [15] Mukramin, S. C., Sompie, O. B., & Sumampouw, J. E. (2018). Pengaruh Penambahan Campuran Semen, Tras dan Batu Apung Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung. *Jurnal Sipil Statik*, 6(7).