

# Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Data Klasifikasi Massa Batuan Untuk Evaluasi Geometri Lereng Pada Pit A di CV. Tekad Jaya .

Doly D.H<sup>1\*</sup>, Yoszi Mingsi Anaperta<sup>1\*\*</sup>

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

\*[dolydakhyar877@gmail.com](mailto:dolydakhyar877@gmail.com)

\*\*[yosziperta@ft.unp.ac.id](mailto:yosziperta@ft.unp.ac.id)

## Abstract

CV. Tekad Jaya is one of the Business Entities in the context of Domestic Investment which is engaged in mining, especially limestone mining. In open pit mining, mine slope design is one of the most important factors that must be considered in the sustainability of mining activities because unstable/stable slopes will result in landslides and disrupted/stopped production activities and even fatalities. Several methods are used to make a final design, including geomechanical and geotechnical analysis.

There are weak areas that affect slope stability in CV. Tekad Jaya. And because there is no study on slope stability, it makes workers around the slope uncomfortable. The slope stability of the mine slope is the most important factor that must be considered in the continuation of mining activities. The initial slope geometry has a single slope with a height of 12 m with a slope of 80°. As a result of the study, the following conclusions were drawn. The type of landslide potential that occurs at the research location is direct topping with a landslide potential of 14.79%. Analysis of rock mass characteristics based on RQD analysis, RMR rock types at locations classified in class III. Second, the results of a single slope analysis of the actual values obtained by FK 1.239 in natural conditions, FK 1.159 in saturated conditions and FK 1.375 under dry conditions. Third, to get a safe FK, namely 1.25 the slope geometry is modified to reduce the slope angle, namely with a slope height of 12 m and a slope angle of 76°, then FK becomes 1,339 in natural conditions, 1,276 in saturated conditions and 1,433 in dry conditions in dry conditions. safe.

Keywords: slope stability analysis, RQD, RMR,

## 1. Pendahuluan

CV. Tekad Jaya merupakan salah satu perusahaan pertambangan dengan sistem tambang terbuka dengan metode *open pit*. Sistem penambangan terbuka yang berjenjang dapat menimbulkan masalah pada jenjangnya. Adanya kegiatan penambangan, seperti penggalian pada suatu lahan di sebelah lereng akan menyebabkan perubahan pada gaya-gaya pada lereng tersebut yang mengakibatkan terganggunya kestabilan pada lereng tersebut dan bahkan bisa terjadi longsor di lereng tersebut.

Longsor lereng penambangan pada umumnya disebabkan berbagai faktor fisik dan mekanik dari bahan galian, geometri lereng, adanya bidang *discontinuitas*, air tanah, dan gempa bumi/getaran.

Dalam keadaan tidak terganggu (alamiah), tanah atau batuan umumnya berada dalam keadaan stabil atau seimbang..

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada saat melakukan *observasi* lapangan, penulis menemukan adanya lereng tambang yang memiliki tinggi 12 meter dan memiliki kemiringan 80° serta pada saat penulis dilapangan, penulis juga melihat ada banyak

kekar di tengah-tengah lereng yang menjadi titik lemah dari lereng tersebut.

Keadaan lereng tambang hasil observasi yang penulis lakukan dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Kondisi Lereng pada Lokasi penambangan CV. Tekad Jaya

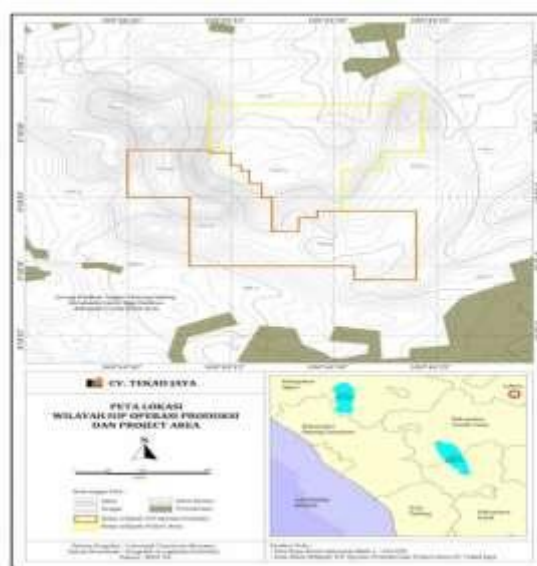
Berdasarkan informasi dari pihak perusahaan CV. Tekad Jaya belum melakukan perencanaan geoteknik mengenai kestabilan lereng di area penambangan sehingga, *foreman* yang berada dilapangan dalam pembuatan lereng tambang bekerja berdasarkan perencanaan dari *mine plan* saja ditambah untuk kemajuan tambang CV. Tekad Jaya menggunakan *blasting* sebagai metode untuk mengeluarkan atau memecahkan material yang keras sehingga membentuk ukuran-ukuran tertentu untuk diangkut menuju penyimpanan, dan arah kemajuan tambang menuju kearah lereng tersebut, sehingga para pekerja memiliki rasa kurang nyaman dan rasa takut akan terjadinya longsor pada saat bekerja dan akan berpengaruh juga terhadap produksi dari perusahaan. Untuk mendapatkan geometri lereng dan menghindari terjadinya longsor, diperlukan perencanaan geoteknik yang matang serta metode apa yang akan digunakan.

Apabila tidak dilakukan analisis kestabilan lereng serta penanganan yang maksimal terhadap lereng tersebut maka dapat menyebabkan kerugian nantinya seperti

kegiatan penambangan yang terganggu, biaya yang akan dikeluarkan untuk membersihkan longsor, bahkan bisa menyebabkan kerugian korban jiwa.

## 2. Lokasi Penelitian

CV. Tekad Jaya berlokasi di Jorong Bulakan, Nagari Tanjung Gadang Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat dapat dilihat pada gambar 2 bawah ini.



**Gambar 2.** Peta Lokasi Kesampaian Daerah

## 3. Kajian Teori

### 3.1. Lereng

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Lereng dapat terbentuk secara alami maupun buatan manusia.<sup>[2]</sup>

### 3.2. Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng dapat didefinisikan sebagai ketahanan blok di atas suatu permukaan miring (diukur dari garis horizontal) terhadap runtuh (*collapsing*) dan gelinciran (*sliding*)

### 3.3 Jenis – jenis longsoran pada lereng tambang

Secara umum longsoran terdiri dari 4 jenis. Adapun 4 jenis longsoran tersebut adalah sebagai berikut :

#### 3.3.1. Longsoran Busur (*Circular Failure*)

Jenis longsoran ini adalah yang paling umum terjadi di alam (tipikal longsoran tanah/*soil*). Pada batuan yang keras, jenis longsoran ini hanya dapat terjadi jika batuan tersebut sudah lapuk dan mempunyai bidang-bidang diskontinu yang rapat (*heavily jointed*), atau menerus sepanjang sebagian lereng sehingga menyebabkan longsoran geser dipermukaan.

#### 3.3.2. Longsoran Bidang (*Plane Failure*)

Longsoran jenis ini terjadi pada batuan yang mempunyai bidang luncur bebas (*day light*) yang mengarah ke lereng dan bidang luncurnya pada bidang *diskontinu* seperti: sesar, kekar, liniasi atau bidang perlapisan

#### 3.3.3. Longsoran Baji (*Wedge Failure*)

Model longsoran 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.

#### 3.3.4. Longsoran Guling (*Toppling Failure*)

Longsoran *toppling* akan terjadi pada lereng yang terjal pada batuan keras dengan bidang-bidang *diskontinuitas* yang hampir tegak atau tegak, dan longsoran dapat berbentuk blok atau bertingkat. Bila longsoran terjadi pada massa batuan yang kuat dengan fenomena kekar yang reaktif tegak, maka rekahan tarikannya akan melendut terus dan miring ke arah kemiringan lereng.

### 3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

#### 3.4.1 Faktor-faktor Pembentuk Gaya Penahan

1. Jenis Batuan
2. Kekuatan Batuan
3. Penyebaran Batuan

#### 3.4.2. Faktor-faktor Pembentuk Gaya Penggerak

1. Geometri Lereng
2. Kandungan air tanah (u)
3. Bobot isi

#### 3.4.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gaya Penahan

1. Proses pelapukan
2. Bidang lemah
3. Iklim
4. Air

#### 3.4.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gaya Penggerak

1. Aktivitas Tektonik
2. Gempa atau sumber getaran yang lain
3. Penambahan beban akibat penimbunan
4. Penambahan air tanah
5. Pengeringan waduk

### 3.5. Analisis Karakteristik Massa Batuan

Klasifikasi massa batuan merupakan satu metode pendekatan yang dapat digunakan untuk desain awal lubang bukaan bawah tanah. Klasifikasi ini merupakan awal mula dari pendekatan rancangan empirik dan digunakan secara luas dalam rekayasa batuan. Dalam kenyataannya, pendekatan klasifikasi massa batuan digunakan sebagai dasar praktis untuk merancang struktur di bawah tanah yang kompleks.

Hal tersebut merupakan tindakan yang kurang tepat. Klasifikasi massa batuan yang

merupakan salah satu metode empirik harus di gunakan bersama-sama dengan metode observasi dan metode analitik untuk memformulasikan secara menyeluruh rancangan rasional.

Oleh karena itu, klasifikasi massa batuan tidak dimaksudkan dan tidak dapat menggantikan pekerjaan secara rinci, karena untuk desain rinci diperlukan informasi yang lebih lengkap mengenai tegangan insitu, sifat massa batuan, dan arah penggalian yang biasanya belum tersedia pada awal tahap proyek<sup>[5]</sup>

Terdapat enam klasifikasi massa batuan yang biasa digunakan untuk keperluan desain rekayasa batuan. Klasifikasi beban batuan atau *rock load classification* merupakan sistem klasifikasi praktis pertama yang dikenalkan dan secara dominan digunakan di Amerika Serikat lebih dari 35 tahun. Klasifikasi *stand up time* yang diusulkan oleh Lauffer<sup>[9]</sup> berdasarkan hasil kerja Stini<sup>[17]</sup> dan merupakan langkah sangat maju dalam seni penerowongan karena konsep yang diperkenalkan lebih relevan dalam penentu tipe dan jumlah penyangga terowongan. Klasifikasi *Rock Quality Designation (RQD)* yang diusulkan oleh Deere<sup>[7]</sup>, merupakan metode sederhana dan praktis untuk mendeskripsikan kualitas inti lubang bor. Konsep *Rock Structure Rating (RSR)* yang dikembangkan di Amerika Serikat oleh Wickham, Tiedemann, dan Skinner<sup>[20]</sup>, merupakan sistem pertama yang mengutamakan rating klasifikasi untuk pembobotan yang relatif penting dari klasifikasi. Klasifikasi geomekanika (*RMR-System*) yang diusulkan oleh Bieniawski<sup>[4]</sup> dan Q-sistem yang diusulkan oleh Barton, Lien, dan Lunde<sup>[6]</sup>, telah dikembangkan secara bebas dan keduanya menyediakan data kuantitatif untuk memilih tindakan perkuatan terowongan yang modern, misalnya dengan menggunakan *rockbolt* dan *shotcrete*.

### 3.5.1 Rock Mass Rating (RMR)

Sistem klasifikasi massa batuan menggunakan enam parameter dasar untuk pengklasifikasian dan evaluasi hasil uji. Keenam parameter yang digunakan untuk menentukan nilai RMR meliputi:

#### a. Kuat Tekan Batuan

Nilai kuat tekan dari batuan utuh dapat ditentukan dari pengujian yang dilakukan dilaboratorium berdasarkan uji kuat tekan uniaksial (UCS) atau pengujian beban titik (*point load index*) batuan. Setelah diperoleh hasil kuat tekan batuan, selanjutnya diberikan nilai pembobotan yang terdapat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Bobot Kuat Tekan Batuan

Grade	Deskripsi	Kuat tekan (mPa)	Bobot
R6	Kuat sekali	>250	15
R5	Sangat kuat	100-250	12
R4	Kuat	50-100	7
R3	Sedang	25-50	4
R2	Lemah	1-25	2
R1	Sangat lemah	02-10	1
R0	Lemah sekali	<2	0

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

Konsep dari RQD ini sederhana yaitu persentase patahan batuan dari total panjang uji bor inti, semakin tinggi nilai RQD maka semakin baik kualitas batuan. perhitungan RQD biasa didapat dari perhitungan langsung dihitung menggunakan rumus:

$$RQD = 100 e^{-0,1\lambda} (1+0,1\lambda)$$

keterangan:

$\lambda$  = frekuensi diskontinuitas per meter

N = jumlah diskontinuitas yang memotong garis pengamatan (scan line)

L = panjang dari garis pengamatan (scan line)

maka dapat diketahui kualitas massa batuan berdasarkan nilai RQD tersebut, seperti terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2 . *Rock Quality Designation*

RQD (%)	Kualitas Batuan	Rating
<25	Sangat jelek (very poor)	3
25-50	Jelek (poor)	8
50-75	Sedang (fair)	13
75-90	Baik (good)	17
90-100	Sangat baik (excellent)	20

### c. Spasi Bidang Diskontinu

Spasi bidang diskontinu di definisikan sebagai jarak tegak lurus antara dua diskontinuitas berurutan sepanjang garis pengukuran yang dibuat sembarang.

### d. Kondisi Bidang Diskontinu

Kondisi bidang diskontinu dibagi menjadi:

1. Kemenerusan bidang diskontinu (*persistence*)
2. Lebar rekahan bidang diskontinuitas (*aperture*)
3. Kekerasan permukaan bidang diskontinu (*roughness*)
4. Material pengisian bidang diskontinu (*infilling*)
5. Tingkat pelapukan dari permukaan bidang diskontinu (*weathered*)

### e. Kondisi Air Tanah

Air tanah sangat berpengaruh terhadap lereng, kondisi muka air tanah dapat dinyatakan secara umum, yaitu kering (*dry*), lembab (*damp*), basah (*wet*), menetes (*dripping*), dan mengalir (*flowing*).

### f. Orientasi Bidang Diskontinu

Orientasi diskontinuitas merupakan *strike* atau *dip diskontinuitas (dip/dip direction)*. Orientasi bidang diskontinuitas lapangan didapat dengan mengukur *strike/dip* kekar dengan menggunakan kompas geologi.

Nilai *srike* 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.

Tabel 3. Bobot Kondisi Bidang Diskontinu

parameter	Selang Nilai					Untuk Nilai Kecil Dipakai Hasil Tes UCS
	Index Kekuatan					
kekuatan batuan	<i>Point Load</i>	>10 Mpa	4-10 Mpa	2-4 Mpa	1-2 Mpa	-
	<i>Uniaxial</i>	>250 Mpa	100-250 Mpa	50-100 Mpa	25-50 Mpa	10-25 3-10 <3 (Mpa)
	Pembobotan	15	12	7	4	2 1 0
RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION)	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	<25%	
Pembobotan	20	17	13	8	3	
Spasi Rekahan	>200 cm	60-200 cm	20-60 cm	6-20 cm	<6 cm atau <60 mm	
Pembobotan	20	15	10	8	5	
Kondisi Rekahan	permukaan sangat kasar, tdk menerus, tdk renggang, tdk lapuk ( <i>hard wall</i> )	permukaan kasar, renggangan <1mm, agak lapuk ( <i>hard wall</i> )	permukaan agak kasar, renggangan <1mm, sangat lapuk ( <i>soft wall</i> )	<i>slicken-side/gouge</i> atau renggangan 1-5 mm menerus	<i>gouge</i> kemah, tebal >5 mm atau renggangan >5 mm, menerus	
	Pembobotan	30	25	20	10	0
Air Tanah	aliran per-10m panjang terowongan	Tidak Ada	<10 Lt/Mnt	10-25 Lt/Mnt	25-125 Lt/MNT	>125 Lt/Mnt
	Tekanan Pori (p)Teg utama max	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5
	Kedaaan Umum	Kering	Lembab	Basah	Menetes	Mengalir
Pembobotan	15	10	7	4	0	

### 3.6. Metode Keseimbangan Batas

Metode keseimbangan batas merupakan metode yang cukup populer dan praktis dalam analisis kestabilan, dengan kondisi kestabilan dinyatakan dalam indeks faktor keamanan, yaitu dengan menghitung keseimbangan gaya atau keseimbangan momen, atau keduanya tergantung dari metode perhitungan yang dipakai.

### 3.6.1. Metode Janbu yang Disederhanakan

Metode Janbu adalah salah satu dari metode yang banyak digunakan untuk menganalisis kemantapan lereng yang memiliki permukaan bidang gelincir tidak berupa busur lingkaran lingkaran (*non-sirkular*). Metode ini menggunakan suatu faktor koreksi ( $f_0$ ) untuk mengkoreksi bentuk bidang gelincir yang tidak berupa busur lingkaran.

### 3.7. Analisis Stereografis Metode Kinematik

Dalam penelitian ini, metode stereografis yang digunakan untuk mengetahui potensi keruntuhan lereng batuan adalah dengan teknik stereografis. Teknik stereografis merupakan metode grafis yang digunakan untuk menunjukkan jurus dan kemiringan dari suatu bidang. Teknik stereografis banyak digunakan untuk membantu mengidentifikasi jenis keruntuhan yang mungkin terjadi.

### 3.8. Ketentuan Penanganan Geoteknik Tambang

Dasar hukum dalam kestabilan lereng berpedoman terhadap Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 dan Ketentuan Bowles<sup>[10]</sup>.

**Tabel 4. Ketentuan Bowles**

Teoritis	Bowels	Keterangan
$FK < 1,00$	$FK < 1,07$	Tidak Stabil
$FK = 1,00$	$FK = 1,07 - 1,25$	Kritis
$FK > 1,00$	$FK > 1,25$	Stabil

## 4. Metode Penelitian

### 4.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan observasi lapangan yang berlangsung pada tanggal 28 sampai 30 Agustus 2020, dilanjutkan dengan proses pengambilan data dari tanggal 14 September sampai 16 september 2020 yang berlokasi di

CV. Tekad Jaya Nagari Tanjung Gadang, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten 50 Kota.

## 4.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan (*Applied Research*), yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk mengaplikasikan teori yang didapat dibangku perkuliahan terhadap kondisi aktual dilapangan. Dalam melaksanakan penelitian permasalahan ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya diperoleh pendekatan penyelesaian masalah. Adapun urutan penyelesaiannya yaitu:

### 4.2.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas di lapangan melalui bahan-bahan pustaka.

### 4.2.2. Pengalaman langsung di lapangan

Dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung dan seksama dilapangan untuk mengetahui masalah yang akan dibahas, khususnya di area lereng puncak jaya. Peninjauan lapangan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap topografi daerah dan data-data penunjang lainnya dari masalah yang akan dibahas.

### 4.2.3. Pengumpulan/Pengambilan Data

#### 4.2.3.1 Data primer

Data primer adalah data yang diambil langsung dari pengamatan lapangan seperti, geometri lereng aktual, bidang diskontinu, *measuring* stratigrafi, sampel batuan untuk uji sifat fisik dan mekanik, data hasil pengujian sifat fisik dan mekanik batuan. Data primer yang diperlukan diantaranya:

- Geometri lereng
- Data bidang diskontinu
- Sifat fisik dan mekanik batuan

#### 4.2.3.2. Data Sekunder

- Peta kesampaian ke lokasi dan daerah
- Peta geologi regional

## 5. Hasil dan Pembahasan

### 5.1. Sifat Fisik Batuan

Pengujian sifat fisik batuan merupakan pengujian untuk mendapatkan bobot isi/density.

**Tabel 5.** Data Pengujian Sifat Fisik Batuan

Wn (gram)	Ww (gram)	Ws (gram)	Wo (gram)
27.30	33.23	7.28	18.79
29.74	34.17	7.93	19.07
34.28	36.16	8.52	20.15

Setelah data didapat selanjutnya dilakukan perhitungan bobot isi natural, jenuh dan kering. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Sifat Fisik

No	Bobot isi asli (gr/cm <sup>3</sup> )	Bobot isi jenuh (gr/cm <sup>3</sup> )	Bobot isi kering (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1.052	1.280	0.724
2	1.133	1.302	0.727
3	1.240	1.307	0.729
Rata-Rata	1.152	1.300	0.726

### 5.2. Sifat Mekanik Batuan

#### 5.2.1. Data Uji Point Load

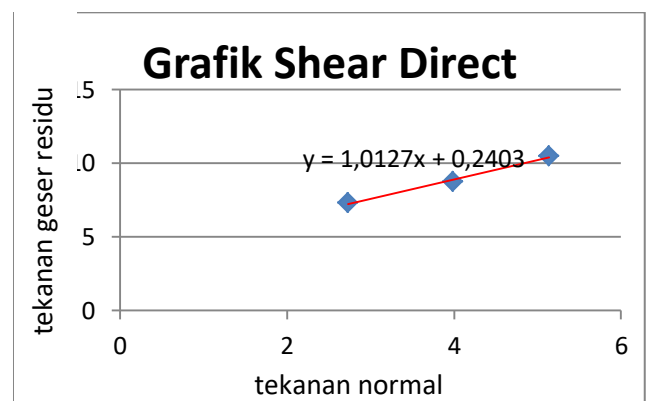
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan (*strength*) dari contoh batuan secara tidak langsung di lapangan. Nilai Index Strength batuan didapatkan berdasarkan uji beban titik pada sampel batuan. Uji beban titik yang dilakukan pada sampel pembentuk lereng adalah irregular test. Berdasarkan pengujian yang dilakukan diperoleh hasil seperti pada tabel berikut :

**Tabel 7.** Hasil Pengujian Point Load

Sampel	Diameter (cm)	Nilai Is (mPa)
1	4,6	3,5
2	4,6	3,6
3	4,6	3,9
Rata-Rata		3,7

#### 5.2.2. Uji Geser Langsung

Pengujian geser langsung bertujuan untuk mendapatkan harga kohesi dan sudut geser dalam, baik puncak maupun sisa. dalam pengujian ini contoh dibebani pada arah vertikal kemudian di geser secara horizontal. Hasil dari pengujian kuat geser langsung batuan yang telah dilakukan di laboratorium didapatkan hasil dari persamaan grafik seperti gambar 3 berikut:



Untuk mencari kohesi dan sudut geser dalam dengan menggunakan persamaan

$$\tau = \sigma_n \cdot \tan \phi + c$$

$$y = 1,012x + 0,2403$$

$$\tau = 1,012 \sigma_n + 0,2403$$

di dapat  $C = 0,2403 \times 0,098 = 0,02355$  Mpa

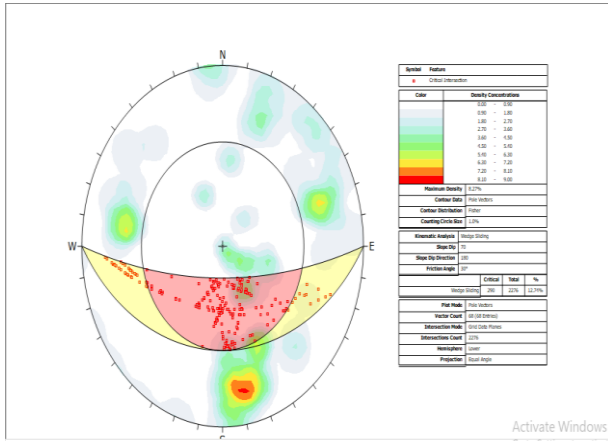
sudut geser dalam =  $\tan \Phi = 1,012$

$$\phi = 45,34^\circ$$

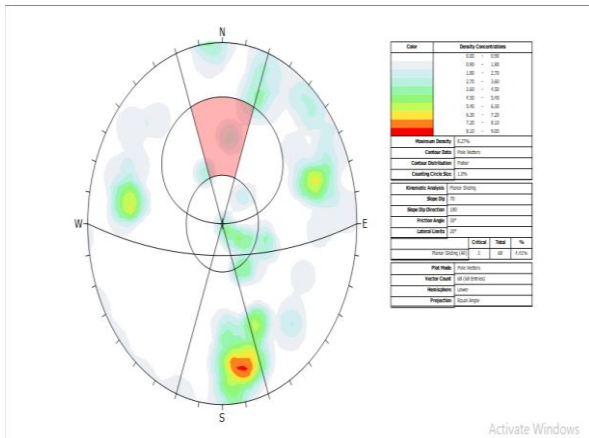
### 5.3. Analisa Tipe Longsoran yang Terdapat di Daerah Penelitian.

Analisis tipe longsoran dilakukan untuk mengetahui jenis longsoran yang mungkin akan terjadi pada lereng penelitian. Analisis

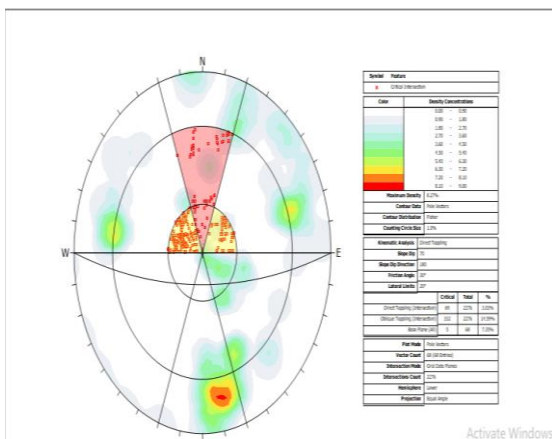
ini dilakukan menggunakan metode analisis kinematik dengan bantuan software dips.



**Gambar 4. Output Analysis Kinematic Wedge Sliding**



**Gambar 5. Output Analysis Kinematic Plane Failure**



**Gambar 6. Output Analysis Kinematic Direct Toppling**

Berdasarkan hasil plot bidang diskontinuitas berdasarkan *software dips* maka didapat pula potensi longosoran yang akan terjadi pada daerah penelitian dapat disimpulkan seperti tabel berikut:

**Tabel 8. Hasil Potensi Longosoran**

No	Jenis Longosoran	Persentase (%)
1	<i>Planar Sliding</i>	4,47
2	<i>Wedge Sliding</i>	12,74
3	<i>Direct Toppling</i>	14,57

#### 5.4. Klasifikasi Massa Batuan

Klasifikasi massa batuan yang digunakan pada penelitian ini adalah klasifikasi *Rock Mass Rating (RMR)*. Dalam penerapannya klasifikasi ini membutuhkan beberapa parameter yang telah diketahui pada penjelasan sebelumnya. Setiap parameter tersebut memiliki nilai atau bobot yang dijumlahkan sehingga total bobot tersebut dapat menentukan kelas massa batuan berdasarkan teori Bieniawski. Hasil penjumlahan nilai pembobotan untuk klasifikasi massa batuan tersebut dapat dilihat pada tabel 9 berikut:

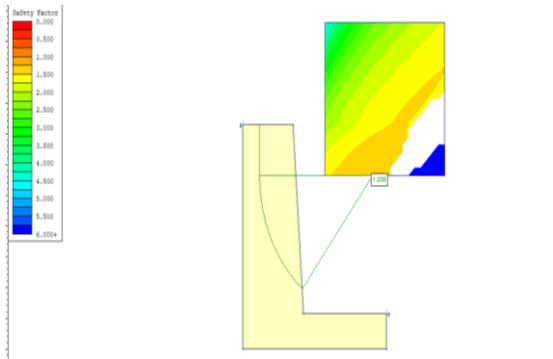
**Tabel 9. Klasifikasi Massa Batuan**

Parameter	Nilai	Bobot
<b>RQD (%)</b>	47,7429	8
<b>Kuat Tekan (Point Load)</b>	3,71	7
<b>Spasi (mm)</b>	57,8 mm	5
<b>Kondisi Discontinuitas</b>		
1. Persistence	1-4 m	4
2. Lebar Rongga (Space)	1-5 mm	1
3. Kekasaran Kekar	Kasar	5
4. Material	None	6
5. Pelapukan	Tidak Melapuk	5
<b>Kondisi Air</b>	Kering	15
<b>Orientasi kekar</b>	Menguntungkan (Favorable)	0
<b>RMR</b>		<b>56</b>
<b>Kelas Massa Batuan</b>		<b>III</b>
<b>Deskripsi Masa Batuan</b>		<b>Sedang</b>

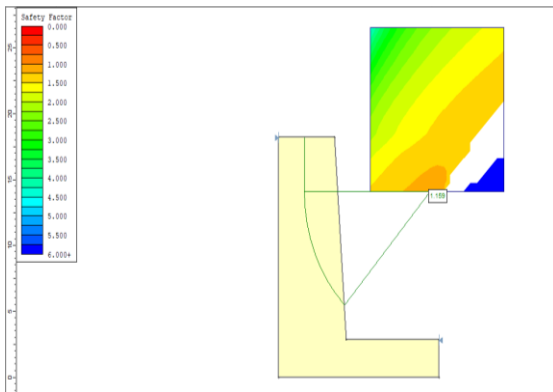


### 5.5. Analisis Nilai FK dengan menggunakan Software Slide 6.0

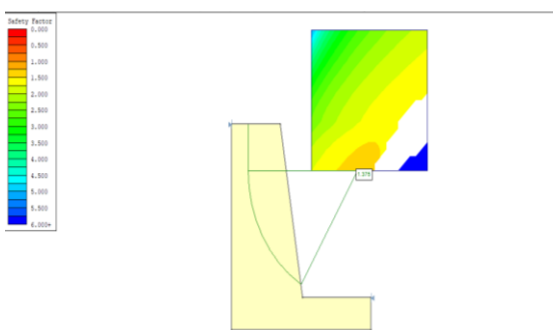
Analisis faktor keamanan lereng pada laporan ini, dilakukan dengan menggunakan *software Slide V.6.0*. Metode analisis yang digunakan adalah metode analisis morgenstern-price. Sebagai input data yaitu geometri lereng, bobot isi, kohesi dan sudut geser dalam batuan.



**Gambar 7. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Natural**



**Gambar 8. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Jenuh**



**Gambar 9. Faktor keamanan lereng aktual dalam kondisi kering**

Dari analisis yang dilakukan didapat FK lereng baik itu dalam keadaan jenuh, natural dan kering seperti tabel berikut:

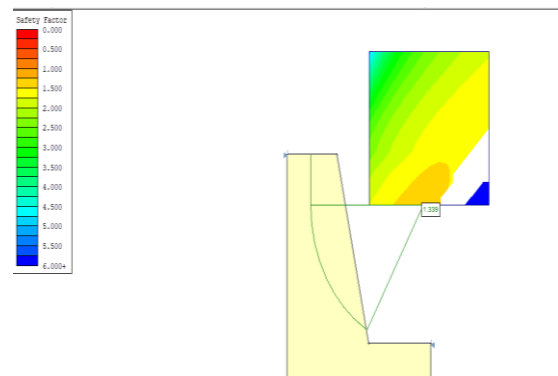
**Tabel 10. Nilai Faktor Keamanan Lereng**

Sehingga dapat diambil kesimpulan lereng dalam keadaan asli dan dalam keadaan jenuh dalam keadaan tidak aman. Maka dilakukan modifikasi pada lereng yaitu mengubah sudut pada lereng.

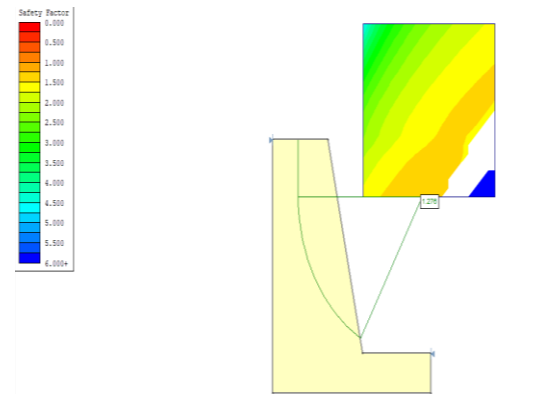
Hasil modifikasi lereng penelitian menggunakan metode *janbu simplified* dalam keadaan asli dalam keadaan jenuh dan

Tinggi lereng	Kondisi lereng	FK Lereng
12	Natural	1,239
12	Jenuh	1,159
12	Kering	1,375

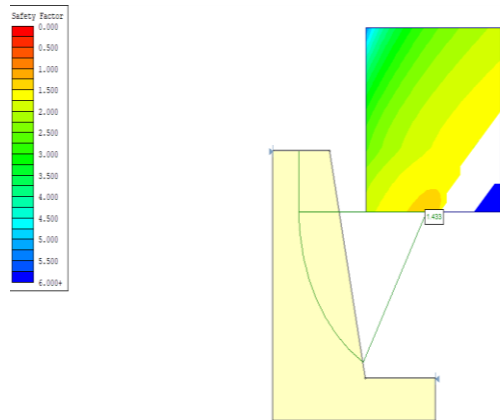
dalam keadaan kering tergambar sebagai berikut:



**Gambar 10. Faktor Keamanan Lereng Modifikasi Kondisi Natural**



**Gambar 11. Faktor Keamanan Lereng Modifikasi Kondisi Jenuh**



**Gambar 12. Faktor Keamanan Lereng Modifikasi Kondisi Kering**

Dari hasil rekomendasi faktor keamanan lereng stabil dengan memperkecil sudut kemiringan lereng menjadi  $76^\circ$  pada kondisi natural diperoleh faktor keamanan lereng 1,334 ,pada kondisi jenuh diperoleh faktor keamanan lereng 1,276 dan kondisi kering 1,433 jadi diperoleh hasil sudut rekomendasi lereng dan hasil nilai faktor keamanan demikian lereng dikategorikan dalam keadaan aman.

## 6. Kesimpulan dan saran

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis peneliti, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa nilai bobot isi asli sebesar  $1.152 \text{ gr/cm}^3$ , bobot isi jenuh sebesar  $1.300 \text{ gr/cm}^3$  dan bobot isi kering sebesar  $0,726 \text{ gr/cm}^3$  pada lereng site penambangan CV. Tekad Jaya. Sedangkan hasil pengujian kuat tekan batuan *point load* sebesar 3,71 MPa.
2. Hasil analisis klasifikasi massa batuan menunjukkan bahwa secara *rock quality designation* (RQD) massa batuan di site penambangan CV. Tekad Jaya sebesar 47,74 %. Secara *Rock Mass Rating* (RMR) sebesar 56 tergolong ke kelas III (Sedang).

3. Potensi longoran yang terjadi pada lokasi penelitian adalah jenis longoran baji dengan potensi kelongsoran sebesar 12,74% dan untuk jenis longoran bidang dengan potensi kelongsoran sebesar 4,47% dan direct toppling sebesar 14,79%.
4. Hasil analisis faktor keamanan lereng menunjukkan bahwa lereng penambangan di site CV. Tekad Jaya berada dalam kondisi kritis dengan nilai FK sebesar 1,239 pada kondisi natural , 1,159 pada kondisi jenuh dan 1,375 pada kondisi kering. Upaya peningkatan kesetabilan lereng penelitian CV. Tekad Jaya untuk mencapai tingkat yang aman adalah dengan mengurangi kemiringan lereng maksimal menjadi  $76^\circ$  dan faktor keamanan lereng menjadi 1,339 1,276 dan 1,433.

### 6.2. Saran

1. Perubahan geometri lereng ini perlu dilakukan agar pada saat melakukan proses penambangan para karyawan yang ada merasa aman dan nyaman.
2. Pengontrolan, pemeliharaan, dan pengawasan terhadap keadaan sekitar lereng harus sering di perhatikan untuk mengurangi atau menghindari hal yang tidak diinginkan.
3. Perlunya ketelitian dalam pengambilan data dilapangan dan proses pengujian dilaboratorium dan pengolahan data pada *software* lainnya agar hasil yang di peroleh lebih detail dan akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [ 1 ]. Anonim. 2014. *Buku Panduan Tugas Akhir (TA) Jurusan Teknik Pertambangan*. Padang. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- [ 2 ]. Anaperta, Y. M., & Putra, S. A. (2019). Analisis Potensi Longsor Lereng Bukit Tui Kelurahan Tanah Hitam Kota Padang Panjang Sumatera Barat Menggunakan

- Aplikasi Slide V6. 0. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 12(1), 73-91.
- [ 3 ]. Anton, A., Vladimir, A., & Aleksandr, A., (2019). *Estimation of Rock Mass Strength in Open-Pit Mining*. Universitas Pertambangan Saint-Petersburg, Saint-Petersburg, Rusia.
- [ 4 ]. Aprilia, F. (2014). *Analisis Tipe Longsor Dan Kestabilan Lereng Berdasarkan Orientasi Struktur Di Dinding Utara Tambang Batu Hijau, Sumbawa Barat* (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [ 5 ]. Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual For Engineers And Geologists In Mining, Civil, And Petroleum Engineering*. John Wiley & Sons.
- [ 6 ]. Bieniawski, 1973. “*Klasifikasi geomekanika (RMR-System)*”
- [ 7 ]. Bieniawski, 1989. “*Klasifikasi Batuan Karbonat Menurut Tekstur Pengendapan*”. AAPG 38
- [ 8 ]. Hencher, S. R., Lee, S.G., & Carter, T.G. (2010). *Sheeting Joints : characterisation , shear strength and engineering*. University of Leeds, Leeds
- [ 9 ]. Hoek, E., Carranza-Torres, C., & Corkum, B. (2002). Hoek-Brown Failure Criterion-2002 Edition. *Proceedings Of NARMS-Tac*, 1(1), 273.
- [ 10 ]. Kepmen 1827 K/30/MEM/2018. Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [ 11 ]. Khaliullina, Y.V. (2010). Kegunaan Teknik Geoteknik dalam Estimasi Stabilitas Kontruksi Berat Pabrik Semen di Novorossiysk. *Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)*. Rusia
- [ 12 ]. Martin, C. (2021). *Impact of Second Phase Content on Rock Salt Rheological Behavior Under Cyclic Mechanical Conditions*. School of Chemistry, Nottingham , UK.
- [ 13 ]. Pane Adelina Riski & Yoszi M. Anaperta. 2019. “*Karakterisasi Massa Batuan dan Analisis Kestabilan Lereng Untuk Evaluasi Geometri Lereng di Pit Barat Tambang Terbuka PT. AICJ (Allied Indo Coal Jaya) Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat*”. *Jurnal. Bina Tambang Vol 4 No 3*.
- [ 14 ]. Santoso, E., Hakim, R. N., & Mustofa, A. (2016). Slope Stability Analysis Based On Rock Mass Characterization In Open Pit Mine Method. *POROS TEKNIK*, 8(1), 10-15.
- [ 15 ]. Swana, G. W., Muslim, D., & Sophian, I. (2012). Desain Lereng Final Dengan Metode Rmr, Smr Dan Analisis Kestabilan Lereng: Pada Tambang Batubara Terbuka, Di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 7(2), 92-108.
- [ 16 ]. Syam, M. A., Trides, T., & Heryanto, H. (2018). Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Nilai Slope Mass Rating Di Desa Sukamaju, Tenggara Seberang, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Jurnal Geocelebes*, 2(2), 53-63.

