

## ANALISIS KESTABILAN LERENG BATUAN DENGAN MENGGUNAKAN KLASIFIKASI MASSA BATUAN DI DAERAH HATIVE BESAR

Micky Kololu<sup>1)</sup>, Marcia Violetha Rikumahu<sup>2)\*</sup>, Afifah Thohirah<sup>3)</sup>, dan Ervina Rumpakwakra<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Pattimura

Email: [micky.kololu@fatek.unpatti.ac.id](mailto:micky.kololu@fatek.unpatti.ac.id)

<sup>2)\*</sup>Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Pattimura

Corresponden Email: [marcia.rikumahu@fatek.unpatti.ac.id](mailto:marcia.rikumahu@fatek.unpatti.ac.id)

<sup>3)</sup>Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Pattimura

Email: [afifah.thohirah@fatek.unpatti.ac.id](mailto:afifah.thohirah@fatek.unpatti.ac.id)

<sup>4)</sup>Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Pattimura

Email: [ervina.rumpakwakra@fatek.unpatti.ac.id](mailto:ervina.rumpakwakra@fatek.unpatti.ac.id)

**Abstrak** Desa Hative Besar memiliki wilayah yang berlereng dengan formasi batuan adalah batuan vulkanik. Bagian *cover* batuan ini telah mengalami pelapukan sehingga dimanfaatkan oleh masyarakat untuk keperluan penambangan. Dalam melakukan kegiatan penambangan, kualitas massa batuan harus diperhatikan karena merupakan metode empiris untuk memprediksi stabilitas lereng yang diamati. Kehadiran kekar maupun retakan pada batuan akan menyebabkan ketidakstabilan pada lereng. Kestabilan lereng ditentukan dengan menggunakan klasifikasi massa batuan dengan parameter yang diambil dari nilai kuat tekan batuan, RQD, jarak antar bidang diskontinu, kondisi diskontinu, dan kondisi air tanah yang mewakili massa batuan. Penelitian yang telah dilakukan ini bertujuan untuk mengkaji kestabilan lereng batu pasir dengan menggunakan metode klasifikasi massa batuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Slope Mass Rating* (SMR) pada formasi lereng terdistribusi sesuai tipe massa batuan yang tepat dengan nilai SMR sebesar 75,5 dan tergolong Tipe II yang menggambarkan lereng batuan stabil dan lereng berada dalam kondisi stabil. keadaan baik. Untuk nilai *Rock Mass Rating* (RMR) memiliki nilai sebesar 68 dan tergolong Tipe II, asalkan lereng stabil dan tidak memerlukan penyanggaan.

**Kata Kunci:** Kestabilan Lereng, Klasifikasi Massa Batuan, *Slope Mass Rating*, dan *Rock Mass Rating*

*Abstract* Hative Besar Village has a sloping area with volcanic rock formations. This part of the rock cover has experienced weathering so that it is used by the community for mining purposes. When carrying out mining activities, the quality of the rock mass must be considered because it is an empirical method for predicting the stability of the observed slope. The presence of joints or cracks in the rock will cause instability on the slope. Slope stability is determined using rock mass classification with parameters taken from the compressive strength values of intact rock, RQD, distance between discontinuous planes, discontinuous conditions, and groundwater conditions which represent the rock mass. The research that has been carried out aims to assess the stability of sandstone slopes using the rock mass classification method. The research results show that the *Slope Mass Rating* (SMR) value in the slope formation is distributed according to the correct rock mass type with an SMR value of 75.5 and is classified as Type II which describes a stable rock slope and the slope is in a stable condition. good

*condition. The Rock Mass Rating (RMR) value is 68 and is classified as Type II, as long as the slope is stable and does not require support.*

*Keywords: Slope Stability, Rock Mass Classification, Slope Mass Rating, and Rock Mass Rating*

## I. PENDAHULUAN

Aktivitas penambangan saat ini berhubungan dengan suatu endapan yang dinyatakan ekonomis. Kegiatan penambangan dikatakan ekonomis apabila dapat dinyatakan layak karena nilai NPV positif, nilai IRR lebih besar dari MARR, dan PBP yang lebih kecil dari umur tambang [10].

Proses penggalian yang dilakukan dalam aktivitas penambangan selain membutuhkan biaya dalam pengoperasiannya, dapat juga menimbulkan masalah pada lereng batuan, sehingga kestabilan lereng menjadi terganggu. Kestabilan lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jarak muka airtanah, sudut kemiringan lereng, nilai kuat geser tanah dan jenis batuan lapisan penyusunnya yang memiliki nilai kohesi dan sudut geser dalam yang berbeda [5]. Selain itu, salah satu faktor yang mengganggu kestabilan lereng adalah kehadiran bidang diskontinu yang sewaktu-waktu dapat menyebabkan suatu lereng mengalami longsoran tanpa diketahui waktu yang tepat lereng tersebut akan longsor. Longsor dapat terjadi pada hampir setiap kasus lereng alami atau lereng buatan secara pelan atau tiba-tiba dengan atau tanpa adanya tanda-tanda sebelumnya. Penyebab utama terjadinya keruntuhan lereng adalah meningkatnya tegangan geser, menurunnya kuat geser pada bidang longsor atau keduanya secara simultan [12]. Faktor kestabilan lereng perlu diperhatikan karena lereng yang stabil menyebabkan lereng menjadi aman dan kecil kemungkinan untuk terjadi longsor [11]

Desa Hative Besar memiliki daerah berlereng dengan kondisi batuan yang nampak adalah batuan vulkanik. Batuan vulkanik adalah batuan yang terbentuk dari lava dan piroklastik, dan biasanya ditemukan di sekitar gunung berapi atau lembah vulkanik [3]. Bagian *cover* dari batuan ini telah mengalami pelapukan. Adanya keterdapatan batuan vulkanik tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat untuk ditambang sebagai cara untuk memenuhi kebutuhan ekonomi. Penambangan batuan dapat menambah pendapatan masyarakat terutama penambang akan tetapi tambahan pendapatan tersebut

hanya dapat digunakan untuk biaya hidup kesehariannya, juga pertambangan batuan berakibat pada penurunan kualitas lingkungan [6].

Kegiatan penambangan yang dilakukan pada daerah ini tidak memperhitungkan faktor keamanan demi keselamatan, sehingga sewaktu-waktu dapat terjadi amblesan batuan. Masalah Stabilitas lereng menjadi hal yang penting karena berhubungan dengan kegiatan penambangan [2]. Amblesan batuan tersebut terjadi akibat penambangan yang tidak dilakukan dengan prosedur atau langkah-langkah yang seharusnya.

Kajian mengenai kestabilan lereng batuan vulkanik sangat diperlukan. Dengan kata lain diperlukan pengetahuan tentang massa batuan, termasuk struktur bidang diskontinu dan keterbentukannya. Untuk itu dibutuhkan pemahaman tentang suatu metode empiris mengenai kestabilan lereng. Salah satunya adalah klasifikasi massa batuan. Klasifikasi massa batuan merupakan salah satu metode pendekatan rancangan empiris yang digunakan secara luas di dalam rekayasa batuan. Pengamatan kekuatan massa batuan berdasarkan klasifikasi massa batuan yaitu menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR) [9].

Data RMR yang dibutuhkan untuk menentukan kelas massa batuan diperoleh dari penjumlahan nilai bobot masing-masing parameter RMR, seperti *Unconfined Compressive Strength* (UCS), *Rock Quality Designation* (RQD), spasi bidang diskontinuitas, kondisi bidang diskontinuitas dan kondisi air tanah [13]. Nilai SMR diperoleh dari hasil pembobotan nilai RMR, yang kemudian dijadikan acuan dalam pembobotan SMR sesuai parameter SMR [8].

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana kualitas batuan di lokasi penelitian berdasarkan klasifikasi massa batuan menggunakan metode RMR dan tingkat kestabilan lereng menggunakan metode SMR pada lokasi penambangan pasir hasil pelapukan batuan vulkanik di daerah Hative Besar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kualitas batuan berdasarkan

klasifikasi massa batuan menggunakan metode RMR dan tingkat kestabilan lereng menggunakan metode SMR pada lokasi penambangan pasir hasil pelapukan batuan vulkanik di daerah Hative Besar. Rekomendasi penanganan diperlukan apabila lereng batuan vulkanik mengarah pada ketidakstabilan.

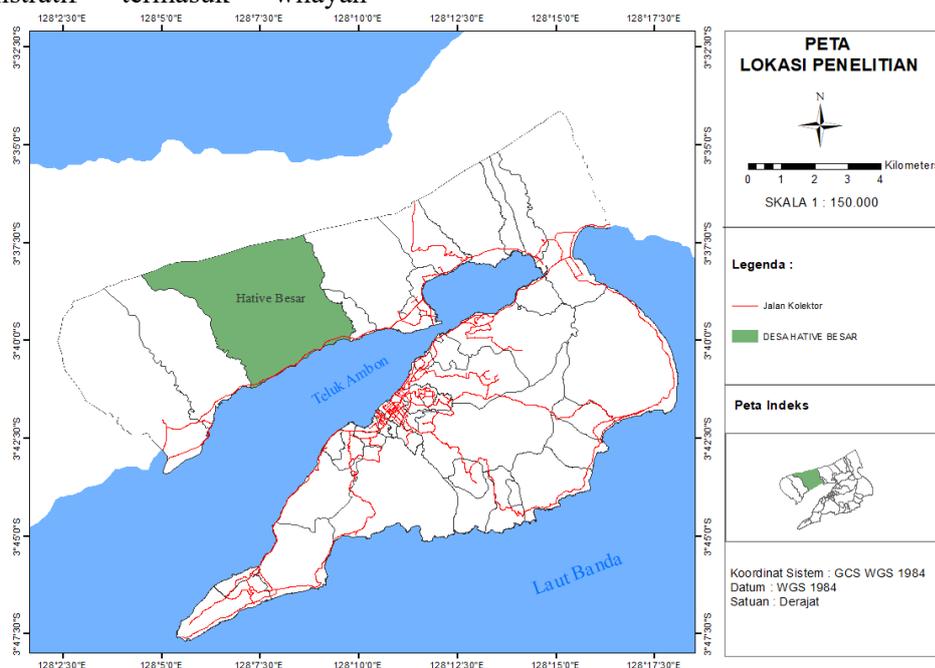
## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan melakukan observasi langsung di lapangan dengan lokasi penelitian berada di daerah Hative Besar yang secara administratif termasuk wilayah

Kecamatan Teluk Ambon, Maluku dengan letak geografis 3°39'02,9" LS dan 128°07'11,2" BT (Gambar 1).

### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kompas geologi, palu geologi, GPS *Handheld*, materan pita 50 m, dan plastik sampel.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sistem klasifikasi massa batuan RMR menggunakan lima parameter, yaitu: (a) kuat tekan uniaksial (*UCS test*), (b) *Rock Quality Designation* (RQD), (c) *joint spacing* atau spasi bidang diskontinu, (d) kondisi bidang diskontinu, dan (e) kondisi dari air tanah. Penentuan nilai RMR menggunakan persamaan:

$$RMR = (a) + (b) + (c) + (d) + (e) \quad (1)$$

Hasil pembobotan dari kelas massa batuan menggunakan RMR dapat dilihat pada tabel 1.

Nilai SMR diperoleh dengan cara menjumlahkan faktor koreksi yang bergantung pada orientasi lereng dan orientasi bidang diskontinuitas dan metode penggalian lereng dengan nilai yang didapatkan dari nilai RMR. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai *Slope Mass Rating*, yaitu:

$$SMR = RMR + (F1 \times F2 \times F3) + F4 \quad (2)$$

Keterangan:

F1 = Hubungan antara arah diskontinuitas ( $\alpha_j$ ) dengan arah *slope* ( $\alpha_s$ )

F2 = Besar *dip* diskontinuitas ( $\beta_j$ ) pada jenis longsor.

F3 = Hubungan antara *dip slope* ( $\beta_s$ ) dan *dip* diskontinuitas ( $\beta_j$ ).

F4 = Tergantung pada metode penggalian lereng (eks kavasi lereng)

Pembobotan orientasi kekar ini untuk pengatur lereng dapat dilihat pada Tabel I dan tabel 2 untuk melihat bobot pengatur F1, F2, dan F3 [11]. Hasil pembobotan kestabilan lereng menggunakan SMR dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 1. Hasil pembobotan klasifikasi massa batuan *Rock Mass Rating* [7, 13]

Profil Massa Batuan	Deskripsi				
	Bobot	100-81	80-61	60-41	40-21
Kelas Massa Batuan	I	II	III	IV	V
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Jelek	Sangat Jelek
Kohesi (KPa)	>400	300-400	200-300	100-200	<100
Sudut geser dalam	>45	35-45	25-35	15-25	<15

Tabel 2. Bobot pengatur F1, F2, dan F3 [8, 11]

Kasus	Kriteria faktor koreksi	Sangat menguntungkan	Menguntungkan	Sedang	Tak menguntungkan	Sangat tak menguntungkan
P	$(\alpha_j - \alpha_s)$					
T	$(\alpha_j - \alpha_s - 180)$	>30°	30°-20°	20°-10°	10°-5°	<5°
W	$(\alpha_j - \alpha_s)$					
P/T/W	$F1 = (1 - \sin A)^2$	0,15	0,4	0,7	0,85	1
P	$(\beta_j)$	<20°	20°-30°	30°-35°	35°-45°	>45°
W	$(\beta_s)$					
P/W	$F2 = \tan^2 \beta_j$	0,15	0,4	0,7	0,85	1
T	$F2 = \tan^2 \beta_j$	1	1	1	1	1
P	$\beta_j - \beta_s$	>10°	10°-0°	0°	0°-(-10°)	<(-10°)
W	$\beta_i - \beta_s$					
T	$\beta_j + \beta_s$	<110°	110°-120°	>120°	-	-
P/W/T	F3	0	-6	-25	-50	-60
	<i>Method of excavation</i>	Alamiah	<i>Pre-splitting</i>	<i>Smooth</i>	Penggalian mekanis	Buruk
	F4	15	10	8	0	-8

Keterangan:

- A = Selisih antara *strike slope* dan *strike discontinuity*
- $\alpha_s$  = *Strike slope*
- $\alpha_j$  = *Strike discontinuity*
- $\beta_s$  = *Dip slope*
- $\beta_j$  = *Dip discontinuity*
- P = *Planar failure*
- T = *Toppling failure*

Tabel 3. Deskripsi kelas *Slope Mass Rating* [8, 11]

Profil massa batuan	Deskripsi				
	Kelas	I	II	III	IV
SMR	81-100	61-80	41-60	21-40	0-20
Deskripsi	Sangat baik	Baik	Sedang	Jelek	Sangat Jelek
Kestabilan	Sangat stabil	Stabil	Stabil sebagian	Tidak stabil	Sangat tidak stabil
Longsoran	Tidak ada	Beberapa blok	Beberapa kekar dengan banyak baji	Bidang atau baji besar	Bidang besar atau seperti tanah
Kemungkinan longsoran	0	0,2	0,4	0,6	0,9

Hasil pembobotan menghasilkan nilai kelas stabilitas lereng dan juga menjelaskan deskripsi massa batuan, longsoran yang dapat terjadi, dan angka kemungkinan terjadi longsor

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Pengambilan dan pengolahan data dari lapangan untuk lokasi lereng batu pasir desa Hative Besar dengan metode Klasifikasi Massa Batuan dengan ketinggian lereng dari permukaan tanah 50 m.

#### 3.1 Kuat Tekan Batuan

Nilai kuat tekan batuan sangat mempengaruhi kemampuan batuan dalam menahan beban. Semakin tinggi nilai kuat tekan menunjukkan kemampuan batuan semakin tinggi dalam menahan beban yang diberikan terhadapnya. Nilai kuat tekan batuan untuk input parameter klasifikasi RMR diperoleh dari estimasi kuat tekan uniaksial (*Uniaxial Compressive Strength*) di lapangan

maupun di laboratorium pada setiap sampel. Estimasi lapangan untuk nilai kuat tekan batuan didasarkan pada Tabel 4.

Pada perhitungan nilai RMR, Perkiraan Kekuatan Contoh Batuan di Lapangan yang membutuhkan beberapa kali pukulan dengan palu geologi untuk pecah seperti tertera pada Tabel 4. Sedangkan untuk parameter kekuatan batuan utuh diberi bobot berdasarkan nilai UCS seperti diperlihatkan pada Tabel 5 dimana kekuatan batuan memiliki bobot 7 yang menandakan batuan membutuhkan beberapa kali pukulan dengan palu geologi hingga batuan tersebut pecah.

Tabel. 4. Perkiraan Kuat Batuan di Lapangan [4]

Kelas*	Pemerian Kelas	UCS (Mpa)	PLI (Mpa)	Perkiraan Kekuatan Contoh Batuan di Lapangan	Contoh Batuan**
R6	Sangat Paling Keras	> 250	0,1	Batuan dapat pecah dengan pukulan palu geologi berulang	fresh basalt, chert, diabaase, gneiss, granite, quartzite
R5	Sangat Keras	100-250	4-10	membutuhkan beberapa kali pukulan dengan palu geologi untuk pecah	amphibolite, sandstone, basalt, gabro, gneiss, granodiorite, limestone, marble, rhyolite, tuff

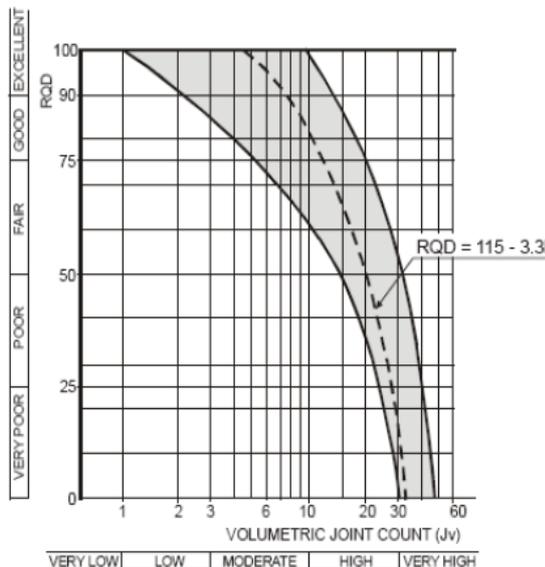
R4	Keras	50-100	2-4	spesimen membutuhkan lebih dari satu pukulan palu geologi untuk pecah	limestone, marble, phyllite, sandstone, schist, shale
R3	Sedang	25-50	1-2	tidak dapat di kerok atau dikuliti dengan pisau lipat, spesimen dapat pecah dengan satu pukulan palu geologi	claystone, coal, concrete, schist, shale, siltstone
R2	Lemah	5-25	***	dapat digores dengan pisau lipat dengan lekukan yang dangkal dibuat oleh pukulan kuat dengan ujung lancip palu geologi	chalk, rocksalt, potash
R1	Sangat Lemah	1-5	***	hancur dibawah pukulan keras dengan ujung lancip palu geologi, dapat digores dengan pisau lipat	sangat lapuk atau jenis batuan alterasi
R0	Sangat Paling Lemah	0,25-1	***	dapat digores atau ditekan dengan kuku ibu jari	mencungkil lempung
* kelas sesuai dengan ISRM (1981)					
** semua jenis batuan mempunyai rentang yang luas dari kuat tekan uniaksial yang mencerminkan heterogenitas dalam komposisi dan anisotropi dalam struktur. Batuan yang kuat ditandai dengan kain kristal juga saling bertautan dan void sedikit					
*** point load indeks tes pada batuan dengan kuat tekan batuan < 25 Mpa mungkin menghasilkan hasil yang tidak bagus.					

Tabel 5. Pembobotan kekuatan material batuan utuh [13]

Deskripsi Kualitatif	UCS (MPa)	PLI (MPa)	Rating
Sangat kuat sekali (exceptionally strong)	>250	>10	15
Sangat kuat (very strong)	100 – 250	4 – 10	12
Kuat (strong)	50 – 100	2 – 4	7
Sedang (average)	25 – 50	1 – 2	4
Lemah (weak)	5 – 25	Penggunaan UCS lebih dianjurkan	2
Sangat lemah (very weak)	1 – 5		1
Sangat lemah sekali (extremely weak)	<1		0

### 3.2 Rock Quality Disgnation (RQD)

Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin besar nilai RQD, maka frekuensi retaknya kecil dan akan berbanding terbalik jika frekuensi retaknya makin banyak, nilai RQD makin kecil.



Gambar 2. Grafik hubungan RQD dan Jv [1]

Tabel 6. Pembobotan *Rock Quality Designation*

RQD (100%)	Nilai
90-100	20
75 – 90	17
50 – 75	13
25 – 50	8
< 25	3

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh Jarak minimal antara kekar adalah 0.16 meter dan jarak maksimal antar kekar adalah 4 meter. Dengan demikian maka nilai RQD jika frekuensi retakan = 2 kekar/meter, maka RQD = 98,2% dan memiliki pembobotan 20 seperti terlihat pada Tabel 6.

### 3.3 Spasi Bidang Diskontinu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lereng batupasir terdapat beberapa bidang diskontinu yang minor maupun yang major dengan spasi antar bidang > 2 m.

### 3.4 Kondisi Bidang Diskontinu

Kondisi bidang diskontinu yang diamati meliputi kemenerusan, pemisahan, kekerasan, material pengisi, dan pelapukan. Kemenerusan dari bidang-bidang diskontinu umumnya berkisar 10-20m. untuk pemisahan, pemisahan rata-rata dari bidang diskontinu adalah <0,1mm yang diisi oleh material yang mengalami pelapukan. Kekerasan pada bidang diskontinu di setiap lokasi rata-rata sedikit kasar. Sedangkan tidak ada materila pengisi, dan pelapukan batuan pada lokasi umumnya segar.

### 3.5 Kondisi Air Tanah

Kondisi air tanah yang menetes mengalir melalui rekahan akan menghasilkan tekanan air pori didalam massa batuan sehingga memperkecil tegangan efektif yang akan mengakibatkan kuat geser mengecil. namun debit air yang menetes kurang dari 1 liter/menit.

### 3.6 Penentuan Orientasi Keluarga Kekar

Orientasi keluarga kekar ini didapatkan dengan memasukkan data yang didapat ke dalam stereonet sehingga dapat diketahui arah umumnya dan banyaknya *joint set* atau keluarga kekar yang ada. Dalam menginterpretasikan dan mengelompokan keluarga diskontinuitas digunakan metode stereografi dengan bantuan program *Dips V.5.1* untuk mengolah data penelitian. Hasil menunjukkan bahwa lereng termasuk dalam Tipe longsoran bidang yaitu syarat pertama bidang gelincir mempunyai *strike* hampir sejajar dengan *strike* lereng, Syarat ke dua  $\psi_f (70^\circ) > \psi_p (31^\circ)$  dan syarat ke tiga  $\psi_p > \phi$ , sehingga lereng tersebut dapat di kategorikan mempunyai pontensi longsoran bidang.

### 3.7 Klasifikasi Massa Batuan Sistem RMR

Dari hasil pemetaan  $RMR_{basic}$  untuk lereng batu pasir kemudian masing-masing parameter dijumlahkan untuk mendapatkan total nilai bobot yang aka digunakan untuk mengklasifikasikan massa batuan tersebut. Totoal bobot RMR batuan adalah 68 yang termasuk dalam Kelas II.

Tabel 7. Pembobotan Klasifikasi Massa Batuan

<b>Kekuatan Massa Batuan</b>	<i>Uniaxial Compressive Strength</i>	> 250 Mpa	100-250 Mpa	<b>50-100 Mpa</b>	25-50 Mpa	5-25 Mpa	1-5 Mpa	< 1 Mpa
Bobot		15	12	<b>7</b>	4	2	1	0
<b>RQD</b>		<b>90-100%</b>		75-90%	50-75%	25-50%		< 25%
Bobot		<b>20</b>		17	13	8		3
<b>Jarak Diskontinuitas</b>		<b>&gt; 2 m</b>	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm		< 60 mm	
Bobot		<b>20</b>	15	10	8		5	
<b>Kondisi Diskontinuitas Kemenerusan Kekar</b>		< 1 m		1 - 3 m	<b>3 - 10 m</b>	10 - 20 m	> 20 m	
Bobot		6		4	<b>2</b>	1	0	
<b>Bukaan Kekar</b>		Tidak ada		<b>&lt; 0.1 mm</b>	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm	
Bobot		6		<b>5</b>	4	1	0	
<b>Kekasaran Kekar</b>		Sangat Kasar		Kasar	Sedikit Kasar	<b>Halus</b>	Slickendided	
Bobot		6		5	3	<b>1</b>	0	
<b>Material Pengisi</b>		Tidak ada		Keras < 5 mm	Keras > 5 mm	<b>Lunak &lt; 5 mm</b>	Lunak > 5 mm	
Bobot		6		4	2	<b>2</b>	0	
<b>Pelapukan</b>		Tidak Lapuk		<b>Sedikit Lapuk</b>	Lapuk	Sangat Lapuk	Hancur	
Bobot		6		<b>5</b>	3	1	0	
<b>Kondisi Airtanah</b>		Kering		Lembab	<b>Basah</b>	Menetes	Mengalir`	
Bobot		15		10	<b>7</b>	4	0	

Tabel 8. Pembobotan Klassifikasi Massa Batuan Sistem RMR Lereng Batu Pasir

Parameter	Besaran/Kondisi	Rating
Kuat tekan batuan (Mpa)	Lebih dari sekali pukulan dengan palu	7
RQD	99,98%	20
Spasi bidang diskontinu	➤ 2 m	20
Kondisi rekahan:		
Kemenerusan		2
Pemisahan		5
Kekerasan		1
Material pengisi		2
Tingkat pelapukan		5
Kondisi air tanah	Basah	7
<b>RMR = a + b + c + d + e</b>	<b>Fair</b>	<b>69</b>

### 3.8 Data Perhitungan Sistem SMR

Untuk memperoleh nilai SMR maka diperlukan data  $RMR_{Basic}$ , dip dan dip direction kekar, dip dan dip direction lereng serta metode penggalian yang dilakukan. Terdapat 4 kekar mayor dan keempat kekar tersebut merupakan satu *joint set*. Untuk kekar mayor 1 nilai dip dan strike adalah  $N54/60^0$  E, kekar mayor 2 adalah  $N45/54^0$  E, kekar mayor 3 adalah  $N41/66^0$  E dan kekar mayor 4 adalah  $N47/57^0$  E dan orientasi joint set adalah  $N47/63^0$  E sedangkan untuk strike dan dip lereng adalah  $N267/72^0$  E.

Untuk setiap kriteria faktor koreksi F1, F2, dan F3, Romana membagi nilai besaran faktor koreksi yang dipakai ke dalam dua jenis kasus yaitu kasus untuk jenis longsoran bidang dan kasus untuk jenis longsoran guling, sedangkan untuk faktor koreksi F4 adalah faktor penyesuaian untuk metode penggalian. Hasil dari analisis dan pembobotan empat parameter adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Pembobotan Kekar Major 1

Parameter	Nilai	Bobot
F1	2.39	1
F2	9.47	0.15
F3	9	-50
F4	Blasting or Mechanical	0

Berdasarkan perhitungan SMR dari persamaan (2), maka hasil pembobotan SMR yaitu:

$$SMR = 69 + (1 \times 0,15 \times (-50)) + 0$$

$$SMR = 61,5.$$

Nilai SMR sebesar 61,5 termasuk dalam Kelas II, jika dideskripsikan dikategorikan lereng dalam kondisi baik dengan tingkat kestabilan yaitu stabil dan kemungkinan terjadinya longsoran berupa beberapa blok.

Penelitian dengan menggunakan metode yang sama pernah dilakukan oleh Primans Esa L. Sitompul, dkk tahun 2022 di bukit Peniraman yang memperoleh nilai  $RMR = 64-66$  dan memiliki kelas baik, serta nilai SMR berada pada kelas II dengan nilai SMR sebesar 61-80 yang memiliki tingkat kestabilan stabil dan kemungkinan terjadi longsoran adalah berupa blok.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dengan menggunakan klasifikasi massa batuan adalah bobot massa batuan dari sistem RMR memperlihatkan keadaan lereng yang baik dengan bobot sebesar 69, deskripsi lereng batuan dalam keadaan baik sehingga untuk lereng tidak diperlukan penanganan seperti memberikan perkuatan atau penyanggaan. Untuk Bobot SMR memiliki nilai sebesar 61.5 dengan klasifikasi kelas II serta deskripsi lereng batuan dalam keadaan baik, namun terdapat kemungkinan terjadinya longsoran bidang berupa blok batuan pada lereng.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arild Palmstrom A. The volumetric joint count - A useful and simple measure of the degree of rock mass jointing. IAEG Congress, New Delhi, 1982. pp. V.221 – V.228, 1982.
- [2] Audah, M. Taufik Toha, dan Djuki Sudarmono. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Slope Mass Rating dan Metode Stereografis pada Pit Berenai PT. Dwinad Nusa Sejahtera (Sumatera Copper and Gold) Kabupaten Musi Rawas Utara Provinsi Sumatera Selatan, JP, vol. 1, no. 5, pp. 36-43, 2017.
- [3] Ayub Aris Pratama, Musri Mawaleda, Adi Tonggiroh, dan Ninasafitri. Studi Geokimia Batuan Vulkanik Daerah Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara, Jurnal Pendidikan Tambusai, vol. 7, no. 1, pp. 3838-3848, 2023, doi: <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i1.5849>
- [4] Evert Hoek, P. K. Kaiser, and W. F. Bawden. *Support of Underground Excavations in Hard Rock*, 1993.
- [5] Evon Seplika Kadang, Tommy Trides, dan Shalaho Dina Devy. Analisis Kestabilan Lereng Low Wall PIT 7 Selatan Blok AM yang dipengaruhi Airtanah di PT. Alamjaya Bara Pratama, Kecamatan Loakulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, vol. 7, no. 1, pp. 15-22, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.30872/jtm.v7i1.2429>

- [6] Hamka Dilapanga, Vecky A. J Masinambow dan George M. V. Kawung. Dampak Pertambangan Batuan Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat di sekitar Kawasan Pertambangan (Desa Kobo kecil dan Desa Bungko), *Jurnal Pembangunan Ekonomi dan Keuangan Daerah*, vol. 24, no. 3, pp. 336-350, 2023, doi: <https://doi.org/10.35794/jpekd.46397.24.3.2023>
- [7] Irwandy Arif. *Geoteknik Tambang Mewujudkan Produksi Tambang yang Berkenanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng*. Bandung: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2016
- [8] Manuel R. Romana. New Adjustment Ratings for Application of Bieniawski Classification to Slopes. *Proceedings of the International Symposium on the Role of Rock Mechanics in Excavations for Mining and Civil Works*, International Society of Rock Mechanics, Zacatecas, 49-53, 1985.
- [9] M. Ridwan, Harjuni Hasan, Agus Winarno, Revia Oktaviani, dan Tommy Trides. Penentuan Kelas Massa Batuan dengan Klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR) pada Formasi Balikpapan dan Pulau Balang di Kota Samarinda, *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, vol. 10, no. 2, pp. 12-17, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.30872/jtm.v10i2.8066>
- [10] Ondo Immanuel Samosir, Tommy Trides, dan Farah Dinna. Analisis Investasi dan Kelayakan Ekonomi pada Kegiatan Penambangan Batubara PT. Pinggan Wahana Pratama Job Site PT. Singlurus Pratama, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, vol. 7, no. 1, pp. 39-49, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.30872/jtm.v7i1.2434>.
- [11] Primans E. L. Sitompul, Budhi Purwoko, dan M. Khalid Syafrianto. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Slope Mass Rating di Bukit Peniraman, *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 9, no. 3, 2022.
- [12] Violetta. G. M. Pangemanan, A. E Turangan, dan O. B. A Sompie. Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland), *Jurnal Sipil Statistik*, vol. 2, no. 1, pp. 37-46, 2014
- [13] Z. T. Bieniawski, 1989. *Engineering rock mass classifications*. New York: Wiley.