

Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Rock Mass Rating (RMR) Untuk Menentukan Faktor Keamanan Daerah Kaibun, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur

Aulia Sandrianti^{1),*}, Dina Sanggrita A.¹⁾, Yunani Andini¹⁾, Panggea Ghiyats Sabrian¹⁾

¹⁾ Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
E-mail: auliasandrianti82@gmail.com

ABSTRAK

Analisis kestabilan lereng merupakan aspek penting dalam perencanaan rekayasa geoteknik, khususnya pada daerah yang memiliki potensi longsor. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menilai kestabilan lereng adalah *Rock Mass Rating* (RMR). RMR adalah sistem klasifikasi batuan yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas massa batuan dan mengidentifikasi potensi masalah kestabilan lereng. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode RMR dalam rangka menentukan faktor keamanan lereng. Data yang digunakan dalam analisis meliputi karakteristik fisik dan mekanik batuan, seperti kuat tekan uniaxial, orientasi dan spasi rekahan, serta kondisi kelembaban dan keberadaan air tanah. Hasil dari perhitungan RMR digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas batuan menjadi beberapa golongan, yang kemudian dihitung faktor keamanan lerengnya. Faktor keamanan ini dihitung dengan menggunakan analisis keseimbangan batas, yang mempertimbangkan gaya penggerak dan gaya penahan pada lereng. Berdasarkan klasifikasi RMR, lereng dengan nilai RMR tinggi (golongan I dan II) menunjukkan kestabilan yang lebih baik dengan faktor keamanan yang lebih besar dari 1,5, sedangkan lereng dengan nilai RMR rendah (golongan IV dan V) membutuhkan perkuatan dan pengelolaan drainase untuk mencegah potensi longsor. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna dalam perencanaan lereng dan mitigasi risiko longsor, dengan memberikan pendekatan yang sistematis dan objektif untuk menentukan faktor keamanan lereng berdasarkan klasifikasi RMR.

Kata kunci: kestabilan lereng, *Rock Mass Rating* (RMR), faktor keamanan, analisis geoteknik, longsor.

ABSTRACT

Slope stability analysis is a crucial aspect in geotechnical engineering, especially in areas prone to landslides. One of the methods commonly used to assess slope stability is the Rock Mass Rating (RMR) system. RMR is a classification system used to evaluate the quality of rock masses and identify potential slope stability issues. This study aims to analyze slope stability using the RMR method to determine the safety factor of slopes. The data used in the analysis include the physical and mechanical properties of the rock, such as uniaxial compressive strength, joint orientation and spacing, as well as moisture conditions and the presence of groundwater. The results of RMR calculations are used to classify the rock mass into several categories, which are then used to calculate the slope's safety factor. The safety factor is determined through limit equilibrium analysis, considering both driving and resisting forces on the slope. Based on the RMR classification, slopes with high RMR values (Class I and II) demonstrate better stability with safety factors greater than 1.5, while slopes with low RMR values (Class IV and V) require reinforcement and proper drainage management to mitigate landslide risks. This study is expected to provide useful information for slope design and landslide risk mitigation, offering a systematic and objective approach to determining slope safety factors based on the RMR classification.

Keyword: slope stability, Rock Mass Rating (RMR), safety factor, geotechnical analysis, landslide.

1. Pendahuluan

Kaibun termasuk dalam cekungan Kutai Basin, salah satu cekungan sedimen terbesar dan paling produktif di Indonesia. Cekungan ini telah berkembang sejak zaman Tersier, sekitar 65 juta tahun yang lalu, hingga sekarang. Wilayah ini didominasi oleh Formasi Balikpapan, Formasi Kampung Baru, dan Formasi Pulubalang yang terbentuk selama zaman Miosen hingga Pliosen. Formasi ini tersusun atas batuan sedimen seperti

batupasir, batulanau, batulempung, serta sisipan batubara. Proses pengendapan terjadi di lingkungan delta hingga laut dangkal yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik dan perubahan muka air laut. Selain itu, struktur geologi seperti sesar dan lipatan juga banyak dijumpai di daerah ini, yang mencerminkan dinamika tektonik yang kompleks di masa lampau. *Rock Mass Rating* (RMR) adalah metode klasifikasi batuan yang digunakan untuk menilai kualitas massa batuan berdasarkan beberapa parameter penting, seperti kekuatan batuan (UCS), kondisi sambungan atau retakan, dan orientasi sambungan. RMR menjadi salah satu sistem klasifikasi yang paling sering digunakan dalam rekayasa geoteknik karena dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kestabilan massa batuan, terutama dalam perencanaan terowongan dan tambang bawah tanah. Sistem ini memungkinkan para insinyur untuk merencanakan metode yang tepat dalam penanganan dan penggalian massa batuan sesuai dengan kategori RMR yang teridentifikasi (Nuraini dkk., 2020).

RQD adalah parameter yang mengukur kualitas batuan berdasarkan panjang *core* yang dapat diperoleh selama pengeboran. RQD dihitung dengan menghitung persentase panjang *core* yang lebih dari 10 cm dari total panjang *core* yang diperoleh. Nilai RQD yang tinggi menunjukkan batuan yang cenderung lebih padat dan kurang terfragmentasi, yang penting untuk perencanaan kestabilan struktur bawah tanah seperti terowongan atau dinding penahan tanah. RQD yang rendah, di sisi lain, sering kali mengindikasikan adanya banyak retakan atau sambungan yang berpotensi menurunkan stabilitas massa batuan (Wulandari, 2018).

Uniaxial Compressive Strength (UCS) adalah parameter yang mengukur kapasitas kekuatan kompresi batuan di bawah beban satu arah. UCS sering digunakan untuk menentukan kekuatan mekanis batuan dalam aplikasi geoteknik. Hasil uji UCS memberikan informasi yang sangat berguna dalam perancangan stabilitas massa batuan pada proyek konstruksi bawah tanah. Pengukuran UCS di laboratorium memberikan data yang diperlukan untuk menentukan kualitas batuan dan membantu dalam analisis desain struktur yang aman, termasuk dalam proyek terowongan atau dasar bangunan (Prasetyo dkk., 2019).

Faktor keamanan dalam geoteknik adalah rasio antara kekuatan atau kapasitas bahan terhadap beban yang diterima. Faktor keamanan yang cukup tinggi menunjukkan bahwa struktur atau massa batuan tersebut memiliki cadangan kekuatan yang cukup untuk menahan beban atau tekanan yang diterima. Dalam rekayasa geoteknik, faktor keamanan digunakan untuk memastikan stabilitas desain terowongan, dinding penahan, dan struktur bawah tanah lainnya. Faktor keamanan yang digunakan dalam desain stabilitas massa batuan harus mempertimbangkan berbagai parameter, seperti RMR, RQD, dan UCS untuk memastikan hasil yang lebih akurat dan aman (Fadillah dkk., 2021).

RMR berperan penting dalam menentukan tingkat stabilitas massa batuan pada proyek geoteknik. Massa batuan dengan nilai RMR tinggi cenderung memiliki kestabilan yang lebih baik, sehingga lebih aman untuk kegiatan konstruksi bawah tanah. Sebaliknya, massa batuan dengan RMR rendah dapat mengindikasikan adanya banyak sambungan dan retakan, yang dapat memperburuk stabilitas. Oleh karena itu, RMR merupakan indikator penting yang harus diperhitungkan dalam desain proyek geoteknik, terutama untuk menjamin keselamatan pekerja dan keberhasilan konstruksi (Nasution dkk., 2020).

RQD yang rendah, di sisi lain, menunjukkan keberadaan sambungan atau retakan yang lebih banyak, yang dapat mengurangi kekuatan mekanis massa batuan tersebut. RQD berperan signifikan dalam menentukan metode perancangan stabilitas terowongan, di mana batuan dengan RQD rendah memerlukan perhatian ekstra dalam penentuan metode penggalian dan pemilihan material penguat (Andriani dkk., 2019).

Hasil uji UCS digunakan untuk mengklasifikasikan batuan ke dalam kategori kekuatan tertentu, yang selanjutnya memengaruhi pemilihan metode pengeboran, alat, dan desain struktur di lapangan. UCS yang lebih tinggi menunjukkan bahwa batuan tersebut dapat menahan tekanan yang lebih besar tanpa mengalami keruntuhan (Kusnadi dkk., 2022).

Faktor keamanan dalam perancangan struktur bawah tanah, seperti terowongan dan lereng pada area pertambangan, sangat dipengaruhi oleh nilai RMR, RQD, dan UCS. Penelitian menunjukkan bahwa dalam perencanaan stabilitas terowongan, analisis faktor keamanan harus mempertimbangkan semua parameter geoteknik yang ada untuk memperoleh desain yang optimal dan aman. Dengan mengetahui kondisi RMR, RQD, dan UCS, para insinyur dapat menghitung faktor keamanan yang lebih tepat, yang mencerminkan kondisi sesungguhnya dari massa batuan (Purnama dkk., 2021).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR) untuk menganalisis kestabilan lereng serta menentukan faktor keamanan lereng di Daerah Kaibun, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. Metodologi yang digunakan terdiri dari beberapa tahapan, yaitu kajian literatur, pengumpulan data lapangan dengan *Schmidt Hammer*, dan analisis data untuk penentuan faktor keamanan lereng. Kajian literatur dilakukan

untuk memahami konsep, parameter, dan aplikasi metode RMR dalam analisis kestabilan lereng. Literatur yang diacu mencakup penelitian terdahulu tentang klasifikasi massa batuan, kestabilan lereng, serta faktor-faktor yang memengaruhi kestabilan lereng di area berbatu dengan diskontinuitas yang jelas. Literatur ini juga digunakan untuk memverifikasi parameter RMR yang cocok untuk kondisi geologi di area penelitian, termasuk standar penilaian yang dikembangkan oleh Bieniawski (1989).

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data lapangan dilakukan untuk memperoleh nilai kekuatan batuan dan karakteristik diskontinuitas pada lereng yang diteliti. Salah satu alat utama yang digunakan adalah Schmidt Hammer, yang berguna untuk mengukur nilai kekuatan tekan (rebound) batuan di lapangan. Pengukuran ini dilakukan pada beberapa titik di area lereng untuk mendapatkan distribusi kekuatan batuan yang representatif. Nilai rebound dari Schmidt Hammer digunakan sebagai data untuk penilaian kekuatan batuan dalam parameter RMR. Selain itu, data lain yang diambil di lapangan meliputi:

- Orientasi diskontinuitas (strike dan dip) untuk menentukan pengaruh struktur terhadap kestabilan lereng.
- Kondisi kekar (jarak antar kekar, bukaan, isian, dan kekasaran permukaan) yang digunakan dalam penilaian RMR.
- Derajat pelapukan batuan untuk mengklasifikasikan kekuatan dan kualitas massa batuan yang dapat memengaruhi kestabilan lereng.

B. Penentuan Kategori Kuat Tekan Material Lereng

Penentuan kategori ini dilakukan dengan menguji kekuatan batuan atau material pada lereng dengan memukul batuan menggunakan palu geologi. Reaksi batuan atau material terhadap pemukulan menggunakan palu geologi tersebut menjadi dasar penggolongan kuat tekan melalui estimasi kekuatan pada table *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) menurut Brown, 1981.

Tabel 1. *Uniaxial Compressive Strength* (UCS)

Kelas Batuan	Kuat Tekan Uniaxial (UCS, MPa)	Estimasi Kekuatan
Sangat Kuat	> 250	Tidak bisa dihancurkan dengan palu tangan
Kuat	100 – 250	Sulit dihancurkan, memerlukan banyak pukulan palu
Sedang	50 – 100	Bisa dihancurkan dengan beberapa pukulan palu
Lemah	25 – 50	Mudah dihancurkan dengan palu
Sangat Lemah	< 25	Dapat dihancurkan dengan tangan

(Brown, 1981)

C. Penentuan nilai RQD

Nilai RQD (*Rock Quality Designation*) adalah suatu parameter yang digunakan untuk menggambarkan kualitas batuan. Penentuan nilai RQD ini dilakukan dengan metode perhitungan menggunakan rumus $RQD=100 \times (0,1\lambda+1)e^{-0,1(\lambda)}$

D. Penentuan *Rock Mass Rating* (RMR)

Berdasarkan data *Schmidt Hammer* dan parameter lapangan lainnya, nilai RMR dihitung untuk mengklasifikasikan massa batuan di lokasi penelitian. Penilaian RMR dilakukan dengan menjumlahkan skor dari kekuatan batuan, orientasi dan kondisi kekar, derajat pelapukan, serta beberapa parameter lain yang relevan. Nilai RMR ini membantu mengidentifikasi kualitas massa batuan dan risiko ketidakstabilan dasar pada lereng.

Tabel 2. Parameter *Rock Mass Rating*

Parameter		Selang nilai					Untuk nilai yang		
1	kekuatan batuan	Indek kekuatan	> 10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	kecil dipakai UCS		
	Utuh	Point Load(Mpa)	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50			< 1
		Kuat tekan Uniaxial(Mpa)							
Pembobotan			15	12	7	4	2	1	0
2	RQD (%)		90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
	Pembobotan			20	17	13	8	3	
3	spasi rekahan		> 2 m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Pembobotan			20	15	10	8	5	
4	Kondisi rekahan		permukaan sangat kasar tidak menerus, tidak renggang, tidak lapuk	Agak kasar renggangan < 1 mm, Agak lapuk	Agak Kasar, renggangan < 1 mm, sangat kasar	Slickenside/gange < 5 mm, renggangan 1-5 mm, menerus	Gange lemah, tebal > 5 mm, menerus		
	Pembobotan			30	25	20	10	0	
5	Air tanah	aliran/ 10 m panjang terowongan(L/min)	tidak ada	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		Tekanan pori	0	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		Teg.Utama max							
		Kedaaan umum	Kering	lembab	Basah	Menetes	Mengalir		
Pembobotan			15	10	7	4	0		

(Bieniawski, 1989)

Tabel 3. Pembobotan Rock Mass Rating

Pembobotan	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	> 21
Nomer kelas	I	II	III	IV	V
pemerian	Sangat baik	Baik	Sedang	Jelek	Sangat jelek

(Bieniawski, 1989)

E. Penentuan Nilai Faktor Keamanan Lereng

Penentuan faktor keamanan lereng digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng yang di uji. Faktor keamanan didefinisikan sebagai rasio antara gaya penahan dan gaya penggerak. Analisis faktor kemaan ini menggunakan metode analisis kestabilan lereng menggunakan *software slide* 6.0. Nilai FK yang didapatkan akan digunakan untuk menentukan Tingkat keparahan longsor dengan menggunakan acuan berupa klasifikasi lereng berdasarkan KepMen ESDM No. 1827K/30/MEM/2018

Tabel 4. Klasifikasi lereng berdasarkan KepMen ESDM No. 1827K/30/MEM/2018

Jenis Lereng	Keparahan Longsor (Consequence of Failure/CoF)	Faktor Keamanan (FK) Statis (min)	Faktor Keamanan (FK) Dinamis (min)	Probabilitas Longsor (Probability of Failure, PoF)
Lereng Tunggal	Rendah s.d. Tinggi	1.1	Tidak ada	25% - 50%
Lereng Inter-Ramp	Rendah	1.15 - 1.2	1.0	25%
	Menengah	1.2 - 1.3	1.0	20%
	Tinggi	1.2 - 1.3	1.1	10%
	Rendah	1.2 - 1.3	1.0	15% - 20%
Lereng Keseluruhan	Menengah	1.3 - 1.5	1.05	10%
	Menengah	1.3 - 1.5	1.05	10%
	Tinggi	1.3 - 1.5	1.1	5%

F. Analisis dan Interpretasi Data

Hasil dari nilai RMR dianalisis untuk mengidentifikasi kesimpulan kestabilan lereng di area penelitian. Dengan membandingkan data lapangan dan hasil literatur, kesimpulan dapat dibuat mengenai kondisi

kestabilan lereng atau factor keamanan lereng serta rekomendasi sudut kemiringan lereng berdasarkan golongan bobot RMR yang telah dianalisis pada lereng.

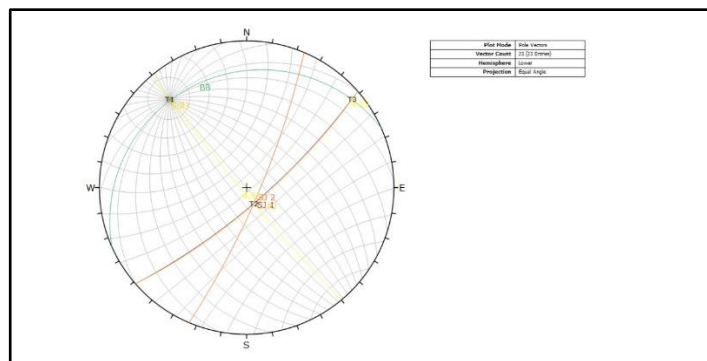
3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 4. Hasil Pengukuran

No	Strike	Dip	Dip Direction	Spasi kekar (cm)	Tebal kekar (cm)	Pengisi	Kekasaran	Pelapukan	Kelembapan	Kemenerusan
1	45°	83°	135	10	0.5	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
2	50°	70°	140	50	0.3	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
3	340°	36	70	40	1	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
4	45°	84	135	10	1	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
5	15°	88°	105	90	1	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
6	325°	34°	144	10	0.8	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
7	301°	25°	31	50	0.9	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
8	25°	80°	115	50	1	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
9	60°	30°	150	70	0.5	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
10	85°	25°	175	50	0.6	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
11	95°	60°	185	40	2	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
12	285°	35°	15	90	0.3	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
13	50°	80°	140	50	0.3	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
14	265°	34°	355	40	0.5	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
15	70°	85°	160	50	0.5	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
16	20°	80°	110	30	0.3	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
17	25°	70°	115	20	0.7	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
18	115°	23°	245	90	0.5	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
19	50°	70°	140	70	1	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
20	50°	43°	140	85	0.3	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
21	45°	70°	135	90	0.2	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
22	51°	85°	141	30	0.2	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus
23	120°	39°	210	90	0.2	Tidak ada	Agak Kasar	Sangat Lapuk	Lembab	Tidak Menerus

Setelah dilakukan pengumpulan data di lapangan didapatkan tabel hasil pengukuran seperti pada tabel 4. Dimana terdapat 23 data kekar yang diperoleh dari lereng dengan Panjang scanline atau area terukur yaitu 30 m. Kemudian pada data scanline ini dilakukan analisis penentuan jenis longsor menggunakan *software* dips dengan menginput seluruh data kekar yang ada kemudian menginterpretasi hasil sketsa dips untuk mengetahui jenis longsor, lalu dilakukan analisis penentuan nilai UCS dan RQD pada data scanline melalui metode perhitungan. Selanjutnya, berdasarkan data data yang telah diperoleh ditentukanlah hasil analisis RMR dengan menggunakan acuan tabel analisis kelas RMR yang diciptakan oleh Bianawski, 1989. Kemudian, dilakukan pula analisis nilai faktor keamanan lereng dengan mengolah data lereng menggunakan *software slide 6.0*, hasil desain lereng menggunakan *slide 6.0* kemudian dianalisis dengan menggunakan acuan tabel klasifikasi lereng berdasarkan Keputusan Menteri nomor 1827 K/30/MEM/2018. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Brown (1981) juga mendalami hal serupa, dengan menghubungkan hasil uji RMR dengan perhitungan faktor keamanan dalam proyek rekayasa geoteknik, khususnya pada terowongan dan lereng tambang. Brown menyimpulkan bahwa penerapan sistem klasifikasi seperti RMR digunakan untuk memperkirakan kestabilan massa batuan dan menentukan perlunya perkuatan atau perubahan desain berdasarkan analisis faktor keamanan yang didapatkan.

A. Hasil Penentuan Jenis Longsoran



Gambar 1. Analisis jenis longsoran

Berdasarkan hasil analisis jenis longsoran menggunakan *software* dips dengan memasukkan data kekar yang telah diukur, didapatkan hasil jenis longsoran merupakan longsor baji, karena pada diagram dips yang telah dibuat terdapat perpotongan antara dua bidang kekar yang mengarah kebawah. Dua bidang kekar tersebut ditandai dengan kode garis berupa SJ1 dan SJ2. Longsoran baji merupakan salah satu jenis longsoran pada lereng yang terjadi ketika dua bidang rekahan (*discontinuity*) atau bidang kelemahan di dalam batuan berpotongan, membentuk suatu bidang gelincir berbentuk baji (*wedge*). Longsoran ini biasanya terjadi pada lereng batuan akibat gaya gravitasi, beban tambahan, atau kondisi hidrogeologis yang tidak stabil.

B. Hasil Penentuan Nilai UCS

Berdasarkan hasil uji pemukulan pada material lereng berupa batupasir didapatkan hasil bahwa untuk mendapatkan rekahan pada material dibutuhkan 1 kali pemukulan pada material menggunakan palu geologi. Maka, berdasarkan tabel *Uniaxial Compressive Strength* menurut Brown, 1981 hasil uji ini dikategorikan sebagai material dengan kekuatan sedang dengan nilai UCS diestimasikan sebesar 25-50 MPa, karna membutuhkan satu kali pemukulan pada material untuk mendapatkan rekahan.

C. Hasil Penentuan Nilai RQD

Berdasarkan hasil perhitungan RQD menggunakan rumus $RQD=100 \times (0,1\lambda+1)e^{-0,1(\lambda)}$, dengan λ merupakan jumlah dari kekar pada scanline sebanyak 23 data kekar. Didapatkan nilai RQD pada scanline berdasarkan perhitungan tersebut sebesar 52.

D. Hasil Analisis *Rock Mass Rating* (RMR)

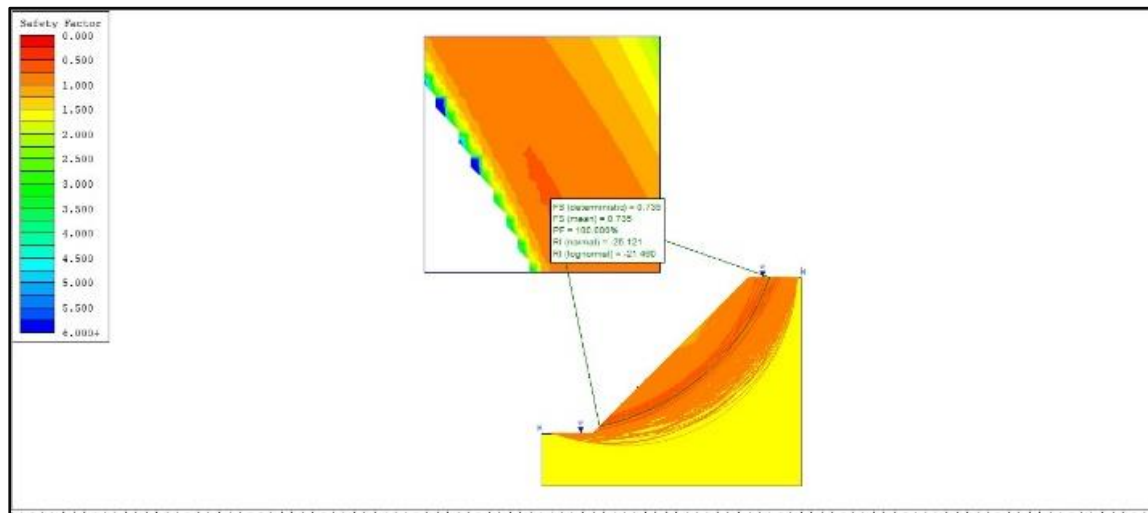
Tabel 5. Hasil analisis RMR

RMR	Bobot	Nilai
UCS	4	25-50
RQD	3	50-75
Spasi Rekahan	10	60-200 cm
Kondisi Rekahan	18	
Air Tanah	10	Lembab
Total	45	Golongan III (sedang)
Sudut Geser		35-45
Panjang Scanline 30 Meter		

Berdasarkan hasil analisis RMR pada lereng didapatkan setiap parameter memiliki bobot penilaian pada tabel RMR menurut bienawski, 1989. Nilai Parameter pada lereng yaitu nilai UCS memiliki bobot 45, nilai RQD memiliki bobot 3, Kondisi spasi rekahan memiliki bobot 18, dan kondisi air tanah memiliki bobot 18, dengan total pembobotan RMR pada lereng sebesar 45. Maka dapat disimpulkan dari nilai pembobotan tersebut

lereng yang dianalisis dikategorikan sebagai lereng dengan golongan III dengan kualitas lereng yang dikategorikan sedang.

E. Hasil Penentuan Nilai Faktor Keamanan Lereng



Gambar 2. Hasil analisis Kestabilan Lereng

Berdasarkan hasil desain lereng tunggal yang dibuat dengan litologi berupa batupasir serta dengan sudut kemiringan lereng sebesar 45° , desain lereng tunggal ini dibuat dengan menambahkan parameter muka air laut, parameter nilai kohesi sebesar 35 kN/m^2 , sudut geser dalam sebesar 30 kN/m^2 , beban terdistribusi sebesar 45° dan parameter beban seismik sebesar $0,07$ didapatkan nilai faktor keamanan lereng sebesar $0,640$. Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No. 1827 tahun 2018, jika nilai faktor keamanan berada dibawah $1,1$ seperti pada desai lereng yang dianalisis, maka lereng tersebut dikategorikan memiliki tingkat keparahan longsor yang tinggi dengan probabilitas longsor sebesar sebesar 100% . Nilai FK dipengaruhi oleh properti mekanik batuan yang dievaluasi melalui RMR. Batuan dengan nilai RMR tinggi (massa batuan berkualitas baik) cenderung memiliki FK yang lebih besar, menunjukkan lereng yang stabil. Sebaliknya, nilai RMR rendah (massa batuan berkualitas buruk) biasanya menghasilkan FK yang lebih kecil, menandakan potensi ketidakstabilan lereng.

Nilai RMR yang tinggi namun disertai dengan nilai FK yang rendah dapat terjadi karena beberapa faktor yang memengaruhi kestabilan lereng secara keseluruhan. Meskipun RMR menunjukkan kualitas massa batuan yang baik, ada aspek lain yang dapat menurunkan nilai FK, seperti geometri lereng, beban tambahan, atau pengaruh eksternal. Dalam kasus penelitian ini nilai FK menjadi rendah karena kemiringan lereng yang terlalu curam, geometri lereng menjadi berpengaruh meskipun pada analisis RMR, lereng dikategorikan sebagai lereng sedang dengan nilai RMR yang baik. Hal ini terjadi pada beberapa kasus salah satunya pada penelitian Pengaruh Rock Mass Rating Terhadap Tingkat Kestabilan Lereng Pada Pt. Holcim Indonesia Unit Narogong oleh Nainggolan, dkk, 2020 dimana terdapat variasi nilai FK pada beberapa lereng dengan nilai RMR yang sama atau stabil. Hal ini menunjukkan bahwa nilai FK tidak selalu berbanding lurus dengan nilai RMR.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis didapatkan lereng dengan golongan III kategori kualitas massa batuan yang sedang. Sehingga lereng ini dianggap memiliki stabilitas yang aman, Pada lereng dengan RMR golongan III (dengan nilai RMR antara 41 hingga 60), faktor keamanan (FK) lereng sangat dipengaruhi oleh kondisi geoteknik batuan dan struktur rekahan di dalamnya. Batuan pada golongan III memiliki kualitas sedang, di mana terdapat beberapa rekahan atau bidang kelemahan, tetapi secara umum masih cukup solid untuk mempertahankan kestabilan lereng. Faktor keamanan lereng di golongan ini biasanya berada dalam kisaran $1,5$ hingga $2,0$ dan lereng yang dianalisis dianggap memiliki faktor keamanan yang tinggi karena memiliki nilai sudut kemiringan dibawah 50° yaitu sebesar 45° , besaran sudut ini merupakan besaran sudut yang direkomendasikan pada jenis lereng dengan nilai RMR golongan III. Berdasarkan hasil analisis Faktor Keamanan lereng menggunakan slide, didapatkan nilai faktor keamanan lereng sebesar $0,640$. Berdasarkan

Keputusan Menteri ESDM No. 1827 tahun 2018, jika nilai faktor keamanan berada dibawah 1,1 seperti pada desai lereng yang dianalisis, maka lereng tersebut dikategorikan memiliki tingkat keparahan longsor yang tinggi. Hal ini terjadi karena nilai FK menjadi rendah karena kemiringan lereng yang terlalu curam, geometri lereng menjadi berpengaruh meskipun pada analisis RMR, lereng dikategorikan sebagai lereng sedang dengan nilai RMR yang baik.

5. Daftar Pustaka

- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications: A complete manual for engineers and geologists*. Wiley.
- Brown, E. T. (1981). *Rock mechanics for underground mining*. Springer.
- Fadillah, A., Setiawan, A., & Ramadhan, H. (2021). Evaluasi Faktor Keamanan dalam Perancangan Stabilitas Lereng Berdasarkan Parameter Geoteknik. *Jurnal Rekayasa Geoteknik*, 18(1), 67-79.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2018). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Umum Pengelolaan Sumber Daya Alam Geologi*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Kusnadi, M., Setiawan, B., & Nurul, H. (2022). Pemanfaatan UCS dalam Klasifikasi Kekuatan Batuan untuk Rekayasa Konstruksi Geoteknik. *Jurnal Teknik Geologi*, 17(2), 112-120.
- Nainggolan, A. dkk. (2020). Pengaruh Rock Mass Rating Terhadap Tingkat Kestabilan Lereng Pada Pt. Holcim Indonesia Unit Narogong. Universitas Padjajaran. Bandung.4 (1), 35-41.
- Nasution, F., & Rahman, A. (2020). Analisis Pengaruh RMR terhadap Stabilitas Massa Batuan pada Proyek Terowongan. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Batuan*, 15(2), 134-145.
- Nuraini, R., Suyanto, E., & Rahman, A. (2020). Penerapan Sistem Klasifikasi RMR untuk Analisis Stabilitas Terowongan. *Jurnal Geoteknik Indonesia*, 9(1), 45-58.
- Purnama, R., Setiawan, M., & Yuliana, S. (2021). Hubungan antara Parameter Geoteknik dan Faktor Keamanan dalam Analisis Stabilitas Terowongan. *Jurnal Rekayasa Geoteknik*,
- Wulandari, A. (2018). *Pengaruh nilai RQD terhadap kestabilan massa batuan pada perencanaan struktur bawah tanah*. *Jurnal Teknik Geologi*, 14(2), 101-115.