
Kestabilan Lereng Batu Gamping Berdasarkan Klasifikasi Massa Batuan

Limestone Slope Stability Based on Rock Mass Classification

Salma Naysila¹, Noor Dhani² dan L.M Hilman Kurnia³

Program Studi Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik

Universitas Dayanu Ikhsanuddin

Jln. Sultan Dayanu Ikhsanuddin No. 124 (0402) 21327

E-Mail : Salmanaysila11@gmail.com¹⁾ noordhanitech@gmail.com²⁾ laodehilman@unidayan.ac.id³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini membahas kestabilan lereng yang terbuat dari batu gamping, yang merupakan batuan sedimen tersusun oleh CaCO_3 (kalsium karbonat) dari organisme laut yang telah mati. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kelas massa batuan di daerah penelitian melalui pengklasifikasian massa batuan serta menganalisis kestabilan lereng. Metode yang digunakan meliputi pendekatan kuantitatif untuk data matematis dan kualitatif untuk analisis mendalam, dengan pengumpulan data dilakukan melalui peninjauan lapangan. Hasil penelitian menunjukkan panjang discontinuitas 1 m dengan bobot 6, jarak antar permukaan discontinuitas 5 mm dengan bobot 0, tingkat kekasaran discontinuitas sedikit kasar dengan bobot 3, dan tingkat kelapukan sedang dengan bobot 3. Dari jumlah pembobotan, diperoleh nilai total 18, yang menunjukkan kelas massa batuan berdasarkan metode Rock Mass Rating (RMR) tergolong baik dengan bobot 78, dalam rentang 61-80. Analisis kestabilan lereng menunjukkan tinggi lereng 5 m, sudut kemiringan 85° , dan nilai Faktor Keselamatan (FK) 3.887, menandakan bahwa lereng berada dalam kondisi relatif stabil dan jarang terjadi longsor.

Kata kunci: Kestabilan Lereng, Batu Gamping, Metode Rock Mass Rating

ABSTRACT

This study discusses the stability of slopes made from limestone, which is a sedimentary rock composed of CaCO_3 (calcium carbonate) from dead marine organisms. The objective of the research is to determine the rock mass class in the study area through the classification of rock mass and to analyze slope stability. The methods used include a quantitative approach for mathematical data and a qualitative approach for in-depth analysis, with data collection carried out through field surveys. The research results indicate a discontinuity length of 1 m with a weight of 6, a distance between discontinuity surfaces of 5 mm with a weight of 0, a slight roughness of discontinuity with a weight of 3, and a medium weathering level with a weight of 3. From the total weighting, a value of 18 was obtained, indicating that the rock mass class based on the Rock Mass Rating (RMR) method is classified as good with a weight of 78, falling within the range of 61-80. The slope stability analysis shows a slope height of 5 m, a slope angle of 85° , and a Safety Factor (SF) of 3.887, indicating that the slope is in a relatively stable condition and landslides are rare.

Keywords: Slope Stability, Limestone, Rock Mass Rating Method

PENDAHULUAN

Dalam suatu lereng, untuk menganalisis stabilitas lereng baik buatan maupun alami, terdapat faktor-faktor yang berpengaruh sebagai gaya penahan dan gaya penggerak. Penelitian ini membahas kestabilan lereng yang terbuat dari batu gamping, yang merupakan batuan sedimen yang terdiri dari mineral kalsit (kalsium karbonat). Batu gamping memiliki tekstur dan struktur yang beraneka ragam serta memberikan informasi penting tentang lingkungan laut purba dan evolusi organisme laut. Proses pembentukannya dapat terjadi secara insitu dari larutan yang mengalami proses kimia atau biokimia, atau melalui transportasi mekanik dan pengendapan.

Batu gamping merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan dalam sektor industri dan konstruksi, seperti bahan bangunan dan bahan baku industri semen. Batu gamping dapat terbentuk secara organik, mekanik, atau kimia. Di daerah desa Boneoge terdapat sebaran batu gamping yang bervariasi tergantung dari morfologi dan sebarannya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kelas massa batuan di daerah penelitian melalui pengklasifikasian massa batuan menggunakan metode Rock Mass Rating (RMR).

Pengklasifikasian massa batuan merupakan elemen kunci dalam memastikan kestabilan lereng dan kesuksesan proyek. Dengan memahami karakteristik batuan yang ada, solusi yang aman, efisien, dan ramah lingkungan dapat dirancang. Tujuan ini mencakup identifikasi risiko, pengembangan desain yang sesuai, pengelolaan biaya dan waktu, perlindungan lingkungan, perencanaan mitigasi bencana, serta pemeliharaan berkelanjutan. Dengan demikian, klasifikasi massa batuan menjadi dasar yang penting untuk merancang dan melaksanakan proyek dengan aman dan berkelanjutan.

Metode Rock Mass Rating (RMR) diusulkan oleh Bieniawski (1979) dan digunakan untuk menentukan kualitas massa batuan. Metode ini telah dikenal luas dan diaplikasikan pada berbagai keadaan dan lokasi seperti tambang, terowongan, dan kestabilan pondasi. Metode ini terus berkembang seiring dengan studi kasus yang tersedia dan disesuaikan dengan standar internasional (Bieniawski, 1997).

Kuat tekan batuan adalah kekuatan batuan untuk menahan gaya hingga pecah, yang terkait dengan ikatan antar mineral dan tingkat sementasi. Rock Quality Designation (RQD)

adalah sistem klasifikasi massa batuan tertua yang masih digunakan hingga kini. Jarak diskontinuitas mencakup ketidakmenerusan massa batuan, seperti kekar dan bidang lemah lainnya. Kondisi kekar dapat dilihat berdasarkan pengamatan beberapa parameter, sedangkan kondisi air tanah pada kekar ditentukan dari penelitian langsung yang mengalir pada lereng.

METODE PENELITIAN

Untuk mencapai wilayah penelitian, dapat ditempuh melalui jalur darat maupun laut. Perjalanan dari Baubau menuju lokasi penelitian dilakukan menggunakan transportasi laut melalui Pelabuhan Murhum Baubau dengan waktu tempuh \pm 30 menit untuk sampai di Pelabuhan Wamengkoli. Setelah tiba di Pelabuhan Wamengkoli, perjalanan dilanjutkan dengan menggunakan kendaraan motor selama 25 menit untuk sampai di lokasi penelitian di desa Boneoge dengan jarak 14 km.

Penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif, karena dalam penelitian nantinya akan menggunakan data yang bersifat matematis dan teknik analisis mendalam.

- a. Tahapan penelitian dilakukan untuk mempersiapkan studi literatur dari jurnal dan website sebagai bahan pendukung dan referensi. Tahap studi literatur merupakan kegiatan awal sebelum melakukan penelitian. Pada tahap ini dilakukan kajian pustaka sebagai pendukung kegiatan penelitian yang bersifat teoritis.
- b. Orientasi lapangan dilakukan dengan melakukan peninjauan langsung untuk mengamati keadaan daerah yang akan diteliti.

Tahap pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup data sekunder dan data primer. Data sekunder adalah data yang dikumpulkan dari literatur dan referensi terkait, sedangkan data primer diperoleh dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan oleh penulis. Penulis menggunakan jarak 10 m untuk bentangan scanline karena jarak ini sering digunakan sebagai standar dalam praktik lapangan, menawarkan keseimbangan antara akurasi dan efisiensi, serta praktis untuk diukur. Penulis mengambil data dengan dua cara:

- a. Data primer diperoleh dari peninjauan lokasi, berupa bukaan atau bidang diskontinu, RQD, dan jenis batuan.
- b. Data sekunder didapat dengan

menghubungkan jurnal karya ilmiah terkait dengan objek penelitian mengenai kuat tekan batuan.

Tahap Pengolahan Data

1. Pengukuran bidang diskontinu dengan bentangan scanline 10 meter.
2. Pengambilan sampel pada dinding singkapan untuk dilakukan uji sampel di laboratorium menggunakan alat Point Compression Machine 2000 KN untuk mendapatkan nilai tekanan pada sampel.
3. Pengukuran RQD dengan mengamati jumlah bidang diskontinu per meter pada scanline.
4. Pengukuran jarak antar bidang diskontinu.
5. Pengukuran panjang bidang diskontinu, pemisahan bukaan, kekerasan, isian, pelapukan, dan kondisi air pada singkapan.
6. Melakukan pembobotan parameter RMR untuk mendapatkan nilai kelas massa batuan.

Tahap Analisis Data

1. Analisis Laboratorium

Pengujian kuat tekan batuan dilakukan dengan tahapan berikut:

- a. Menyiapkan sampel sebanyak 2 (dua) yang diperoleh dari lokasi penelitian, dibentuk menggunakan alat gerinda dengan diameter masing-masing 50 mm untuk memudahkan pengujian di laboratorium.
 - b. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium Teknik Sipil dengan menggunakan alat Point Compression Machine 2000 KN.
 - c. Sampel dimasukkan ke dalam alat Point Compression Machine 2000 KN, diletakkan di antara conus bawah dan conus atas, kemudian dilakukan pemompaan dengan memanfaatkan tekanan udara dari pompa hidrolik, sehingga sampel mengalami retakan dan pada akhirnya pecah.
 - d. Melakukan pembacaan hasil pengujian kuat tekan pada sampel yang telah pecah.
2. Perhitungan

Untuk mendapatkan kelas massa batuan dengan metode Rock Mass Rating, diolah dari pengukuran bidang diskontinu, yaitu UCS, RQD, jarak antar bukaan atau bidang diskontinu, kondisi bukaan atau bidang diskontinu, serta kondisi air tanah. Setelah mendapatkan kelima parameter tersebut, dilakukan pembobotan terhadap parameter dan data sekunder dari jurnal penelitian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data Rock Mass Rating

Sebelum melakukan analisis terhadap kelas massa batuan, dilakukan pengumpulan data di

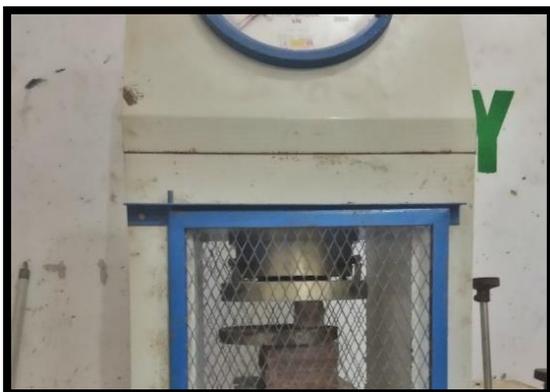
lapangan berupa data Rock Mass Rating dari pengukuran bidang diskontinu dengan panjang scanline 10 meter. Daerah penelitian memiliki jenis batuan batugamping, sehingga kekar pada singkapan sulit diidentifikasi. Penelitian ini berfokus pada pengukuran bidang diskontinu yang terbentuk akibat pelarutan, di mana pengukuran dilakukan dengan bentangan scanline 10 meter, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengukuran Bentangan Scanline

Uji Kuat Tekan Batuan

Pengujian kuat tekan batuan dilakukan menggunakan Point Compression Machine 2000 KN untuk menentukan kualitas massa batuan di lokasi penelitian. Dua sampel diambil, dipotong, dan dirapikan secara manual dengan mesin gerinda agar memiliki ukuran yang konsisten. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Sampel 1 memiliki nilai Unconfined Compressive Strength (UCS) sebesar 425,27 MPa, sementara Sampel 2 memiliki nilai UCS sebesar 347,99 MPa. Informasi mengenai ukuran sampel dapat dilihat dalam Tabel 4.1, dan data ini penting untuk memahami karakteristik mekanis batuan serta stabilitasnya dalam konteks rekayasa dan konstruksi. Gambar 2 menunjukkan proses pengujian, menggambarkan pengaturan mesin dan posisi sampel. Hasil ini menegaskan bahwa kualitas massa batuan bervariasi dan harus diperhatikan dalam perencanaan proyek konstruksi di area tersebut.



Gambar 2 Pengujian Kuat Tekan Batuan



Gambar 3 Sampel 1 dan Sampel 2 Hasil Uji UCS

Tabel 1 Ukuran Sampel 1 dan Sampel 2

NO	Sampel	W1	W2	D
1	Sampel 1	50 mm	50 mm	50 mm
2	Sampel 2	50 mm	50 mm	50 mm

Dari data di atas terdapat 2 sampel batuan yaitu W1 merupakan panjang sampel, W2 merupakan lebar sampel dan D merupakan jarak antar conus batuan, selanjutnya dicari nilai tekan berdasarkan Uniconfined Compressive Strenght (UCS). Maka pengolahan data yang telah dilakukan nilai UCS rata-rata dari ke 2 sampel batuan tersebut adalah ebagai berikut :

a. Sampel 1

$$De^2 = p \times l \times t \times w \times d$$

$$F = \left(\frac{d}{50}\right)^{0,45}$$

$$I_s = F \frac{p}{D_2}$$

$$\sigma_c = 23 \times I_s$$

Diketahui :

$$W1 = 50 \text{ mm}$$

$$W2 = 50 \text{ mm}$$

$$W = 50$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$P = 55000 \text{ N}$$

Penyelesaian :

$$\bullet De^2 = p \times l \times t \times w \times d$$

$$De^2 = 125\,000 \times 50 \times 50$$

$$De^2 = 3125,00 \text{ mm}$$

$$De = \sqrt{3125,00}$$

$$De = 55,901 \text{ mm}$$

$$\bullet F = \left(\frac{d}{50}\right)^{0,45}$$

$$F = \left(\frac{55,901}{50}\right)^{0,45}$$

$$F = 1,051$$

$$\bullet I_s = F \frac{p}{De^2}$$

$$I_s = 1,051 \frac{55000}{3125,00}$$

$$I_s = 18,49 \text{ Mpa}$$

$$\bullet \sigma_c = 23 \times I_s$$

$$\sigma_c = 23 \times 18,49$$

$$\sigma_c = 425,27 \text{ Mpa}$$

b. Sampel 2

$$De^2 = p \times l \times t \times w \times d$$

$$F = \left(\frac{d}{50}\right)^{0,45}$$

$$I_s = F \frac{p}{D_2}$$

$$\sigma_c = 23 \times I_s$$

Diketahui :

$$W1 = 50 \text{ mm}$$

$$W2 = 50 \text{ mm}$$

$$W = 50$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$P = 45000 \text{ N}$$

Penyelesaian :

$$\bullet De^2 = p \times l \times t \times w \times d$$

$$De^2 = 125\,000 \times 50 \times 50$$

$$De^2 = 3125,00 \text{ mm}$$

$$De = \sqrt{3125,00}$$

$$De = 55,901 \text{ mm}$$

$$\bullet F = \left(\frac{d}{50}\right)^{0,45}$$

$$F = \left(\frac{55,901}{50}\right)^{0,45}$$

$$F = 1,051$$

$$\bullet I_s = F \frac{p}{De^2}$$

$$I_s = 1,051 \frac{45000}{3125,00}$$

$$I_s = 15,13 \text{ Mpa}$$

$$\bullet \sigma_c = 23 \times I_s$$

$$\sigma_c = 23 \times 15,13$$

$$\sigma_c = 347,99 \text{ Mpa}$$

Tabel 2 Kuat Tekan Batuan

Sampel	Hasil Pengujian UCS (Mpa)	Bobot	Deskripsi
Sampel 1	425,27	15	Sangat baik
Sampel 2	347,99	15	Sangat baik

Rock Quality Designation (RQD)

RQD ditentukan dengan mengamati jumlah bidang diskontinu per meter scanline dengan panjang 10 meter. Hasil perhitungan nilai RQD pada singkapan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa rata-rata RQD adalah 98,24%. Tabel 4.4 menunjukkan bahwa kualitas batuan dapat dinilai dari banyaknya diskontinuitas pada tiap satu meter dari scanline. Semakin tinggi nilai RQD, semakin baik kualitas massa batuan, dan berdasarkan hasil ini, kualitas batuan dikategorikan sebagai sangat baik dengan bobot 20.

1	RQD 0 - 1	$RQD = 100(0,1 \times 1 + 1)e^{-0,1(1)} = 99,53\%$
2	RQD 1 - 2	$RQD = 100(0,1 \times 2 + 1)e^{-0,1(2)} = 98,24\%$
3	RQD 2 - 3	$RQD = 100(0,1 \times 3 + 1)e^{-0,1(3)} = 96,30\%$
4	RQD 3 - 4	$RQD = 100(0,1 \times 2 + 1)e^{-0,1(2)} = 98,24\%$
5	RQD 4 - 5	$RQD = 100(0,1 \times 3 + 1)e^{-0,1(3)} = 96,30\%$
6	RQD 5 - 6	$RQD = 100(0,1 \times 2 + 1)e^{-0,1(2)} = 98,24\%$
7	RQD 6 - 7	$RQD = 100(0,1 \times 2 + 1)e^{-0,1(2)} = 98,24\%$
8	RQD 7 - 8	$RQD = 100(0,1 \times 2 + 1)e^{-0,1(2)} = 98,24\%$
9	RQD 8 - 9	$RQD = 100(0,1 \times 3 + 1)e^{-0,1(3)} = 96,30\%$
10	RQD 9 - 10	$RQD = 100(0,1 \times 2 + 1)e^{-0,1(2)} = 98,24\%$

$$\begin{aligned}
 RQD &= RQD_1 + RQD_2 + RQD_3 + RQD_4 + \\
 &RQD_5 + RQD_6 + RQD_7 + \\
 &RQD_8 + RQD_9 + RQD_{10} / 10 \\
 &= 99,53\% + 98,24\% + 96,30\% + 98,24\% + \\
 &96,94\% + 98,24\% + 98,24\% + 98,24\% + \\
 &96,30\% + 98,24\% / 10 \\
 &= 98,24\%
 \end{aligned}$$

Tabel 3 Pengukuran Scanline

NO	Pengukuran Bidang Diskontinu	Jumlah Bidang Diskontinu	RQD	Rata-rata
1	0 - 1	1	99,53%	98,24%
2	1 - 2	2	98,24%	
3	2 - 3	3	96,30%	
4	3 - 4	2	98,24%	
5	4 - 5	3	96,30%	
6	5 - 6	2	98,24%	
7	6 - 7	2	98,24%	
8	7 - 8	2	98,24%	
9	8 - 9	3	96,30%	
10	9 - 10	2	98,24%	
Bobot			20	

Tabel 4 Rock Quality Designation (RQD)

RQD %	Kualitas Batuan	Rating
< 25	Sangat Jelek (<i>Very poor</i>)	3
25 - 50	Jelek (<i>poor</i>)	8
50 - 75	Sedang (<i>Fair</i>)	13
75 - 90	Baik (<i>Good</i>)	17
90 - 100	Sangat Baik (<i>Excellent</i>)	20

Dari nilai RQD dapat ditentukan kualitas dari massa batuan, yang dapat dilihat dari banyaknya diskontinuitas pada tiap satu meter dari Scanline. Semakin tinggi kualitas massa batuan maka semakin baik kualitas masa batuan tersebut sehingga rata - rata nilai RQD dengan kualitas batuan sangat baik dengan Bobot 20.

Tabel 5 Jarak Antar Bidang Diskontinu

No	Bidang Diskontinu	Jarak
1	0 - 1	1 Meter
2	1 - 2	0,20 Meter
3	2 - 3	0,18 Meter
4	3 - 4	0,40 Meter
5	4 - 5	0,20 Meter
6	5 - 6	0,11 Meter
7	6 - 7	0,44 Meter
8	7 - 8	0,22 Meter
9	8 - 9	0,36 Meter
10	9 - 10	0,20 Meter
11	10 - 11	0,12 Meter
12	11 - 12	0,52 Meter
13	12 - 13	0,20 Meter
14	13 - 14	0,70 Meter
15	14 - 15	0,21 Meter
16	15 - 16	0,60 Meter
17	16 - 17	0,13 Meter
18	17 - 18	0,44 Meter
19	18 - 19	0,22 Meter
20	19 - 20	0,11 Meter
21	20 - 21	0,50 Meter
22	21 - 22	0,21 Meter
Rata - rata		0,3 meter

Tabel 6 Bobot Jarak Antar Bidang Diskontinu

Deskripsi	Spasi Bidang Diskontinu(m)	Bobot
Sangat Lebar (<i>Very Wide</i>)	>2	20
Lebar (<i>Wide</i>)	0,6 - 2	15
Sedang (<i>Moderate</i>)	0,2 - 0,6	10
Rapat (<i>close</i>)	0,06 - 0,2	8
Sangat Rapat (<i>very close</i>)	<0,006	5

Dari nilai RQD dapat ditentukan kualitas dari massa batuan, yang dapat dilihat dari banyaknya diskontinuitas pada tiap satu meter dari Scanline. Semakin tinggi kualitas massa batuan maka semakin baik kualitas masa batuan tersebut sehingga rata - rata nilai RQD dengan kualitas batuan sangat baik dengan Bobot 20.

Jarak Antar Bidang Diskontinu

Jarak antar bidang diskontinu didefinisikan sebagai jarak tegak lurus antara dua kekar berurutan sepanjang garis pengukuran yang dibuat. Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengukuran jarak antar bidang diskontinu, di mana rata-rata jarak antar bidang diskontinu adalah 0,3 meter. Tabel 4.6 menjelaskan bobot jarak antar bidang diskontinu, di mana rating jarak antar bidang diskontinu adalah 10, yang menunjukkan kondisi sedang.

Tabel 7 Jarak Antar Bidang Diskontinu

No	Bidang Diskontinu	Jarak
1	0 – 1	1 Meter
2	1 – 2	0,20 Meter
3	2 – 3	0,18 Meter
4	3 – 4	0,40 Meter
5	4 – 5	0,20 Meter
6	5 – 6	0,11 Meter
7	6 – 7	0,44 Meter
8	7 – 8	0,22 Meter
9	8 – 9	0,36 Meter
10	9 – 10	0,20 Meter
11	10 – 11	0,12 Meter
12	11 – 12	0,52 Meter
13	12 – 13	0,20 Meter
14	13 – 14	0,70 Meter
15	14 – 15	0,21 Meter
16	15 – 16	0,60 Meter
17	16 – 17	0,13 Meter
18	17 – 18	0,44 Meter
19	18 – 19	0,22 Meter
20	19 – 20	0,11 Meter
21	20 – 21	0,50 Meter
22	21 – 22	0,21 Meter
Rata – rata		0,3 meter

Tabel 8 Bobot Jarak Antar Bidang Diskontinu

Deskripsi	Spasi Bidang Diskontinu(m)	Bobot
Sangat Lebar (<i>Veri Wide</i>)	>2	20
Lebar (<i>Wide</i>)	0,6 – 2	15
Sedang (<i>Moderate</i>)	0,2 – 0,6	10
Rapat (<i>close</i>)	0,06 – 0,2	8
Sangat Rapat (<i>very close</i>)	<0,006	5

Dari tabel di atas rating jarak antar bidang diskontinu adalah 10.

Kondisi Bidang Diskontinu

Pengamatan kondisi bidang diskontinu dilakukan dengan memperhatikan lima karakteristik: kemenerusan (*persistence*), jarak antar permukaan bukaan bidang diskontinu (*separation/aperture*), kekasaran (*roughness*), material pengisi (*infilling/gouge*), dan tingkat pelapukan (*weathering*). Karakteristik-karakteristik ini penting untuk memahami stabilitas dan perilaku mekanis batuan, serta bagaimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi kekuatan dan integritas struktur di sekitar bidang diskontinu. Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengamatan kondisi bidang diskontinu, di mana ditemukan 22 bidang diskontinu dengan panjang kurang dari 1 meter. Dari hasil ini, bobot kekasaran diskontinu yang sedikit kasar menghasilkan total bobot 6, menunjukkan kondisi bidang diskontinu yang relatif baik. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada beberapa bidang diskontinu, kondisi keseluruhan masih dapat dianggap mendukung kestabilan lereng dan aplikasi rekayasa di area tersebut.

Tabel 9 Pengamatan Kondisi Bidang Diskontinu

No	Panjang Discontinuitas	Bukaan Discontinuitas	Kekasaran	Materi al Pengisi	Kelapukan	Jumlah
1	0,40 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	22
2	0,32 m	30 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
3	0,16 m	30 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
4	0,12 m	10 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
5	0,22 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
6	0,18 m	30 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
7	0,21 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
8	0,22 m	30 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
9	0,16 m	10 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
10	0,36 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
11	0,38 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
12	0,28 m	30 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
13	0,19 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
14	0,23 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
15	0,34 m	30 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
16	0,21 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
17	0,16 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
18	0,28 m	10 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
19	0,30 m	40 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
20	0,42 m	30 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	
21	0,14 m	20 mm	Sedikit Kasar	Tidak Ada	Lapuk Sedang	

Ditemukan 22 bidang diskontinu dengan panjang kurang dari 1 meter, bobot 6. Kekasaran sedikit kasar (bobot 3), tanpa isian (bobot 6), dan pelapukan sedang (bobot 3). Pembobotan kondisi bidang diskontinu dapat dilihat di Tabel 4.8.

Tabel 10 Pembobotan Kondisi Bidang Diskontinu

Parameter	Rating					Hasil Rating
	<1 m	1 – 3 m	3 – 10m	10 – 20 m	>20 m	
Panjang Discontinuitas (<i>persistence</i>)	6	4	2	1	0	6
Bukaan Discontinuitas	Tidak ada	<0,1 mm	0,1–1,0 mm	1 – 5 mm	>5 mm	0
	6	5	4	1	0	
Kekasaran Discontinuitas (<i>roughness</i>)	Sangat kasar	Kasar	Sedikit kasar	Halus	<i>Sliken side</i>	3
	6	5	3	1	0	
Material Pengisi (<i>Infilling</i>)	Tidak ada	Keras <5 mm	Keras > 5mm	Lunak <5mm	Lunak >5mm	6
	6	4	2	2	1	
Kelapukan (<i>weathering</i>)	Tidak lapuk	Sedikit lapuk	Lapuk sedang	Sangat lapuk	Hancur	3
	6	5	3	1	0	
Jumlah						18

Kondisi Air Tanah

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dapat dilihat kondisi umum pada daerah penelitian tersebut adalah kondisi air tanah termasuk kering. Maka dapat di lihat dari tabel kondisi air tanah sebagai berikut.

Tabel 11 kondisi Air Tanah

Kondisi umum	Kering (Completely dry)	Lembab	Basah	Terdapat tetesan air (Dripping)	Terdapat aliran air (Flowing)
Debit air tiap 10m Panjang terowongan (liter/menit)	Tidak ada	<10	10 – 25	25 – 125	>125
Tekanan air pada kekar /tegangan principal mayor	0	<0,1	0,1-0,2	0,1- 0,2	>0,5
Rating	15	10	7	4	0

Penentuan Kelas Massa Batuan

Dari pembobotan lima parameter Rock Mass Rating (RMR), diperoleh nilai total RMR sebesar 78, yang menunjukkan bahwa batuan tergolong dalam kelas II dengan deskripsi "batuan baik." Meskipun memiliki sifat mekanis yang cukup bagus, batuan ini mungkin memiliki lebih banyak rekahan atau diskontinuitas.

$$\begin{aligned}
 \text{RMR} &= \text{Kuat tekan batuan} + \text{RQD} + \text{jarak antar} \\
 &\quad \text{bidang diskontinu} + \text{kondisi bidang} \\
 &\quad \text{diskontinu} + \text{kondisi air tanah} \\
 &= 15 + 20 + 10 + 18 + 15 \\
 &= 78
 \end{aligned}$$

Tabel 12 Pembobotan Total

No	Litologi	UCS	RQD	Jarak Bidang Diskontinu	Kondisi Bidang Diskontinu	Kondisi Air Tanah	Bobot Total
1.	Batu Gamping	15	20	10	18	15	78

Berdasarkan kelas massa batuan Rock Mass Rating bobot 100 – 80 termasuk batuan sangat baik, bobot 80 – 61 termasuk kelas batuan baik, bobot 61 – 41 termasuk batuan sedang, bobot 40 – 21 termasuk batuan butuk dan <20 termasuk batuan sangat buruk. Sehingga dari total pembobotan didapatkan deskripsi batuan seperti berikut.

Tabel 13 Deskripsi Massa Batuan Berdasarkan Bobot Total Rock Mass Rating

Bobot	100 – 81	81 – 60	60 – 41	41 – 20	<20
No.Kelas Batuan	I	II	III	IV	V
Deskripsi	Batuan Sangat Baik	Batuan Baik	Batuan Sedang	Batuan Buruk	Batuan Sangat Buruk
Kohesi	>400	300-400	200-300	100-200	<100

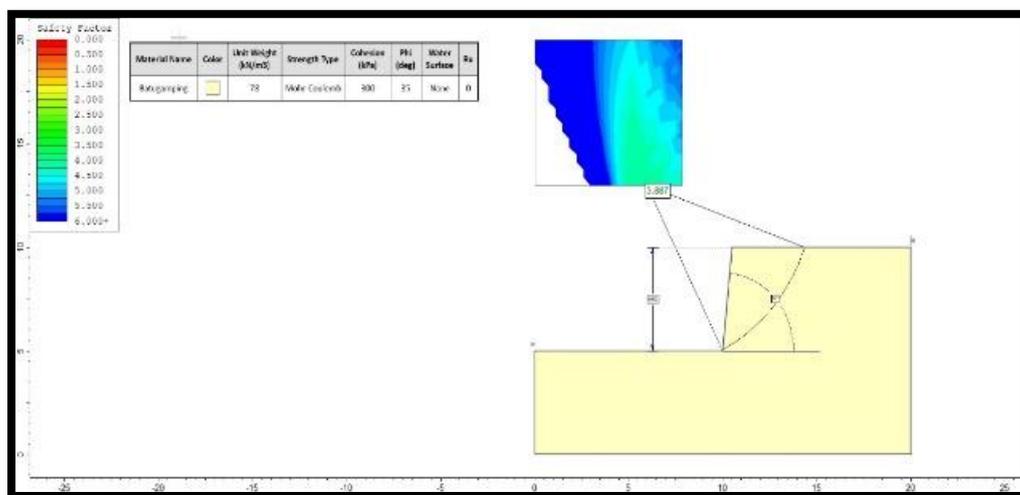
Berdasarkan hasil dari deskripsi massa batuan di atas maka didapatlah nilai Rock Mass Rating (RMR) adalah 78 yaitu berada pada kelas II dengan deskripsi batuan baik. Artinya pada kelas massa batuan yang baik memiliki sifat mekanis yang cukup bagus, meskipun tidak sebgus kelas massa batuan sangat baik. Massa batuan ini masih memiliki kepadatan yang tinggi, namun mungkin memiliki lebih banyak rekahan atau diskontinuitas.

Analisis FK Lereng dalam Kondisi Natural

Dalam analisis kestabilan lereng, digunakan data geometri lereng, bobot sampel batuan, kohesi, dan sudut gesek dalam. Hasil perhitungan menghasilkan nilai Faktor Keamanan (FK) sebesar 3,887, yang menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi stabil dengan kemungkinan terjadinya longsor yang sangat rendah, meskipun batuan tergolong dalam kategori sedang.

Tabel 12 Hasil Analisis FK Kestabilan Lereng

Litologi	Tinggi(m)	Kemiringan	Kohesi (kpa)	Phi(°)	Kelas Batuan	FK
Batu gamping	5 m	85°	300	35°	II	3.887



Dari hasil tersebut, c

Gambar 4 Analisis FK Lereng Dalam Kondisi Natural

3,887. Nilai menunjukkan

bahwa lereng berada dalam kondisi stabil, dengan kemungkinan terjadinya longsor yang sangat rendah. Stabilitas ini menandakan bahwa meskipun batuan berada dalam kategori sedang, struktur lereng tersebut masih mampu menahan beban dan tekanan dari material di sekitarnya, menjadikannya aman dari potensi longsor dalam kondisi normal.

KESIMPULAN

Hasil pengolahan data dari lokasi penelitian di Daerah Boneoge, Kabupaten Buton Tengah, menunjukkan bahwa kondisi bidang diskontinu memiliki panjang discontinuitas kurang dari 1 m dengan bobot 6, jarak antar permukaan discontinuitas >5 mm dengan bobot 0, dan kekasaran discontinuitas sedikit kasar dengan bobot 3. Material pengisi tidak ada dengan bobot 6, sedangkan tingkat kelapukan adalah sedang dengan bobot 3, menghasilkan total nilai 18. Berdasarkan metode rock mass rating (RMR), massa batuan tergolong baik dengan nilai 78, berada dalam rentang 80-61, dengan material penyusun batugamping (limestone). Selain itu, analisis kestabilan lereng dengan tinggi 5 m dan sudut kemiringan 85° memperoleh nilai Faktor Keamanan (FK) sebesar 3.887, menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi relatif stabil dan jarang terjadi longsor.

SARAN

Saran yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: pertama, untuk penelitian selanjutnya disarankan agar menggunakan metode yang berbeda guna memperoleh penentuan nilai kelas massa batuan yang lebih optimal. Kedua, mengingat hasil penelitian menunjukkan kualitas massa batuan yang baik, diharapkan pemerintah Kabupaten Buton Tengah, khususnya Kelurahan Boneoge, dapat menjaga daerah tersebut dari pembangunan konstruksi yang berpotensi merusak stabilitas geologisnya.

DAFTAR PUSTAKA

Arif, Irwandi 2016. "Konsep Dasar & Metode-metode dalam Analisis Kestabilan Lereng".
Arif, Irwandi .2016. Geoteknik Tambang .Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
Aryaseta, B., Wardhani, P. C., & Zainab, S. (2022). Studi Eksperimental Sifat Fisik dan Mekanik Batu Gamping. KERN: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 8(1), 37-42.

Askari, R., Rusydy, I., & Mutia, F. (2017). Studi Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Rock Mass Rating (RMR) pada Lereng Bekas Penambangan di Kecamatan Lhoong, Aceh Besar. *Journal of Geosciences, Mining Engineering, and Technology*, 1(1), 45-49.
Beko, B. C. M., Angkie, J., Mahmud, D., Rawul, J. A., Guna, P. A., & Cahyono, Y. D. G. (2021, October). Analisis Kualitas Massa Batuan dengan Metode Rock Mass Rating (RMR) pada Batugamping. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan (Vol. 9, No. 1, pp. 153-160)*.
Bieniawski 1989 Untuk Kestabilan Lereng Tambang Terbuka PT. Guguk Tinggi Coal Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat", Sekolah Tinggi Teknologi Industri (STTIND) Padang,
Bieniawski, Z. T. "Engineering classification of jointed rock masses." *Civil Engineering=Siviele Ingenieurswese* 1973.12 (1973): 335-343.
Bieniawski, Z. T. "The geomechanics classification in rock engineering applications." 4th ISRM Congress. OnePetro, 1979.
Deere, D. U. dan Deere, D. W. 1988 The Rock Quality Designation (RQD) Index in Practice. *Rock Classification Systems for Engineering Purposes*, Kirkaldie, L. (Ed.). American Society for Testing and Material: Philadelphia. Hal. 91-101.
Franklin J.A. Dusseault M.B (1989), *Rock Engineering*, McGraw-Hill Publishing Co., New York, pp 377-410
Reijers, T., dan Hsu, K., 1986, *Manual of Carbonate Sedimentology: A Lexicographical Approach*, London: Academic Press.
Ridwan, M., Hasan, H., Winarno, A., Oktaviani, R., & Trides, T. (2022). 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*, 10(2), 12-17.
Sakti, H. E. B., & Sutoyo, H. D. (2022). Perkembangan Klasifikasi Massa Batuan

Rock Mass Rating: Sebuah Literature Review. ReTII, 479-486.

Sikumbang, N., Sanyoto, P., Supandjono, R. J. B. dan Gafoer, S., (1995) Peta Geologi Lembar Buton, Sulawesi Tenggara Skala 1:2500 Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi

Tabuni, Y., Haluk, H., & Alzair, N. (2022). Karakteristik Batugampingt. INTAN J.