



Analisis kestabilan lereng berdasarkan klasifikasi massa batuan dengan Metode *Rock Mass Rating (RMR)* di PT. Bukit Asam, Tbk. Sumatera Selatan

ZHAHRA AULIA¹, HARNANI^{1*}, DAN RADIAN GATRA UTAMAPUTRA²

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32, Sumatera Selatan 30662. ²PT. Bukit Asam Tbk. Jl. Parigi No. 1 Tanjung Enim, Sumatera Selatan 31716.

Kata kunci:

kestabilan lereng,
klasifikasi massa batuan,
peringkat massa batuan,
kelas massa batuan,
penambangan terbuka

ABSTRAK: Dalam melaksanakan kegiatan penambangan tambang terbuka menuntut kestabilan lereng. Lereng pada bukaan tambang perlu dianalisis kestabilannya pada tahapan perancangan, penambangan, dan pasca tambang guna mencegah bahaya longsor karena menyangkut keselamatan keamanan kerja dan keberlangsungan produksi. Secara administratif, lokasi penelitian terletak pada Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Kondisi pada lereng tambang mengalami banyak perubahan seperti kondisi fisik, kimia, maupun mekanik batuan yang berimbas pada kestabilan lerengnya. Kualitas massa batuan menjadi metode dalam stabilitas lereng yang bertujuan mengidentifikasi parameter-parameter yang mempengaruhi massa batuan. Metode penelitian menjadi dua yaitu data primer menghasilkan *rock quality designation*, kondisi diskontinuitas, kondisi air tanah dan data sekunder menghasilkan nilai kuat tekan batuan utuh. Dalam menentukan *Rock Mass Rating (RMR)* dipengaruhi oleh kuat tekan batuan utuh, *rock quality designation*, kondisi diskontinuitas, dan kondisi air tanah. Pembagian klasifikasi massa batuan pada daerah penelitian mengacu pada Bieniawski (1989). Pada daerah penelitian terbagi menjadi 2 kelas yaitu Kelas III termasuk klasifikasi *Fair Rock* yaitu frekuensi kekar tergolong cukup besar pada pembentukan kualitas massa batuan pada lokasi tersebut dan kelas IV termasuk klasifikasi *Good Rock* yaitu frekuensi kekar tergolong cukup kecil pada pembentukan kualitas massa batuan lokasi tersebut. Diskontinuitas merupakan salah satu faktor kestabilan lereng maka melakukan menghilangkan pembebanan alat berat pada titik diskontinuitas dan merubah geometri lerengnya.

Keywords:

slope stability,
rock mass classification,
rock mass rating,
rock mass class,
open pit mining

ABSTRACT: In carrying out open-pit mining activities, it demands slope stability. Slopes at mine openings need to be analyzed for stability at the design, mining, and post-mining stages to prevent landslide hazards because they involve safety, work security, and production sustainability. Administratively, the research location is located in East Merapi District, Lahat Regency, South Sumatra Province. Conditions on the mine slope have undergone many changes such as physical, chemical, and mechanical conditions of rocks that affect the stability of the slope. Rock mass quality is a method in slope stability aimed at identifying parameter-parameters that affect rock mass. The research method is two, namely primary data producing rock quality designation, discontinuity conditions, groundwater conditions and secondary data producing intact rock compressive strength values. In determining Rock Mass Rating (RMR) is influenced by the compressive strength of intact rocks, rock quality designation, discontinuity conditions, and groundwater conditions. The division of rock mass classification in the study area refers to Bieniawski (1989). The research area is divided into 2 classes, namely Class III including the Fair Rock classification, namely the stocky frequency is quite large in the formation of rock mass quality at the location and class IV includes the Good Rock classification, which is the stocky frequency is quite small in the formation of the quality of the rock mass at the location. Discontinuity is one of the factors of slope stability, so it eliminates heavy equipment loading at the point of discontinuity and changes the geometry of the slope.

* Corresponding Author: email: harnani@ft.unsri.ac.id

1 PENDAHULUAN

Dalam melaksanakan kegiatan penambangan tambang terbuka ini menuntut kestabilan lereng pada bukaan tambangnya. Lereng pada bukaan tambang perlu dianalisis kestabilannya pada tahapan perancangan, tahapan penambangan, dan tahapan pasca tambang guna mencegah bahaya longsor karena menyangkut keselamatan kerja, keamanan peralatan serta keberlangsungan produksi [1]. Kestabilan lereng ialah kemampuan elemen penyusun lereng untuk mempertahankan posisinya dari pergerakan yang terjadi pada lereng. Ada 2 faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng yaitu: internal yaitu terdiri dari kondisi massa batuan, desain lereng tambang dan kondisi geologi lokasi penambangan dan eksternal yaitu terdiri dari intensitas curah hujan dan tingkat pelapukan.

Penelitian ini berlokasi di PT. Bukit Asam Tbk yang merupakan salah satu perusahaan besar dengan kegiatan utamanya adalah mengusahakan Pertambangan Batubara di Indonesia. Secara administratif, lokasi penelitian terletak PIT ZA, Desa Sirah Pulau, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Daerah penelitian berada pada area Formasi Muara Enim (Tmpm) dengan litologi batulempung, batulanau, batupasir tufaan dengan sisipan batubara [5].

Kondisi lereng tambang akan selalu mengalami banyak perubahan pada lerengnya seperti kondisi fisik, kimia, maupun mekanik batuan yang berimbas pada kestabilan lerengnya. Kualitas massa batuan menjadi salah satu parameter dalam stabilitas lereng, salah satu metode menentukan kualitas massa batuan yaitu *Rock Mass Rating* (RMR). Klasifikasi pembobotan massa batuan RMR menggunakan lima parameter umum yang ditentukan di lapangan maupun uji laboratorium. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter-parameter penting yang mempengaruhi perilaku massa batuan [3].

2 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan ialah pengumpulan data primer dan data sekunder guna mendapatkan nilai parameter-parameter untuk menganalisis klasifikasi massa batuan pada tambang dalam hal ini ialah pembobotan massa batuan *Rock Mass Rating* (RMR).

Data Primer

Rock Quality Designation (RQD)

Rock Quality Designation ialah metode kuantitatif *Rock Mass Classification* (RMC) [4]. *Rock Quality Designation* (RQD) ditentukan berdasar pada frekuensi kekar per-meter serta hubungannya yang dinyatakan dalam persamaan [8] :

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

Keterangan:

RQD: *Rock Quality Designation* (%)

Fracture Index (λ): Rata-rata frekuensi kekar per meter.

Fracture index (λ) = $\frac{\text{banyak rekahan}}{\text{panjang scanline}}$

Jarak Diskontinuitas

Ditentukan berdasarkan jarak antar kekar yang paling dominan atau beberapa model kekar tersebut tetap diukur jaraknya lalu dirata-ratakan [7]

Kondisi Diskontinuitas

Ada lima karakteristik diskontinuitas yaitu kemenerusan, jarak antar permukaan diskontinuitas atau celah, kekasaran diskontinuitas, material pengisi, dan tingkat kelapukannya.

- Kemenerusan didapatkan melalui panjang dari suatu diskontinuitas yang dikuantifikasi secara kasar dengan mengamati panjang jejak kekar pada suatu bukaan.
- Jarak antar permukaan diskontinuitas atau celah merupakan jarak tegak lurus antar dinding batuan yang berdekatan pada bidang diskontinu. Celah tersebut dapat berisi material pengisi atau tidak.
- Kekasaran diskontinuitas dapat dilihat dari bentuk gelombang permukaannya yang diukur relatif dari permukaan datar dari sebuah diskontinuitas.
- Material pengisi berada pada celah antara dua dinding bidang diskontinuitas yang berdekatan.
- Tingkat kelapukan didasarkan pada perubahan warna pada batuan dan terdekomposisinya batuan atau tidak.

Kondisi Air Tanah

Kondisi air tanah pada pengukuran diskontinuitas didefinisikan sebagai salah satu dari beberapa hal yaitu: Kering (*completely dry*); lembab (*damp*); basah (*wet*); terdapat tetesan air (*dripping*); terdapat aliran air (*flowing*). Keberadaan air ini akan mengurangi kuat geser antara kedua permukaan diskontinuitas.

Data Sekunder

Kuat Tekan Batuan Utuh (*Strength of Intact Rock Material*)

Nilai *intact rock strength* didapatkan dari nilai rata-rata *Unconfined Uniaxial Compressive Strength* dari batuan yang terletak di antara *fracture*. Pengukuran dengan menggunakan *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) bertujuan untuk mengklasifikasi dan mengkarakterisasi batuan secara utuh. Nilai UCS pada penelitian didapatkan dari laboratorium Perusahaan.

Bieniawski (1989) menjelaskan bahwa kestabilan lereng diantaranya tercermin dari nilai kekuatan massa batuan (RMR). Klasifikasi pembobotan massa batuan RMR menggunakan lima parameter umum (Tabel 1) yang didapatkan di lapangan yang merupakan data primer maupun uji laboratorium yang merupakan data sekunder.

Klasifikasi RMR dipakai guna memperkirakan seberapa stabilnya suatu lereng pada massa batuan. Massa batuan dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel 2.

Klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR) dapat menentukan *engineering properties* dari massa batuan itu sendiri. Seperti pada Tabel 3 terdapat 6 *properties of rock mass* yaitu klasifikasi massa batuan, lalu *average stand-up time* yang merupakan waktu efektif pada lereng tanpa diberi perkuatan, kohesi dan sudut geser dalam yang menentukan kuat geser pada massa batuan, *allowable bearing pressure* yang merupakan titik batas massa batuan dapat menahan beban di atasnya, dan *safe cut slope* yaitu sudut aman pada pembuatan lereng dimana jika melewati batas aman akan memiliki resiko longsor yang lebih tinggi [6].

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai *Rock Mass Rating* (RMR) diperoleh dengan menjumlahkan bobot pada tiap-tiap parameternya (Tabel 1). Kemudian dari pendekatan lapangan bisa didapatkan hasil dari kualitas massa batuan pada daerah penelitian. Pada daerah penelitian didapatkan 4 titik lokasi penelitian (Gambar 1).

Rock Mass Rating (RMR) LP 1

Lokasi penelitian 1 (Gambar 2) terdapat pada sisi *lowwall* PIT. Pada lokasi ini terdapat 9 kekar dengan bentang 1.91 meter panjang *scanline* dengan litologi batuan yaitu *claystone*.

Pembobotan kualitas massa batuan dengan metode RMR harus melalui pembobotan setiap parameternya. Nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) didapatkan dari hasil analisa uji laboratorium

milik perusahaan dengan nilai dibawah 1Mpa kemudian dilakukan pembobotan dan hasilnya ialah 0. Lalu untuk penilaian *Rock Quality Designation* (RQD) didapatkan dari hasil data lapangan yang kemudian didapatkan nilai 92.42 dan mendapatkan bobot 20. Kemudian jarak diskontinuitas pada setiap kekar dihitung nilai dan dirata-ratakan kemudian didapatkan nilai 1.07m. Juga termasuk kemenerusan kekar juga menghitung nilai rata-ratanya yaitu didapatkan 0.27mm. Lalu dalam menentukan nilai pembobotan bukaan kekar juga menghitung nilai rata-ratanya yaitu 1.52mm. Kekasaran kekar juga menjadi salah satu parameter, dengan mencari rata-ratanya yang pada lokasi ini kekasaran kekarnya yaitu halus. Untuk material pengisinya pada kekar yang berada di lokasi ini tidak ditemukan material pengisinya. Selanjutnya ialah pelapukan kekar sendiri itu setelah dilihat di lapangan menunjukkan tidak lapuk pada singkapan. Dan terakhir kondisi air pada kekarnya sendiri ialah lembab. Kemudian seperti pada Tabel 4 dilakukan pembobotan yang menghasilkan nilai RMRnya yaitu 65 dengan kategori *Good Rock*.

Rock Mass Rating (RMR) LP 2

Lokasi penelitian 2 (Gambar 3) terdapat pada sisi *highwall* PIT. Pada lokasi ini terdapat 25 kekar dengan bentang 13.71 meter panjang *scanline* dengan litologi batuan yaitu *sandstone*. Memiliki kedudukan lapisan N 293°E/23° SW dengan nilai *slope* 56°.

Pembobotan kualitas massa batuan dengan metode RMR harus melalui pembobotan setiap parameternya. Nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) didapatkan dari hasil analisa uji laboratorium milik perusahaan dengan nilai dibawah 1Mpa kemudian dilakukan pembobotan dan hasilnya ialah 0. Lalu untuk penilaian *Rock Quality Designation* (RQD) didapatkan dari hasil data lapangan yang kemudian didapatkan nilai 98.5 dan mendapatkan bobot 20. Kemudian jarak diskontinuitas pada setiap kekar dihitung nilai dan dirata-ratakan kemudian didapatkan nilai 6.1m. Juga termasuk kemenerusan kekar juga menghitung nilai rata-ratanya yaitu didapatkan 0.4m. Lalu dalam menentukan nilai pembobotan bukaan kekar juga menghitung nilai rata-ratanya yaitu 0.6mm. Kekasaran kekar juga menjadi salah satu parameter, dengan mencari rata-ratanya yang pada lokasi ini kekasaran kekarnya yaitu sedikit kasar. Untuk material pengisinya pada kekar yang berada di lokasi ini tidak ditemukan material pengisinya. Selanjutnya ialah pelapukan kekar sendiri itu setelah dilihat di lapangan menunjukkan lapuk pada singkapan. Dan terakhir kondisi air pada kekarnya sendiri ialah kering. Kemudian seperti pa-

da Tabel 5 dilakukan pembobotan yang menghasilkan nilai RMRnya yaitu 75 dengan kategori *Good Rock*.

Rock Mass Rating (RMR) LP 3

Lokasi penelitian 3 (Gambar 4) terdapat pada sisi *highwall* PIT. Pada lokasi ini terdapat 35 kekar dengan bentang 1.75 meter panjang *scanline* dengan litologi batuan yaitu *claystone*. Memiliki kedudukan lapisan N 292°E/17° SW dengan nilai *slope* 45°.

Pembobotan kualitas massa batuan dengan metode RMR harus melalui pembobotan setiap parameternya. Nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) didapatkan dari hasil analisa uji laboratorium milik perusahaan dengan nilai dibawah 1Mpa kemudian dilakukan pembobotan dan hasilnya ialah 0. Lalu untuk penilaian *Rock Quality Designation* (RQD) didapatkan dari hasil data lapangan yang kemudian didapatkan nilai 40.60 dan mendapatkan bobot 8. Kemudian jarak diskontinuitas pada setiap kekar dihitung nilai dan dirata-ratakan kemudian didapatkan nilai 0.81m. Juga termasuk kemenerusan kekar juga menghitung nilai rata-ratanya yaitu didapatkan 0.63m. Lalu dalam menentukan nilai pembobotan bukaan kekar juga menghitung nilai rata-ratanya yaitu 0.68mm. Kekasaran kekar juga menjadi salah satu parameter, dengan mencari rata-ratanya yang pada lokasi ini kekasaran kekarnya yaitu sedikit kasar. Untuk material pengisinya pada kekar yang berada di lokasi ini tidak ditemukan material pengisinya. Selanjutnya ialah pelapukan kekar sendiri itu setelah dilihat di lapangan menunjukkan sedikit lapuk pada singkapan. Dan terakhir kondisi air pada kekarnya sendiri ialah lembab. Kemudian seperti pada Tabel 6 dilakukan pembobotan yang menghasilkan nilai RMRnya yaitu 57 dengan kategori *Fair Rock*.

Rock Mass Rating (RMR) LP 4

Lokasi penelitian 4 (Gambar 5) terdapat pada sisi *highwall* PIT. Pada lokasi ini terdapat 82 kekar dengan bentang 17.52 meter panjang *scanline* dengan litologi batuan yaitu *claystone*. Memiliki kedudukan lapisan N 287°E/28° SW dengan nilai *slope* 45°.

Pembobotan kualitas massa batuan dengan metode RMR harus melalui pembobotan setiap parameternya. Nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) didapatkan dari hasil analisa uji laboratorium milik perusahaan dengan nilai dibawah 1Mpa kemudian dilakukan pembobotan dan hasilnya ialah 0. Lalu untuk penilaian *Rock Quality Designation*

(RQD) didapatkan dari hasil data lapangan yang kemudian didapatkan nilai 91.93 dan mendapatkan bobot 20. Kemudian jarak diskontinuitas pada setiap kekar dihitung nilai dan dirata-ratakan kemudian didapatkan nilai 8.65m. Juga termasuk kemenerusan kekar juga menghitung nilai rata-ratanya yaitu didapatkan 0.98m. Lalu dalam menentukan nilai pembobotan bukaan kekar juga menghitung nilai rata-ratanya yaitu 2mm. Kekasaran kekar juga menjadi salah satu parameter, dengan mencari rata-ratanya yang pada lokasi ini kekasaran kekarnya yaitu halus. Untuk material pengisinya pada kekar yang berada di lokasi ini tidak ditemukan material pengisinya. Selanjutnya ialah pelapukan kekar sendiri itu setelah dilihat di lapangan menunjukkan sangat lapuk pada singkapan. Dan terakhir kondisi air pada kekarnya sendiri ialah basah. Kemudian seperti pada Tabel 7 dilakukan pembobotan yang menghasilkan nilai RMRnya yaitu 62 dengan kategori *Good Rock*.

Rock Mass Rating (RMR) dalam menentukan klasifikasi massa batuan, pada daerah penelitian memiliki empat titik lokasi pengukuran dan memiliki hasil yaitu LP 1, LP 2, dan LP 4 berada pada kelas IV termasuk *Good Rock* sementara pada LP 3 berada pada kelas III termasuk *Fair Rock* seperti kalkulasi pada Tabel 8:

Setelah mendapatkan hasil pembobotan dari *Rock Mass Rating* (RMR) kemudian dibuatlah peta klasifikasi massa batuan yaitu *rock mass rating* pada daerah penelitian (Gambar 6). Dimana dalam penamaannya mengacu pada Bieniawski (1989).

Setelah melakukan pembobotan kuat tekan batuan, *rock quality designation*, jarak diskontinuitas, kondisi diskontinuitas dan kondisi air tanah pada diskontinuitas berdasarkan klasifikasi massa batuan berdasarkan Bieniawski (1989) pada daerah penelitian mendapatkan 4 lokasi dengan hasil yaitu lokasi penelitian 1, lokasi penelitian 2, dan lokasi penelitian 4 berada pada kelas IV termasuk *Good Rock* sementara pada lokasi penelitian 3 berada pada kelas III termasuk *Fair Rock*.

Kelas RMR *Good Rock* memiliki rentang waktu efektif 1 year for 10m span saat massa batuan tanpa kekuatan lereng, dengan nilai batas massa batuan dapat menahan beban di atasnya ialah 440-280 T/m², memiliki nilai kohesi 0.3-0.4 Mpa lalu sudut geser dalamnya ialah 35°-45° dimana jika nilai kohesi rendah dan nilai sudut gesernya tinggi akan menyebabkan tingginya nilai kuat geser dari massa batuan, dan sudut aman dalam pembuatan lereng adalah 65° karena jika lebih dari sudut amannya akan menyebabkan tingginya potensi longsor. Sementara kelas RMR *Fair Rock* memiliki rentang wak-

tu efektif 1 week for 5 span saat massa batuan tanpa perkuatan lereng, dengan nilai batas massa batuan dapat menahan beban di atasnya ialah 280-135 T/m², memiliki nilai kohesi 0.2-0.3 Mpa lalu sudut geser dalamnya ialah 25°-35° dimana jika nilai kohesi rendah dan nilai sudut gesernya tinggi akan menyebabkan tingginya nilai kuat geser dari massa batuan, dan sudut aman dalam pembuatan lereng adalah 55° karena jika lebih dari sudut amannya akan menyebabkan tingginya potensi longsor.

Pelapukan dan kondisi air merupakan faktor terbesar dalam hasil pembobotan termasuk *rock quality designation* dan frekuensi serta kondisi diskontinuitasnya. Daerah yang memiliki keterdapatan diskontinuitas dalam hal ini ialah kekar yang dapat mempengaruhi kestabilan lereng pada tambang terbuka. Diskontinuitas merupakan salah satu faktor kestabilan lereng, oleh karena itu harus melakukan tindakan seperti menghilangkan pembebanan oleh alat berat pada titik diskontinuitas dan menyesuaikan geometri lerengnya.

4 KESIMPULAN

Ada 5 parameter untuk mendapatkan nilai massa batuan pada lokasi penelitian yaitu kuat tekan batuan utuh, *rock quality designation*, jarak diskontinuitas, kondisi diskontinuitas dan kondisi air tanah. Pada daerah penelitian terdapat 4 titik lokasi pengambilan data *rock mass rating*, kemudian setelah melakukan pengambilan data lapangan dan data hasil uji laboratorium dapat disimpulkan bahwa pada titik LP 1 dengan nilai hasil pembobotan ialah 65, titik LP 2 dengan nilai hasil pembobotan ialah 75, dan LP 4 dengan nilai hasil pembobotan ialah 62 berada pada kelas IV termasuk *Good Rock* sementara pada titik LP 3 dengan nilai hasil pembobotan ialah 57 kemudian berada pada kelas III termasuk *Fair Rock*.

Dari hasil pembobotan yang dilakukan pada setiap LP memperlihatkan bahwa pelapukan dan kon-

disi air ialah faktor terbesar dalam hasil pembobotan termasuk *rock quality designation* dan frekuensi serta kondisi diskontinuitasnya. Setelahnya dalam tambang terbuka sebaiknya melakukan tindakan seperti menghilangkan pembebanan oleh alat berat pada titik diskontinuitas dan menyesuaikan geometri lerengnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan Syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala sehingga penulis dapat menyelesaikan publikasi ini dengan baik. Terima kasih banyak kepada Satuan Kerja Eksplorasi terutama Tim Geoteknik, juga teman-teman sesama mahasiswa magang yang turut serta membantu penulis selama penelitian berlangsung, dan teman-teman kuliah yang kebersamaan penulis sampai selesai.

REFERENSI

- [1] I. Arif, Geoteknik Tambang, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2016.
- [2] Z. Bieniawski, "Engineering Rock Mass Classifications," A Complete Manual for Engineering and Geologist in mining, Civil and Petroleum Engineering, 1989.
- [3] J. E. Bowles, Sifat-Sifat Fisik & Geoteknis Tanah, Jakarta: Erlangga, 1989.
- [4] D. U. Deere and D. W. Deere, Rock Classification System for Engineering Purposes, Philadelphia: ASTM, 1988.
- [5] S. Gafoer, Cobrie and Purnomo, Peta Geologi Lembar Lahat, Bandung: Pusat Survei Geologi Indonesia, 1986.
- [6] R. K. Goel and B. Singh, Engineering Rock Mass Classification, UK: Elsevier, 2011.
- [7] R. E. Goodman, Introduction to Rock Mechanics, Berkeley: University of California, 1989.
- [8] S. D. Priest and J. Hudson, "Discontinuity Spacing in Rock," *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics*, 1976.

LAMPIRAN

Tabel 1. Klasifikasi Pembobotan Rock Mass Rating (RMR) menurut Bieniawski (1989).

NO	PARAMETER	PEMBOBOTAN				
		>10 Mpa	4 – 10 Mpa	2 – 4 Mpa	1 – 2 Mpa	
1	Kekuatan Massa Batuan	<i>Poing – load Strength Index</i>	>10 Mpa	4 – 10 Mpa	2 – 4 Mpa	1 – 2 Mpa
		<i>Uniaxial Compressive Strength</i>	>250 Mpa	100 – 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 – 50 Mpa 5 – 25 Mpa 1 – 5 Mpa
	Bobot		15	12	7	4 2 1
2	RQD		90 – 100%	75 – 90%	50 – 75%	25 -50% <25%
	Bobot		20	17	13	8 3
3	Jarak Diskontinuitas		>2 m	0,6 – 2 m	200 – 600 mm	60 – 200 mm <60 mm
	Bobot		20	15	10	8 5
	Kondisi Diskontinuitas kemenerusan kekar		< 1 m	1 – 3 m	3 - 10 m	10 – 20 m > 20 m
	Bobot		6	4	2	1 0
	Bukaan Kekar		Tidak Ada	< 0,1 mm	0,1 – 1,0 mm	1 – 5 mm > 5 mm
	Bobot		6	5	4	1 0
4	Kekasaran Kekar		Sangat Kasar	Kasar	Sedikit Kasar	Halus <i>Slickensided</i>
	Bobot		6	5	3	1 0
	Material Pengisi		Tidak Ada	Keras < 5 mm	Keras > 5 mm	Lunak < 5 mm Lunak > 5 mm
	Bobot		6	4	2	2 0
	Pelapukan		Tidak Lapuk	Sedikit Lapuk	Lapuk	Sangat Lapuk Hancur
	Bobot		6	5	3	1 0
5	Kondisi Air		Kering	Lembab	Basah	Menetes Mengalir
	Bobot		15	10	7	4 0

Tabel 2. Klasifikasi Kelas Kualitas Massa Batuan (Bieniawski 1989)

Kelas	Kualitas Massa Batuan	Nilai RMR
I	<i>Very Poor Rock</i>	0 – 20
II	<i>Poor Rock</i>	21 - 40
III	<i>Fair Rock</i>	41 – 60
IV	<i>Good Rock</i>	61 – 80
V	<i>Very Good Rock</i>	81 – 100

Tabel 3. Klasifikasi nilai RMR berserta parameter-parameter teknik massa batuan (Singh dan Goel, 2011)

No	Parameter/ Properties of Rock Mass	RMR (Rock Class)				
		100-81 (I)	80-61 (II)	60-41 (III)	40-21 (IV)	20-0 (V)
1	Classification of rock mass	<i>Very Good</i>	<i>Good</i>	<i>Fair</i>	<i>Poor</i>	<i>Very Poor</i>
2	Average stand-up time	20 years for 15m span	1 year for 10m span	1 week for 5 span	10 hours for 2.5m span	30 minutes for 1m span
3	Cohesion of rock mass (Mpa)	>0.4	0.3-0.4	0.2-0.3	0.1-0.2	<0.1
4	Angle of internal of rock mass	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	<15°
5	Allowable bearing pressure (T/m ²)	600-440	440-280	280-135	135-45	45-30

Tabel 4. Hasil Pembobotan Rock Mass Rating (RMR) LP 1

NO	PARAMETER	PEMBOBOTAN	KETERANGAN
1	<i>Uniaxial Compressive Strength</i>	0	<1 Mpa
2	<i>Rock Quality Designation</i>	20	92.45
3	Jarak Diskontinuitas	15	1.07
4	Kemenerusan Kekar	6	0.27m
5	Bukaan Kekar	1	1.52mm
6	Kekasaran Kekar	1	Halus
7	Material Pengisi	6	Tidak Ada
8	Pelapukan	6	Tidak Lapuk
9	Kondisi Air	10	Lembab
	NILAI RMR	65	<i>Good Rock</i>

Tabel 5. Hasil Pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR) LP 2

NO	PARAMETER	PEMBOBOTAN	KETERANGAN
1	<i>Uniaxial Compressive Strength</i>	0	<1Mpa
2	<i>Rock Quality Designation</i>	20	98.5
3	Jarak Diskontinuitas	20	6.1
4	Kemenerusan Kekar	6	0.4m
5	Bukaan Kekar	4	0.6mm
6	Kekasaran Kekar	1	Sedikit kasar
7	Material Pengisi	6	Tidak Ada
8	Pelapukan	3	Lapuk
9	Kondisi Air	15	Kering
NILAI RMR		75	<i>Good Rock</i>

Tabel 6. Hasil Pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR) LP 3

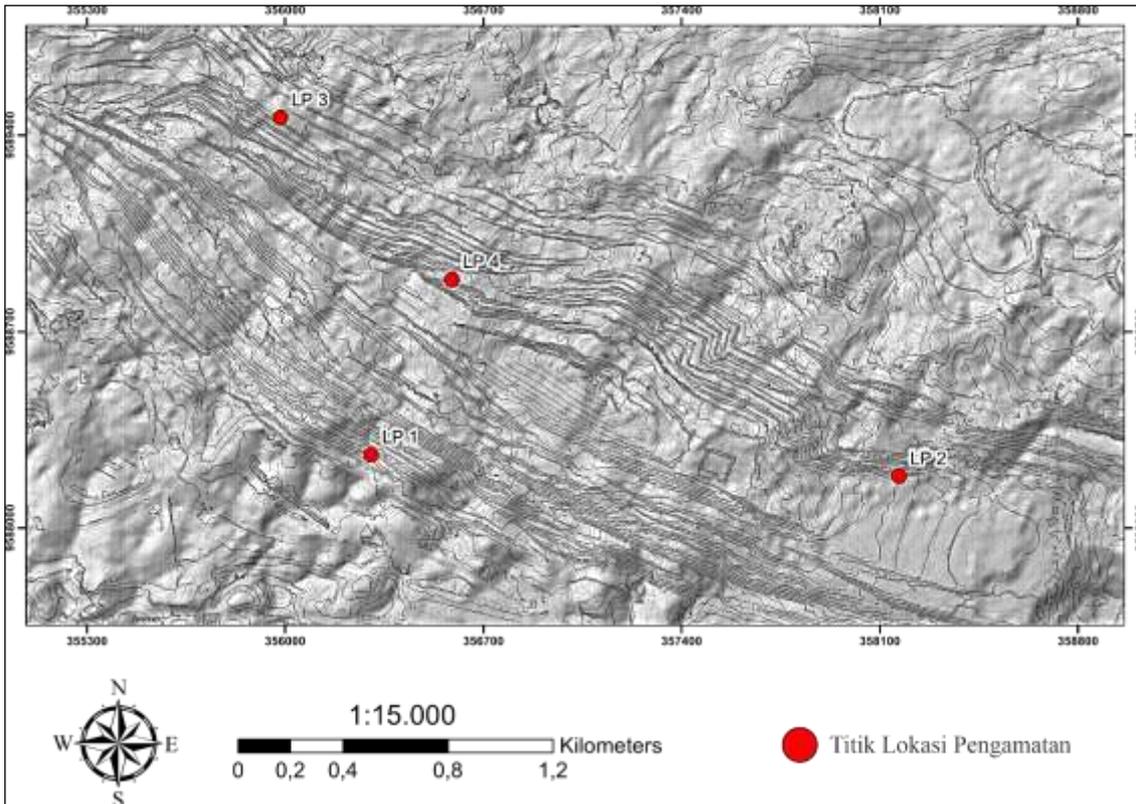
NO	PARAMETER	PEMBOBOTAN	KETERANGAN
1	<i>Uniaxial Compressive Strength</i>	0	0.57
2	<i>Rock Quality Designation</i>	8	40.60
3	Jarak Diskontinuitas	15	0.81
4	Kemenerusan Kekar	6	0.63
5	Bukaan Kekar	4	0.68mm
6	Kekasaran Kekar	3	Sedikit kasar
7	Material Pengisi	6	Tidak Ada
8	Pelapukan	5	Sedikit lapuk
9	Kondisi Air	10	lembab
NILAI RMR		57	<i>Fair Rock</i>

Tabel 7. Hasil Pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR) LP 4

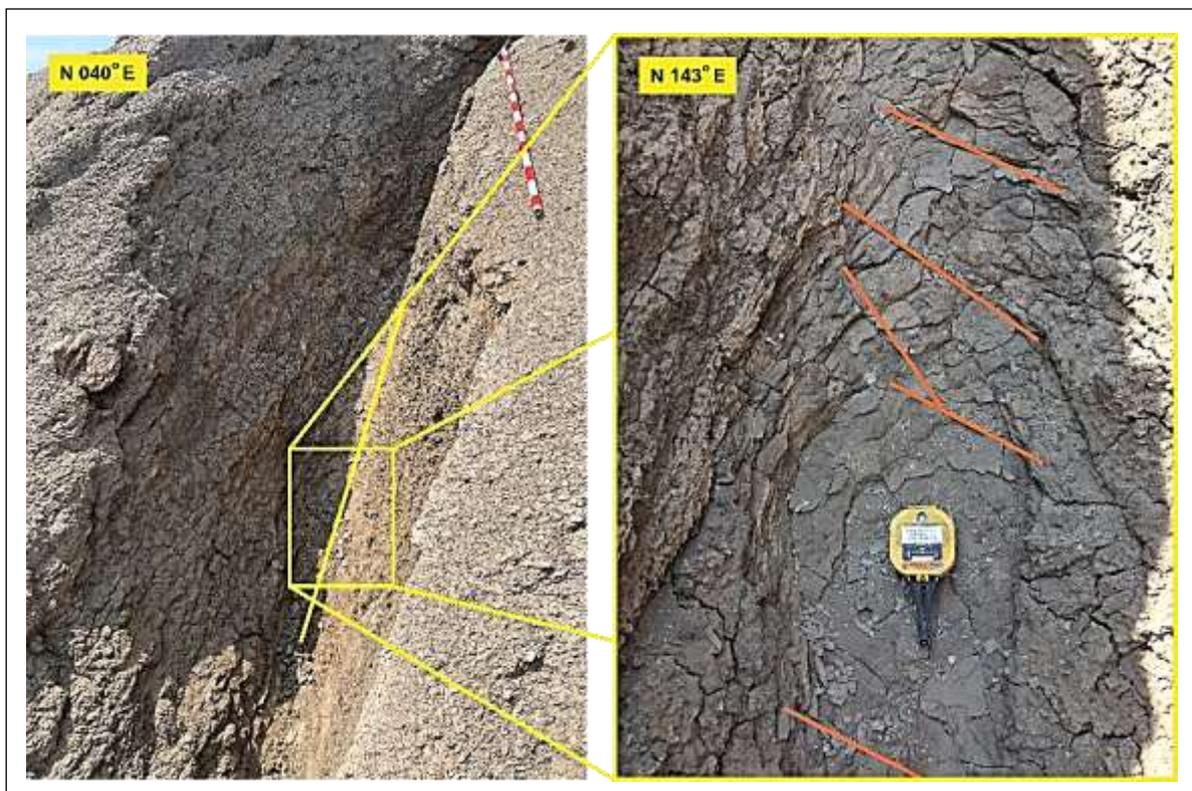
NO	PARAMETER	PEMBOBOTAN	KETERANGAN
1	<i>Uniaxial Compressive Strength</i>	0	0.98
2	<i>Rock Quality Designation</i>	20	91.93
3	Jarak Diskontinuitas	20	8.65
4	Kemenerusan Kekar	6	0.98
5	Bukaan Kekar	1	2
6	Kekasaran Kekar	1	Halus
7	Material Pengisi	6	Tidak Ada
8	Pelapukan	1	Sangat Lapuk
9	Kondisi Air	7	Basah
NILAI RMR		62	<i>Good Rock</i>

Tabel 8. Kalkulasi Hasil Pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR) pada Daerah Penelitian.

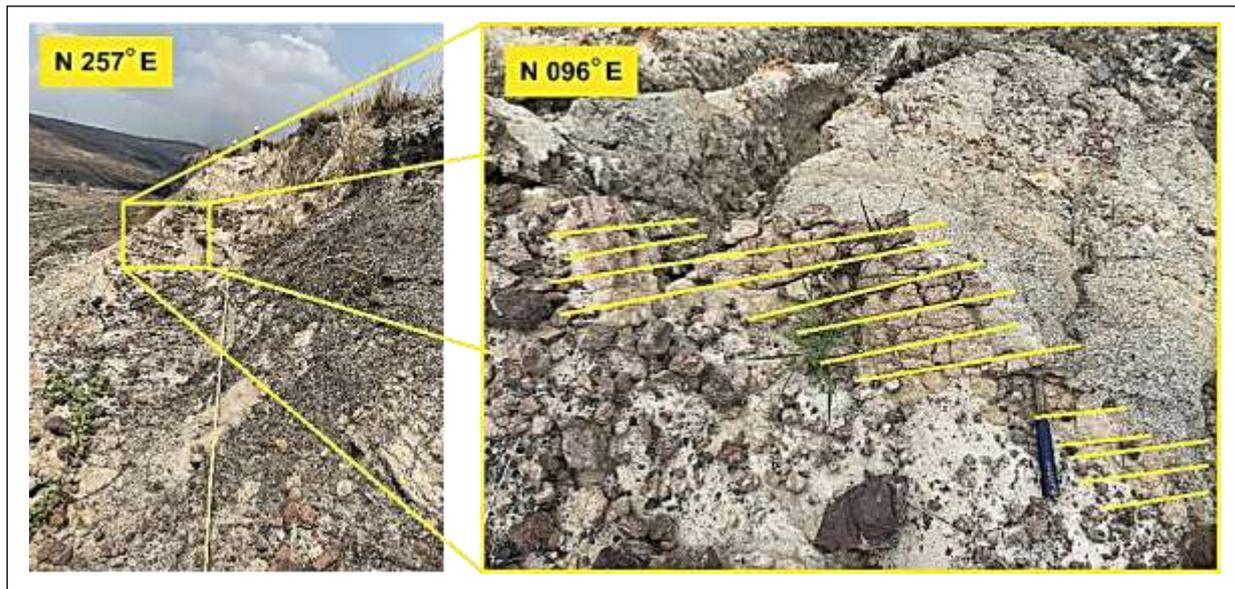
Lokasi RMR	Nilai Hasil Pembobotan	Kelas	Keterangan
LP 1	65	IV	<i>Good Rock</i>
LP 2	75	IV	<i>Good Rock</i>
LP 3	57	III	<i>Fair Rock</i>
LP 4	62	IV	<i>Good Rock</i>



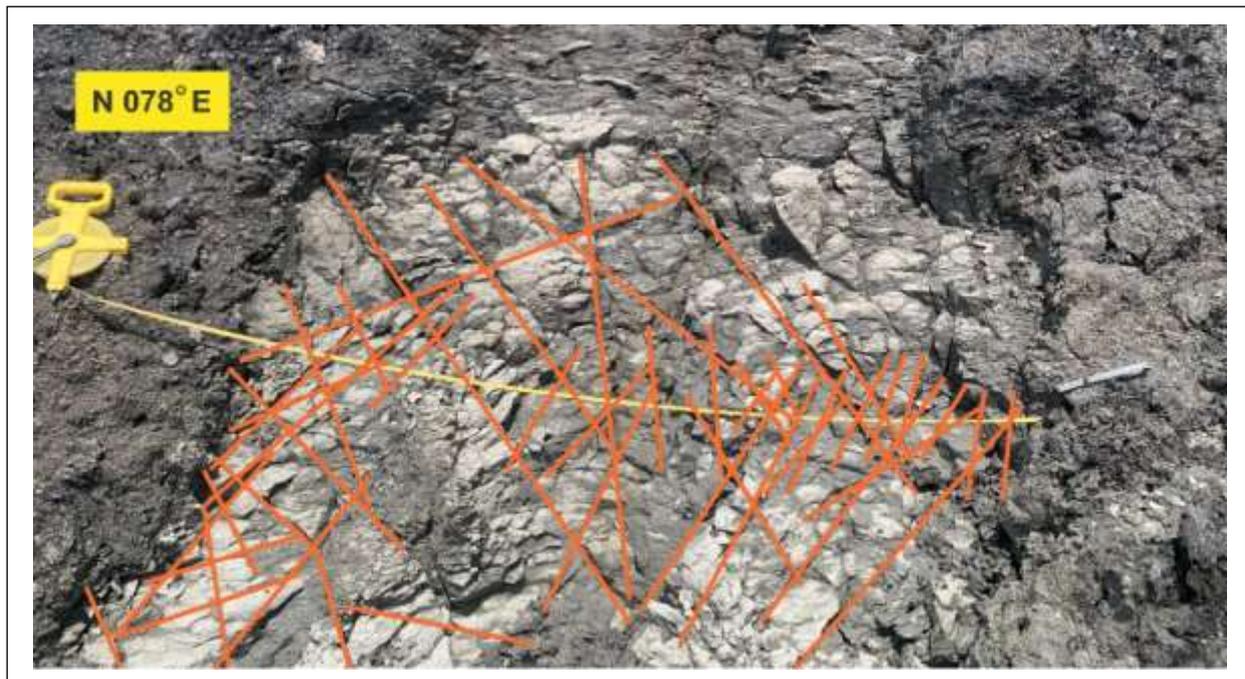
Gambar 1. Peta Titik Pengambilan Data Rock Mass Rating (RMR)



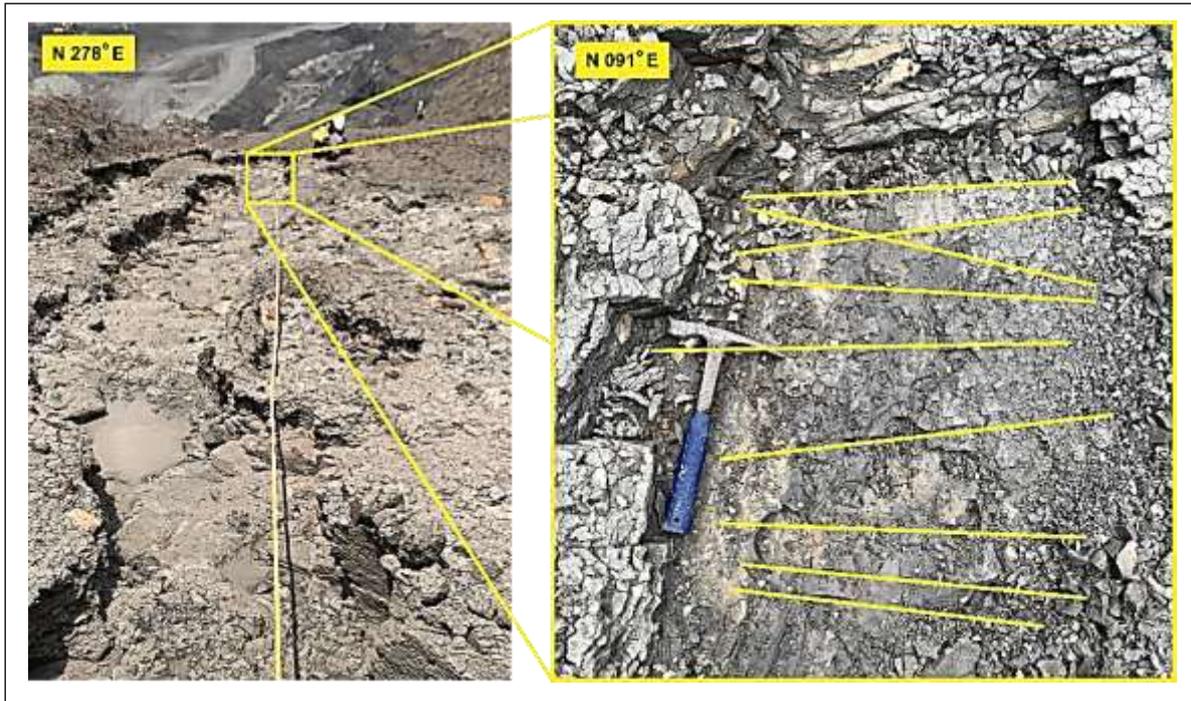
Gambar 2. Singkapan LP 1



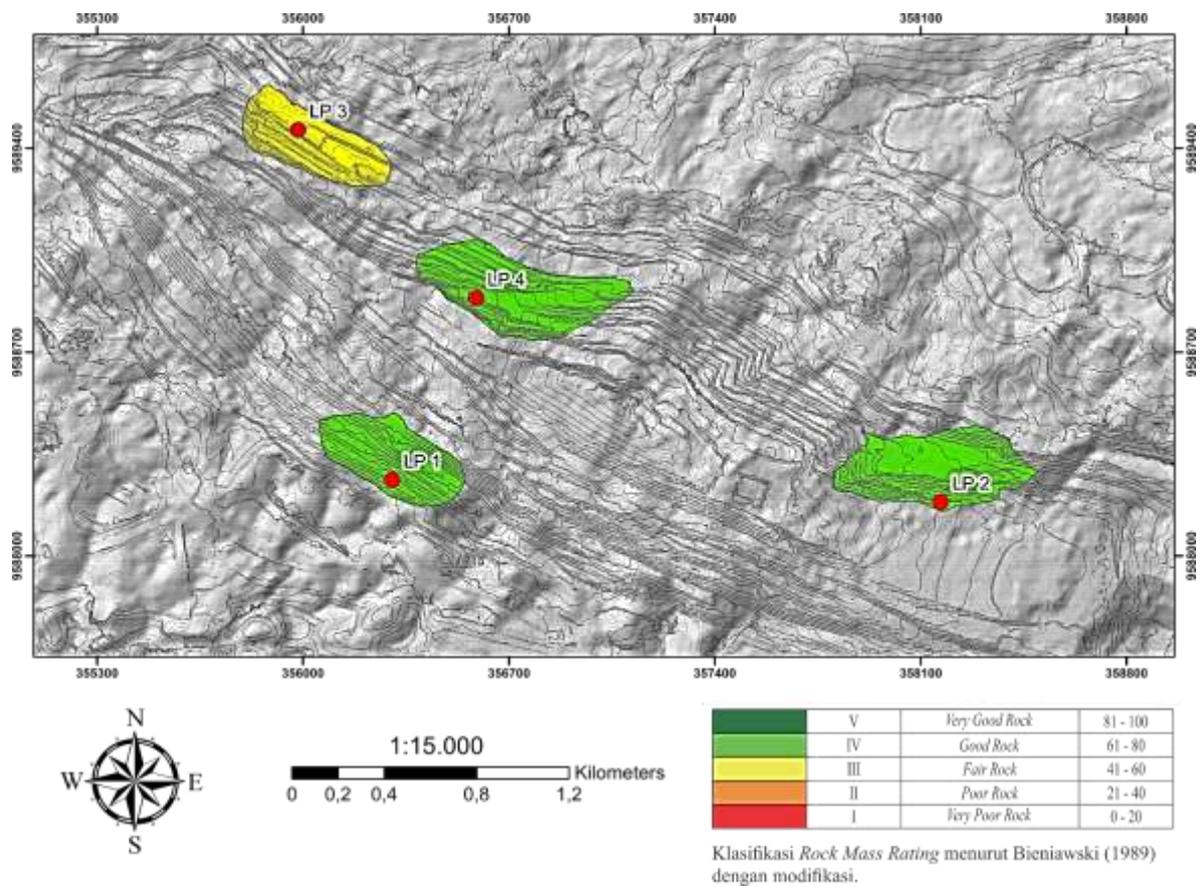
Gambar 3. Singkapan LP 2



Gambar 4. Singkapan LP 3



Gambar 5. Singkapan LP 4



Gambar 6. Peta Klasifikasi Rock Mass Rating (RMR) menurut Bieniawski (1989) dengan modifikasi