

Analisis Klasifikasi Massa Batuan Dengan Metode *Slope Mass Rating* Pada Lereng Tambang Emas Pit Gosowong North PT. Nusa Halmahera Minerals, Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara

Wewen Agustian¹, Novandri Kusuma Wardana², Bayurohman Pangacella Putra³

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : 7100190004@students.itny.ac.id, novandri.kusuma@itny.ac.id

ABSTRAK

PT. Nusa Halmahera Minerals merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan bijih emas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi parameter-parameter *Rock Mass Rating* untuk mengetahui massa batuan lereng. Menganalisa arah kekar, kemiringan kekar, arah lereng, dan kemiringan lereng yang bertujuan untuk menentukan kelas massa batuan pada daerah penelitian berdasarkan metode *Slope Mass Rating*. Nilai *Slope Mass Rating* didapatkan dari hasil pembobotan nilai RMR dengan faktor penyesuaian yang tergantung pada lereng dan menambahkan satu faktor tergantung pada metode pengupasan lereng. Hasil perhitungan oleh peneliti maka didapatkan pembobotan antara lain : (1) kuat tekan batuan utuh yaitu 22,98 Mpa dengan bobot 2, (2) *Rock Quality Designation* memiliki persentase 94.55% dengan bobot 20, (3) spasi diskontinuitas 0.83 meter dengan bobot 15, (4) Kondisi diskontinuitas memiliki bobot 17,33, (5) kondisi air tanah dalam keadaan kering dengan bobot 15. Sehingga diketahui pembobotan akhir RMR yaitu 67 untuk *scanline* 1, 71 untuk *scanline* 2, dan 70 untuk *scanline* 3. Setelah didapatkan bobot akhir RMR, diperoleh hasil SMR dengan bobot 62,22 pada *scanline* 2 termasuk kedalam kelas II dengan deskripsi Baik, memiliki tingkat kestabilan Stabil, dan kriteria kelongsorannya berupa beberapa blok. Sedangkan bobot 49,13 pada *scanline* 1 dan 56,22 pada *scanline* 3 yg termasuk kedalam kelas III dengan deskripsi Sedang, memiliki tingkat kestabilan Sebagian Stabil, dan kriteria kelongsorannya berupa beberapa kekar atau banyak baji.

Kata kunci: *Rock Mass Rating*, *Slope Mass Rating*, Kemiringan lereng, Arah lereng.

ABSTRACT

PT. Nusa Halmahera Minerals is a company engaged in gold ore mining. This study aimed to identify *Rock Mass Rating* parameters to determine the mass of slope rocks. Analyzing the stout direction, stout slope, slope direction, and slope slope which aims to determine the class of rock mass in the study area based on the *Slope Mass Rating* method. The *Slope Mass Rating* value is obtained from the results of weighting the RMR value with an adjustment factor that depends on the slope and adding one factor depending on the slope stripping method. The results of calculations by researchers obtained weights including (1) compressive strength of intact rock, which is 22.98 Mpa with a weight of 2, (2) *Rock Quality Designation* has a percentage of 94.55% with a weight of 20, (3) discontinuity space of 0.83 meters with a weight of 15, (4) Discontinuity conditions have a weight of 17.33, (5) groundwater conditions in a dry state with a weight of 15. So it is known that the final weighting of RMR is 67 for *scanline* 1, 71 for *scanline* 2, and 70 for *scanline* 3. After obtaining the final weight of RMR, the results of SMR with a weight of 62.22 on *scanline* 2 are included in class II with a description of Good, have a stable level of stability, and the avalanche criteria are several blocks. While the weight of 49.13 on *scanline* 1 and 56.22 on *scanline* 3, included in class III with a description of Medium, has a level of stability of Partially Stable, and the avalanche criteria are several stout or many wedges.

Keyword: *Rock Mass Rating*, *Slope Mass Rating*, *Slope Slope*, *Slope Direction*.

PENDAHULUAN

PT. Nusa Halmahera Minerals merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan bijih emas yang menjalankan kegiatan penambangannya dengan metode penambangan *underground* pada UG Kencana dan UG Toguraci sedangkan *surface mining* pada Pit Gosowong North. Daerah operasi yang dikenal dengan Gosowong Site berada di belahan timur bagian utara Pulau Halmahera, Provinsi Maluku Utara. PT. Nusa Halmahera Minerals.

Aktivitas penambangan pada tambang emas yang berada pada PT. Nusa Halmahera Minerals yang berhubungan dengan kegiatan penggalian, peledakan, dan pengangkutan akan menghadapi masalah dengan lereng, baik itu pada lereng kerja maupun pada lereng akhir (*final slope*). Klasifikasi massa batuan merupakan

salah satu bentuk bagian untuk menentukan tingkat kemantapan lereng yang terdiri dari beberapa parameter yang sangat cocok untuk mewakili karakteristik massa batuan, khususnya sifat-sifat bidang lemah atau kekar dan derajat pelapukan massa batuan. Atas dasar ini sudah banyak usulan atau modifikasi klasifikasi massa batuan untuk merancang kemantapan lereng.

Klasifikasi *Rock Mass Rating* diusulkan oleh Bieniawski (1989) digunakan untuk menentukan kualitas massa batuan berdasarkan lima parameter, yakni kuat tekan batuan utuh (UCS), RQD (dengan melakukan pengukuran), spasi bidang-bidang diskontiniu, kondisi diskontinuitas, dan kondisi air tanah Irwandy Arif (2016). Romana (1990) menyertakan bobot pengatur orientasi kekar untuk memodifikasi *Rock Mass Rating* menjadi klasifikasi massa batuan yang baru yang disebut *Slope Mass Rating*.

Untuk mengetahui kemantapan lereng berdasarkan klasifikasi massa batumannya pada PT. Nusa Halmahera Minerals diperlukan metode yang tepat yang sesuai dengan kondisi geologi, genesa, dan endapannya demi mencegah bahaya keruntuhan atau kelongsoran selama produksi berlangsung. Dalam pengaplikasiannya, maka peneliti melakukan klasifikasi massa batuan dengan pengaplikasian pendekatan empirik dari klasifikasi massa batuan *Slope Mass Rating*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menyesuaikan dengan masalah dan tujuan penelitian dimana pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

Studi Literatur

Mencari dan mempelajari teori tentang klasifikasi *Rock Mass Rating* dan *Slope Mass Rating* yang berhubungan dengan kestabilan lereng tambang melalui buku *Engineering Slope Mass Classification* (Bieniawski, 1989) dan jurnal-jurnal terkait. Selain itu, juga dapat mempelajari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya berupa skripsi dan laporan perusahaan.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperoleh ada data primer dan data sekunder.

Data Primer

Data Primer yang diperoleh dari pengambilan data *scanline* dan pengujian kuat tekan batuan:

- a. Data *Uniaxial Compressive Strength (UCS) Test*
- b. Data *Rock Quality Designation (RQD)*
- c. jarak diskontinuitas
- d. Data kondisi diskontinuitas
- e. Data orientasi bidang diskontinuitas

Data Sekunder

- a. Peta Kesampaian Daerah
- b. Peta Geologi Regional
- c. Data Curah Hujan
- d. Data Stratigrafi

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan setelah semua data primer dan data sekunder dikumpulkan. Dilakukan input penilaian klasifikasi stabilitas lereng dengan metode empirik yaitu *Rock Mass Rating* dan *Slope Mass Rating* dimulai dengan menentukan nilai UCS dari sample batuan penyusun lereng, menentukan nilai RQD, mengukur jarak diskontinuitas, dan menilai kondisi diskontinuitas. Dilanjutkan dengan menentukan faktor-faktor koreksi dari analisis SMR dan dijumlahkan dengan nilai RMR *basic* sehingga didapatkan nilai kelas SMR dari lereng.

HASIL DAN ANALISIS

Analisis klasifikasi massa batuan ini bertujuan untuk mengetahui penggolongan batu andesit yang merupakan penyusun dari lereng untuk jenis batu andesit yang berbeda terhadap komposisi, struktur, maupun tekstur dalam suatu jenjang atau lereng pada tambang. Tingkat kelas massa batuan pada lereng didapatkan berdasarkan parameter RMR dan SMR, selain itu dapat mengetahui rekomendasi perkuatan lereng penambangan berdasarkan SMR agar mengurangi terjadinya longsor serta penanggulangan masalah yang muncul pada area tambang tersebut guna mendukung aktivitas produksi.

Klasifikasi Massa Batuan Metode *Rock Mass Rating* (RMR)

Pengamatan dan pengukuran berdasarkan klasifikasi massa batuan metode *Rock Mass Rating* (RMR) terdiri dari lima parameter, yaitu kuat tekan batuan utuh, Rock Quality Designation (RQD), jarak kekar, kondisi kekar, dan kondisi air tanah.

Kuat Tekan Batuan Utuh (UCS)

Tabel 1. Data Hasil Kuat Tekan Batuan

No	Jenis Batuan	Sample	Hasil Uji UCS		Rata-rata		Bobot
			MPa	kN	MPa	kN	
1	Andesit	Sample 1	24,68	138,8	22,9875	129,3	2
2		Sample 2	14,27	80,3			
3		Sample 3	25,23	141,9			
4		Sample 4	27,77	156,2			

Rock Quality Designation (RQD)

Tabel 2. Rock Quality Designation (RQD)

No	Lokasi Pengamatan	RQD%	Bobot
1	Scanline 1	93,81	20
2	Scanline 2	96,75	20
3	Scanline 3	93,09	20
	Rata-rata	94,55	20

Jarak Kekar

Tabel 3. Pengukuran Jarak Kekar Pada Lereng

No	Lokasi Pengamatan	Jarak Kekar (m)	Bobot
1	Scanline 1	0,71	15
2	Scanline 2	1,1	15
3	Scanline 3	0,68	15
	Rata-rata	0,83	15

Kondisi Kekar

Tabel 4. Data Hasil Pengamatan dan Pengukuran Kondisi Kekar

No	Lokasi Pengamatan	Kemenerusan (m)	Lebar bukaan (mm)	Kekasaran (mm)	Material pengisi	Pelapukan	Nilai Bobot
1	Scanline 1	2,87	3,40	Agak Kasar	Keras <5 mm	Sedang	15
	Bobot	4	1	3	4	3	
2	Scanline 2	2,26	2,29	Kasar	Keras <5 mm	agak lapuk	19
	Bobot	4	1	5	4	5	
3	Scanline 3	3,04	3,05	Kasar	Keras <5 mm	Tidak lapuk	18
	Bobot	2	1	5	4	6	
			Rata-rata				17,33

Kondisi kekar dapat dilihat dari keadaan umum kekar pada lereng, berupa kemenerusan 1-3 m, lebar bukaan 1-5 mm, tingkat kekasaran pada bobot agak kasar sampai kasar, material pengisi keras <5 mm, dan tingkat pelapukan yang sedang sampai tidak lapuk. Berdasarkan pengamatan termasuk dalam nilai bobot 15, 19, dan 18 pada tabel RMR dan dirata-ratakan bobotnya adalah 17,33.

Kondisi Air Tanah

Tabel 5. Data Hasil Pengamatan Kondisi Air Tanah

No	Lokasi Penelitian	Kondisi Air Tanah	Bobot
1	Scanline 1	Kering	15
2	Scanline 2	Kering	15

3	Scanline 3	Kering	15
	Rata-rata		15

Penentuan kondisi air tanah dengan cara mengamati dan memungkinkan meraba permukaan dalam rekaha bidang tiap kekar, dari pengamatan ini didapatkan kondisi bidang-bidang pada kekar dalam kondisi kering dikarenakan disepanjang lereng penelitian ditemukan kondisi umum dari lereng adalah kering dan tidak ditemukan aliran air pada tiap-tiap bidang diskontinu. Dimana untuk kondisi air tanah Kering memiliki bobot 15.

Tabel 6. Rekap Hasil *Rock Mass Rating* (RMR)

No.	Parameter	Pembobotan		
		Scanline 1	Scanline 2	Scanline 3
1	UCS	2	2	2
2	RQD	20	20	20
3	Jarak Antar Kekar	15	15	15
		Kondisi Kekar		
4	1. Kemenerusan	4	4	2
	2. Lebar permukaan kekar	1	1	1
	3. Kekasaran	3	5	5
	4. Isian	4	4	4
	5. Pelapukan	3	5	6
5	Air Tanah	15	15	15
	RMR _{Basic}	67	71	70

Tabel 7. Pembobotan RMR Kualitas Massa Batuan

RMR (<i>Rock Class</i>)					
Profil Massa Batuan			Deskripsi		
Pembobotan	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0
Kelas massa batuan	I	II	III	IV	V
Deskripsi batuan	Sangat baik	Baik	Sedang	Jelek	Sangat jelek

Dari klasifikasi massa batuan didapatkan total nilai RMR pada tiga lokasi pengamatan adalah 67, 71, dan 70. Dilihat dalam tabel kelas massa batuan maka termasuk dalam kelas II yang artinya ketiga lokasi penelitian termasuk dalam batuan Baik.

Klasifikasi Massa Batuan dengan Metode *Slope Mass Rating* (SMR)

Slope Mass Rating merupakan penerapan nilai RMR untuk memperkirakan sudut kemiringan lereng pengupasan. Romana (1990) mengaitkan nilai RMR dengan faktor penyesuaian dari orientasi kekar terhadap orientasi lereng serta sistem pengupasan lereng dalam bentuk angka *rating* (pembobotan).

Pada tahapan ini setelah didapatkan nilai total RMR pada lokasi penelitian, maka selanjutnya dianalisis kelas SMR sesuai dengan potensi longsor yang akan terjadi pada lereng penelitian. Terdapat empat parameter pada SMR yaitu nilai dari RMR *basic*, F1, F2, F3, dan F4. Seluruh parameter tersebut dibobotkan dan dijumlahkan untuk mendapatkan nilai total SMR. Nilai total dari pembobotan menghasilkan nomor kelas kemantapan lereng yang menjelaskan deskripsi massa batuan dan kemungkinan untuk longsor.

Tabel 8 Analisis Menggunakan Metode SMR *Planar*

Lokasi Pengamatan	SMR <i>Planar</i>
Scanline 1	47,96
Scanline 2	38,14
Scanline 3	51,50

Tabel 9 Analisis Menggunakan Metode SMR *Toppling*

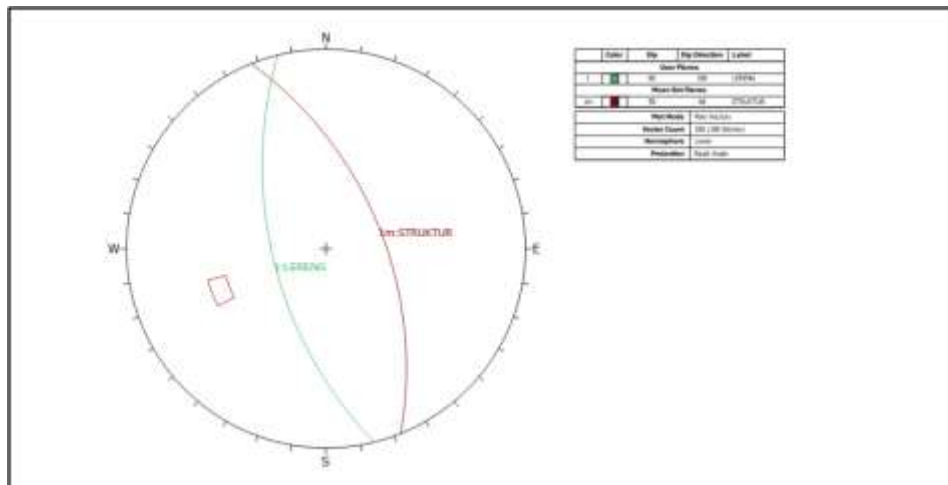
Lokasi Pengamatan	SMR <i>Toppling</i>
Scanline 1	49,13
Scanline 2	62,22
Scanline 3	56,22

Nilai SMR pada tabel 3 dan 4 didapatkan dari rata-rata nilai SMR pada lampiran H dan I.

Tabel 10. Hasil Analisis Klasifikasi SMR (*Slope Mass Rating*)

No	Lokasi Pengamatan	SMR	No Kelas	Kelas Massa Batuan	Kemantapan Lereng	Kelongsoran
1	Scanline 1	49,13	III	Sedang	Stabil Sebagian	Beberapa kekar atau banyak baji
2	Scanline 2	62,22	II	Baik	Stabil	Beberapa blok
3	Scanline 3	56,22	III	Sedang	Stabil Sebagian	Beberapa kekar atau banyak baji

Dari klasifikasi massa batuan *Slope Mass Rating* didapatkan total nilai SMR pada tiga lokasi pengamatan adalah 49,13 pada *scanline* 1, 62,22 pada *scanline* 2, dan 56,22 pada *scanline* 3. Dari ketiga hasil pembobotan tiap *scanline* memiliki dua kelas massa batuan yang berbeda dimana pada *scanline* 1 dan *scanline* 3 memiliki kelas massa batuan yang sama yaitu dalam tabel kelas massa batuan *Slope Mass Rating* termasuk dalam kelas III dimana lokasi penelitian termasuk dalam kelas massa batuan Sedang, untuk kemantapan lereng Stabil Sebagian dimana lereng masih dalam keadaan aman namun masih memungkinkan terjadinya batuan jatuh dengan potensi kelongsoran yang terjadi pada Beberapa kekar. Sedangkan pada *scanline* 2 bobot *Slope Mass Rating* nya termasuk pada kelas II dengan kelas massa batuan Baik, untuk kemantapan lereng Stabil dimana lereng dikatakan aman dengan kriteria kelongsoran berupa Beberapa Blok bongkah batuan.



Gambar 1. Orientasi Antara Kekar dan Lereng jenis longsor *Topling*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis klasifikasi massa batuan yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Rock Mass Rating* diukur dari beberapa parameter yaitu kuat tekan batuan utuh dengan nilai 22,98 MPa dengan bobot 2. *Rock Quality Designation* memiliki nilai rata-rata 94,55% yang berkisar 90-100% dengan bobot 20, jarak antar diskontinuitas memiliki nilai rata-rata 0,83 meter yang berkisar 0,6-2 meter dengan bobot 15. Kondisi diskontinuitas masing-masing *scanline* memiliki bobot 15, 19, dan 18 sesuai penjumlahan bobot dari kondisi kekar dirata-ratakan memiliki bobot 17,33, dan kondisi air tanah memiliki nilai bobot 15 pada kondisi kering.
- Berdasarkan hasil pembobotan dengan menggunakan metode RMR diperoleh jumlah pembobotan masing-masing *scanline* sebesar 67 untuk *scanline* 1, bobot 71 untuk *scanline* 2, dan 70 untuk *scanline* 3. Dimana hasil pengukuran ketiga *scanline* pada lereng digolongkan dan diklasifikasikan memiliki kelas massa batuan yang sama berkisar pada bobot 61-80 yaitu batuan kelas II yang dideskripsikan jenis batuan Baik.
- Nilai *Slope Mass Rating* pada lereng berdasarkan nilai RMR dihitung dengan parameter faktor koreksi SMR yaitu F1, F2, F3, dan F4 didapatkan lereng memiliki 2 kelas berdasarkan bobot SMR yaitu bobot 62,22 pada *scanline* 2 termasuk kedalam kelas II dengan deskripsi Baik, memiliki tingkat kestabilan Stabil, dan kriteria kelongsorannya berupa beberapa blok. Sedangkan bobot 49,13 pada *scanline* 1 dan

56,22 pada *scanline* 3 yg termasuk kedalam kelas III dengan deskripsi Sedang, memiliki tingkat kestabilan Sebagian Stabil, dan kriteria kelongsorannya berupa beberapa kekar atau banyak baji.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada berbagai pihak khususnya kepada Program Studi Teknik Pertambangan ITNY dan Manajemen PT. Nusa Halmahera Minerals atas *supportnya* dalam memberikan keleluasaan pengambilan data selama dilapangan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, I. (2016). *Geoteknik Tambang*. Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Bieniawski. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering*. Wiley.
- [3] Bieniawski, Z. T. (1979). *The Geomechanics Classification In Rock Engineering Applications. All Days, ISRM-4CONGRESS-1979-117*.
- [4] Deere, U., D., & W, D. (1989). *Rock Quality Designation (RQD) after Twenty Years*. Apps.Dtic.Mil.
- [5] Giani, G. P. (1992). *Rock Slope Stability Analysis*. Taylor & Francis.
- [6] Junaedy, M., & Efendi, R. (2016). Studi Zona Mineralisasi Emas Menggunakan Metode Magnetik Di Lokasi Tambang Emas Poboya (Gold mineralized zone studies using magnetic methods has been conducted in Poboya gold mine site). *Online Journal of Natural Science*, 5(2), 209–222.
- [7] Palmstrom, A. (1982). *The volumetric joint count—a useful and simple measure of the degree of rock mass jointing. In International Association of Engineering Geology. International congress. 4* (pp. 221-228).
- [8] Rai, M. A., Kramadibrata, S., & Watimena, R. K. (2014). *Mekanika Batuan* (pp. 1–515).
- [9] Romana. (1990). *SMR Geomechanics classification: Application, experience and validation*.
- [10] Romana, M. R. (1985). 23 - A Geomechanical Classification for Slopes: Slope Mass Rating. In J. A. HUDSON (Ed.), *Rock Testing and Site Characterization* (pp. 575–600). Pergamon.
- [11] Simmons, S. F., White, N. C., & John, D. A. (2005). Geological Characteristics of Epithermal Precious and Base Metal Deposits. In *One Hundredth Anniversary Volume*. Society of Economic Geologists.
- [12] Syarif, A., Nurhakim, N., & Hakim, R. N. (2020). Perancangan Alat Uji Beban Titik Menggunakan Pressure Gauge Serta Menentukan Korelasinya Terhadap Uji Kuat Tekan Uniaksial Pada Batulanau.
- [13] Wyllie, D. C., & Mah, C. (2004). *Rock Slope Engineering: Fourth Edition*. Taylor & Francis.
- [14],2022, Hasil Uji Laboratorium Kuat Tekan Batuan Utuh, PT. Nusa Halmahera Minerals.
- [15],2022, Data Curah Hujan Tahunan Tahun 2011-2022, Departemen Environment, PT. Nusa Halmahera Minerals.
- [16],2022, Peta Geologi Regional Gosowong, Departemen Minerals Kencana, PT. Nusa Halmahera Minerals.