

Penentuan Kelas Massa Batuan Dengan Klasifikasi *Rock Mass Rating (RMR)* Dan *Slope Mass Rating (SMR)* Pada Formasi Balikpapan Dan Pulau Balang Di Kota Samarinda
(Determination Of Rock Mass Class With Rock Mass Rating (RMR) And Slope Mass Rating (SMR) Classification In Balikpapan Formation And Pulau Balang Formation In Samarinda City)

M. Ridwan*, Harjuni Hasan, Agus Winarno, Revia Oktaviani, Tommy Trides
Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
muhridwan688@gmail.com

Abstrak

Massa batuan merupakan volume batuan yang terdiri dari material batuan berupa mineral, tekstur dan komposisi dan juga terdiri dari bidang-bidang diskontinu, membentuk suatu material dan saling berhubungan dengan semua elemen sebagai suatu kesatuan. Kekuatan massa batuan sangat dipengaruhi oleh frekuensi bidang-bidang diskontinu yang terbentuk. Kekar adalah salah satu struktur geologi yang sering ditemukan pada batuan. Penetrasi air ke dalam batuan menyebabkan massa batuan bertambah sehingga mempengaruhi kestabilan lereng, selain itu kekar juga merupakan bidang lemah yang bisa menjadi bidang gelincir dari sudut batuan. Penambangan dengan sistem tambang terbuka (*surface mining*) memerlukan perencanaan lereng yang optimal untuk ditambang, salah satunya dengan menggunakan metode karakteristik massa batuan dan analisis kestabilan lereng. Analisis massa batuan terdiri dari data *Rock Mass Rating (RMR)* dan *Slope Mass Rating (SMR)* yang didapatkan dari perhitungan data *scanline* yang dilakukan pada beberapa tempat. Data *scanline* kemudian digunakan sebagai acuan menghitung RMR dan SMR. Nilai SMR didapatkan dari hasil pembobotan nilai RMR yang kemudian dijadikan acuan dalam pembobotan SMR sesuai parameter-parameter SMR. Berdasarkan hasil penelitian diketahui Untuk nilai pembobotan RMR pada lereng A (BP) yaitu 72.27 masuk ke dalam kelas II yaitu batuan baik dan pada lereng B (PB) yaitu 72.1 masuk ke dalam kelas II yaitu batuan baik. Untuk nilai Pembobotan SMR pada lereng A (BP) yaitu 68.67 masuk ke dalam kelas nomor II dengan deskripsi baik, kestabilan lereng stabil dan kelongoran berupa blok. dan lereng B (PB) masuk ke dalam kelas nomor III dengan deskripsi baik, kestabilan lereng sebagian tidak stabil dan kelongoran dikontrol dengan adanya bidang lemah.

Kata Kunci: Analisis, Batuan, Kekar, RMR, SMR

Abstract

Rock mass is a volume of rock consisting of rock material in the form of minerals, texture and composition and also consists of a discontinuous plane, a material and interconnected with all elements as a unit. The strength of the rock mass is strongly influenced by the frequency of the discontinuous planes formed. Joints are one of the geological structures that are often found in rocks. The penetration of water into the rock causes the rock mass to increase so that it affects the stability of the slope, besides that the joint is also a weak field that can become a slip plane from the rock corner. Mining with an open-pit mining system (surface mining) requires optimal slope planning for mining, one of which is by using rock mass characteristics and slope stability analysis methods. Rock mass analysis consists of Rock Mass Rating (RMR) and Slope Mass Rating (SMR) data obtained from scanline data calculations carried out in several places. Scanline data is then used as a reference for calculating RMR and SMR. The SMR value is obtained from the results of the RMR weighting which is then used as a reference in the SMR weighting according to the SMR parameters. Based on the results of the study, it is known that the RMR weighting value on slope A (BP) is 72.27, it is classified into class II, namely good rock and on slope B (PB) is 72.1, it is classified as class II, which is good rock. For the SMR weighting value on slope A (BP) which is 68.67, it is included in class number II with a good description, slope stability and relief are in the form of blocks. And slope B (PB) is included in class number III with a description, slope stability is partially stable and slack. controlled by the presence of a weak field.

Keywords: Analysis, Joint, Rock, RMR, SMR

PENDAHULUAN

Klasifikasi massa batuan merupakan salah satu metode pendekatan rancangan empiris yang digunakan secara luas didalam rekayasa batuan. Dalam kenyataannya, dibanyak proyek pendekatan klasifikasi digunakan sebagai dasar praktis untuk merancang struktur di bawah tanah yang kompleks. penambangan yang lebih kecil, sehingga memudahkan penanganannya.

Pengamatan kekuatan massa batuan berdasarkan klasifikasi massa batuan yaitu menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR). Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam metode RMR adalah menentukan *Rock Quality Design* (RQD), jarak antar diskontinuitas (*Spacing of discontinuities*), kondisi diskontinuitas (*condition of discontinuities*), kondisi air tanah (*groundwater condition*), skala laboratorium paramaternya adalah menentukan kuat tekan batuan utuh (*strength of intact rock material*), sedangkan untuk SMR parameter-parameter yang digunakan adalah pembobotan dari nilai total RMR, hubungan kedudukan lereng dengan diskontinuitas (F1, F2 dan F3) dan metode penggalan lereng (F4). Berdasarkan permasalahan tersebut terdapat 2 target yaitu, Bagaimana mengelompokkan kelas massa batuan menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR).

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan masalah yang berkaitan judul penelitian berupa pengambilan bahan, baik berupa dasar teori maupun data-data objek yang diamati secara langsung dilapangan. Studi literatur yaitu pencarian literatur-literatur yang berkaitan dengan judul penelitian guna menunjang pengetahuan selama penelitian berlangsung. Untuk tahap ini literatur-literatur yang menjadi acuan sebagai bahan penunjang penelitian seperti jurnal penelitian, skripsi dan beberapa buku terkait judul penelitian. Pengamatan lapangan yang dilakukan adalah pengamatan terhadap lokasi penelitian. Tahap ini dilakukan dengan melihat langsung kondisi lapangan guna menyesuaikan metode atau cara pengambilan data dalam proses penelitian. Penelitian dilakukan pada dua tahap yaitu tahap penelitian lapangan dan tahap pengujian di laboratorium.

Metode Pengumpulan Data

Pengukuran bidang diskontinu dilakukan dilokasi penelitian, yaitu dengan mengukur setiap *strike* dan *dip* setiap bidang diskontinu sepanjang garis *scanline* yang juga diukur *dip* dan *dip direction*. Selain itu juga dilakukan pengamatan kondisi bidang diskontinu menggunakan parameter *Rock Mass Rating* (RMR) untuk menentukan klasifikasi masing-masing massa batuan tersebut. Pengujian sampel dilakukan secara manual mulai dari pengambilan sampai pembentukan dimensi sampel yaitu menggunakan palu, pasak besi dan linggis, sehingga bisa dikatakan sampel ini termasuk sampel terganggu (*disturbed*), akan tetapi perlakuan sampel diusahakan seminimal mungkin untuk tidak mengalami perubahan sifat dari batuan tersebut. Uji kekuatan batuan, yaitu dengan enam buah sampel batupasir (*sandstone*). Persiapan sampel uji dilakukan mulai dari pemotongan sampel batuan dengan syarat dimensi sampel yaitu diameter sampel tidak kurang dari 47 mm dan mempunyai perbandingan panjang sampel uji terhadap diameternya berkisar antara 2,0 sampai dengan 2,5.

Metode Analisis Data

Analisis data menggunakan nilai pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR) yaitu kuat tekan batuan utuh (UCS), *Rock Quality Design ation* (RQD), jarak diskontinu/kekar, kondisi diskontinu/kekar dan kondisi air tanah untuk nilai RMR *basic* sedangkan orientasi bidang diskontinu untuk menentukan jenis longsoran. Beberapa parameter yang dimasukkan sebagai dasar penilaian *Slope Mass Rating* (SMR) adalah Arah kemiringan lereng (α), Arah kemiringan (*dip direction*) bidang diskontinuitas (α_j), Sudut kemiringan diskontinuitas (β_j), Kemiringan lereng (β_s) Setelah semua nilai parameter didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam persamaan *Slope Mass Rating* (SMR).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada lokasi Lereng A (BP) dengan menggunakan *global positioning system* (GPS) untuk mendapatkan koordinat titik lokasi pengukuran $0^{\circ}27'24.14''$ LS dan $117^{\circ}9'19.09''$ BT singkapan batupasir berwarna kuning kecoklatan hingga abu-abu kehitaman, ketebalan lapisan batuan berkisar antara 20-583 cm dan ketinggian singkapan mencapai 16.7 meter. nilai arah garis pengukuran lereng A (BP) memiliki arah N 130° E dengan kemiringan 60° . Material lereng berupa batupasir (*sandstone*) yang berwarna kuning kecoklatan hingga abu-abu kehitaman. Adapun vegetasi di atas lereng berupa pohon yang tidak begitu banyak. Lapisan tanah diatas lereng sekitar 10-15 cm Dari batupasir. Tidak ada terjadinya aktivitas di atas lereng tetapi masyarakat masih melakukan kegiatan penambangan pada dinding lereng.

Koordinat titik lokasi pengukuran lokasi Lereng B (PB) 0°24'11.30" LS dan 117°8'58.42" BT singkapan batupasir berwarna kuning kecoklatan hingga abu-abu, ketebalan lapisan batuan berkisar antara 10-530 cm dan ketinggian singkapan mencapai 10.10 meter, arah garis pengukuran lereng A (BP) memiliki arah N 12° E dengan kemiringan 41°. Material lereng di lokasi penelitian berupa batupasir (*sandstone*) yang berwarna kuning kecoklatan hingga abu-abu. Adapun vegetasi di atas lereng berupa pohon yang begitu banyak. Lapisan tanah diatas lereng sekitar 20-40 cm dari batupasir. Tidak ada terjadinya aktivitas di atas lereng.

Nilai kuat tekan batuan tersebut ditunjukkan dari hasil nilai tertinggi tepat sebelum batuan mengalami keruntuhan, pengujian sifat mekanik batuan dan hasil dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sampel Batupasir Lereng A (BP)

Kode Sampel	Diameter (d) (m)	Panjang (l) (m)	Luas (A) (m ²)	l/d
SS1	0.04	0.08	0.001256	2
SS2	0.04	0.08	0.001256	2
SS3	0.04	0.08	0.001256	2

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sampel Batupasir Lereng B (PB)

Kode Sampel	Diameter (d) (m)	Panjang (l) (m)	Luas (A) (m ²)	l/d
SS4	0.04	0.08	0.001256	2
SS5	0.04	0.08	0.001256	2
SS6	0.04	0.08	0.001256	2

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kekuatan Sampel Batupasir Lereng A (BP)

Kode Sampel	Pembobotan Kuat Tekan Mortar (kN)	Pembobotan Kuat Tekan Mortar Terkoreksi (kN)	Kuat Tekan (σ _{ca}) (Mpa)	Kuat Tekan Terkoreksi (σ _c) (Mpa)	Kuat Tekan Terkoreksi Rata-Rata (σ _c) (Mpa)
SS1	9	2.57	7.17	7.17	
SS2	15	4.29	11.9	11.9	9.01
SS3	10	2.86	7.96	7.96	

Pada pengujian sampel batupasir lereng A (BP) nilai kuat tekan batuan dengan rata-rata 9.01 Mpa memiliki nilai bobot 2 dan Lereng B (PB) dengan rata-rata 7.17 Mpa memiliki nilai bobot 2.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kekuatan Sampel Batupasir Lereng B (PB)

Kode Sampel	Pembobotan Kuat Tekan Mortar (kN)	Pembobotan Kuat Tekan Mortar Terkoreksi (kN)	Kuat Tekan (σ _{ca}) (Mpa)	Kuat Tekan Terkoreksi (σ _c) (Mpa)	Kuat Tekan Terkoreksi Rata-Rata (σ _c) (Mpa)
SS4	10	2.86	7.96	7.96	
SS5	8	2.29	6.37	6.37	7.17
SS6	9	2.57	7.17	7.17	

Pada pengujian sampel batupasir lereng A (BP) nilai kuat tekan batuan dengan rata-rata 9.01 Mpa memiliki nilai bobot 2 dan Lereng B (PB) dengan rata-rata 7.17 Mpa memiliki nilai bobot 2.

Tabel 5. Pembobotan RQD

Lereng	Nilai RQD (%)	Kualitas Batuan	Pembobotan
A (BP)	99.98	Baik Sekali	20
B (PB)	99.99	Baik Sekali	20

Hasil pengukuran dan perhitungan menunjukkan bahwa nilai RQD batupasir Lereng A (BP) mencapai 99.98 % dan Lereng B (PB) mencapai 99.99 % yang kemudian dibobotkan sesuai pada tabel 5 yang berarti kualitas batuan tersebut baik sekali dan keduanya memiliki nilai pembobotan 20.

Data pengukuran kekar diperoleh spasi bidang diskontinu untuk lereng A (BP) yaitu 4,55 m dan untuk lereng B (PB) 6,99 m. Nilai spasi bidang diskontinu tersebut termasuk dalam kondisi sangat lebar untuk kedua lereng dengan nilai bobot 20.

Kemenerusan bidang diskontinu rata-rata sampel batupasir lereng A (BP) 3.177 m dengan nilai rata-rata 3.27 m dan lereng B (PB) 3.052 m dengan nilai rata-rata 3.10 m dengan nilai bobot kedua lereng 20. Jarak rata-rata antar permukaan bidang diskontinu masing-masing bidang, yaitu pada lereng A (BP) 0.155 mm dan pada lereng B (PB) 0.138 mm dengan nilai rata-rata bobot untuk kedua lereng adalah 4 mm.

Permukaan bidang diskontinu pada batupasir lereng A (BP) relatif sedikit kasar dan lereng B (PB) juga sedikit kasar, dengan nilai bobot 3. Material pengisi pada lereng A (BP) dan Lereng B (PB) tersebut antara lain berupa oksida besi, *clay*, dan pasir dengan nilai bobot 2. Sampel batupasir mengalami pelapukan, ditandai dengan adanya perubahan warna di sebagian batuan terutama pada permukaan dengan bidang diskontinu. pada lereng A (BP) tingkat pelapukan lunak dan lereng B (PB) juga lunak dibandingkan batuan aslinya dengan nilai bobot 3.

Tabel 6. Klasifikasi Kondisi Kekar Rata-rata

Deskripsi	Lereng A (BP)	Lereng B (PB)
Panjang kekar/kemenerusan (<i>Persistence/continuity</i>)	3.177 m	3.052 m
Jarak antar permukaan kekar (<i>Separation/aperture</i>)	0.155 mm	0.138 mm
Kekasaran kekar (<i>Roughness</i>)	sedikit kasar	sedikit kasar
Material pengisi (<i>Infilling/gouge</i>)	Ada, material lunak dan keras < 5 mm	Ada, material lunak dan keras < 5 mm
Kelapukan (<i>Weathering</i>)	Lapuk	Lapuk

Tabel 7. Kondisi Air Tanah

Lereng	Jenis Sampel Batuan	Tekanan Air Pada Kekar/Tegangan Utama Maksimum
A (BP)	Batupasir	Kering
B (PB)	Batupasir	Kering

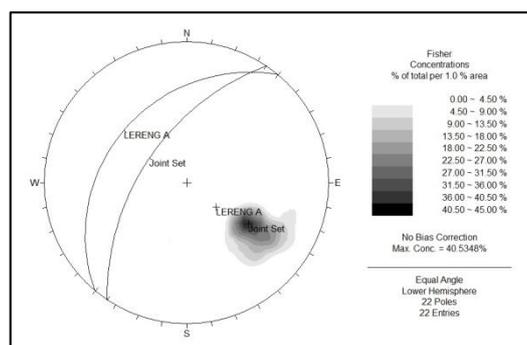
Pada sekeliling lokasi penelitian tidak ditemukan adanya aliran air tanah, kondisi batuan dan tanah di sekitarnya pun terasa kering, sehingga bisa dikatakan kondisi air tanah di daerah tersebut adalah kering dan memiliki nilai bobot 15.

Tabel 8. Hasil Pembobotan Nilai RMR

Parameter	Pembobotan		
	Lereng A (BP)	Lereng B (PB)	
Kuat Tekan (UCS)	2	2	
RQD	20	20	
Spasi Bidang Diskontinu	20	20	
Kondisi Bidang Diskontinu	<i>Continuity</i>	3.27	31
	<i>Separation</i>	4	4
	<i>Roughness</i>	3	3
	<i>Infilling</i>	2	2
	<i>Weathering</i>	3	3
Kondisi Air Tanah	15	15	
Jumlah Pembobotan	72.27	72.1	
Kelas Massa Batuan	II (Batuan Baik)	II (Batuan Baik)	

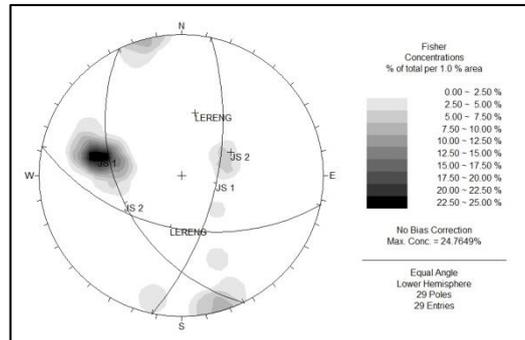
Untuk nilai pembobotan RMR pada lereng A (BP) yaitu 72.27 masuk ke dalam kelas II yaitu batuan baik dan pada lereng B (PB) yaitu 72.1 masuk ke dalam kelas II yaitu batuan baik.

Pada Penelitian ini, orientasi bidang diskontinu mengacu pada orientasi *strike* dan *dip* yang terdapat di masing-masing lereng lokasi penelitian.



Gambar 1. Orientasi Kekar *Joint set* 1 Terhadap Lereng A (BP)

Pada lokasi penelitian di lereng A (BP) dengan *strike/dip* lereng yaitu N 130°E/60°. Didapatkan hasil orientasi bidang diskontinu yaitu *joint set* 1 N 124°E/35°. Berdasarkan hasil analisis orientasi bidang diskontinu terdapat jenis potensi lonsoran bidang diduga terdapat bidang gelincir yang ditandai dengan kemiringan dari *joint set* 1 yang berselisih dari kemiringan lereng serta arah *joint set* 1 sejajar atau mendekati dengan arah lereng, arah bidang perlapisan sejajar atau mendekati dengan arah lereng dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Orientasi Kekar *Joint set* 1 dan *Joint Set* 2 Terhadap Lereng B (PB)

Pada lokasi penelitian di lereng B (PB) dengan *strike/dip* N 12°E/41°. Dari hasil orientasi bidang diskontinu didapat 2 *joint set* yaitu *joint set* 1 N 282°E/28° dan *joint set* 2 N 64°E/48°. Berdasarkan hasil analisis orientasi bidang diskontinu terdapat jenis potensi lonsoran baji diduga dari dua bidang diskontinu *joint set* 1 dan *joint set* 2 tersebut saling berpotongan dan memiliki posisi di depan lereng dan sudut perpotongan antara kedua bidang lebih kecil dari kemiringan lereng yaitu 21° dan kemiringan lereng 41° dan bentuk lonsoran dibatasi oleh muka lereng dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil analisis yang terakhir untuk mengetahui kualitas massa lereng dengan metode *Slope Mass Rating* (SMR). Didapatkan hasil lereng A (BP) pada longoran bidang dengan pembobotan 68.67 termasuk kelas nomor II dengan deskripsi baik, kestabilan lereng stabil dan kelongoran berupa blok. Hasil lereng B (PB) pada longoran baji dengan nilai 48.1 termasuk kelas nomor III dengan deskripsi baik, kestabilan lereng sebagian tidak stabil dan kelongoran dikontrol dengan adanya bidang lemah.

KESIMPULAN

Nilai sifat mekanik batuan pada lereng A (BP) yaitu 99.98 dengan klasifikasi kualitas batuan baik sekali dan lereng B (PB) yaitu 99.99 dengan klasifikasi kualitas batuan baik sekali. Untuk nilai pembobotan RMR pada lereng A (BP) yaitu 72.27 masuk ke dalam kelas II yaitu batuan baik dan pada lereng B (PB) yaitu 72.1 masuk ke dalam kelas II yaitu batuan baik. Untuk nilai Pembobotan SMR pada lereng A (BP) yaitu 68.67 masuk ke dalam kelas nomor II dengan deskripsi baik, kestabilan lereng stabil dan kelongoran berupa blok. dan lereng B (PB) masuk ke dalam kelas nomor III dengan deskripsi baik, kestabilan lereng sebagian tidak stabil dan kelongoran dikontrol dengan adanya bidang lemah.

Untuk menghindari pengulangan perhitungan data kekar sebaiknya dalam penelitian selanjutnya Peneliti harus lebih hati-hati dalam pengambilan data di lapangan agar data yang didapat merupakan data yang representatif dari kondisi aktual lapangan. Perlu diadakannya alat uji UCS standar dari alat uji UCS yang sudah ada, agar dapat dilakukan pengujian dengan meminimalisir kesalahan pada data pengujian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung; orang tua, dosen pembimbing, dosen penguji, dan juga semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Muhtazir. 2017. *Rock Mass Classification Systems*. TU Bergakademie Freiberg, Geotechnical Institute, and National Centre of Excellence in Geology, University of Peshawar : Freiberg.
- Agusti Wulandari, Shalaho Dina Devy, Hamzah Umar, 2016 . Analisis Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode Rock Mass Rating dan Slope Mass Rating Pada Tambang

- Batupasir. Di Samarinda Seberang, Provinsi Kalimantan Timur. Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.
- Arif, Irwandy., 2016. Geoteknik Tambang. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 1991. Metode Pengujian Laboratorium Untuk Menentukan Parameter Sifat Fisik Pada Conto batu. SNI 03-2437-1991.
- Badan Standar Nasional. 2008. Cara Uji Sifat Kuat Tekan Batu Uniaksial. SNI 2825:2008.
- Balfas, M.D., 2015. Geologi Untuk Pertambangan Umum. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Bieniawski, Z.T., 1989. Engineering rock mass classification. New York: John Wiley & Sons. 251.
- Naithani. 2018. Assessment of the Excavatability of Rock Based on Rock Mass Quality: A Case Study from India : India.
- Pangaribuan, Ferahayu Mei. 2013. Analisis Kemampugaruan (Rippability) Batuan Berdasarkan RMR. Skripsi. Program S1 Teknik Pertambangan Universitas Mulawarman.
- Price, D. G., 2009. Engineering Geology Principles and Practice. Springer : Verlag Berlin Heidelberg.
- Rai, M. A., 1988. Mekanika Batuan. Laboratorium Geoteknik Institute Teknologi Bandung : Bandung.
- Rai, M. A., Kramadibrata, S., Dan Watimena, R, K, 2013. Mekanika Batuan. ITB Press : Bandung.
- Romana, M., Seron, J.B (2003)., Montalar, E. SMR Geomechanics Classification: aplication, Experince and Validation ISMR, Technology roadmap for rock mechanics, South African Institute of Mining and Metallurgy.