Analisis Geoteknik menggunakan Metode *Rock Mass Rating* (RMR) di Gunung Parang, Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah

Geotechnical Study using the Rock Mass Rating (RMR) Method on Mount Parang, Karangsambung, Kebumen, Java

Aditya Budi Nugraha[1]*, Berliani Putri Trysnawati[2]
[1-2] Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya
[1-2] Institution/affiliation; addres, telp/fax of institution/affiliation
e-mail: ***[1]adit.umtas@gmail.com**, [2]berlian.umtas@gmail.com

ABSTRAK

Lereng (*slope*) didefinisikan sebagai bagian yang membentuk sudut kemiringan tertentu pada bidang horizontal permukaan bumi. Lereng diabas di Gunung Parang, Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah merupakan lereng yang sering digunakan untuk studi geologi namun masih minim digunakan dalam studi Geoteknik. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai massa batuan di Gunung Parang dengan menggunakan metode Rock Mass Rating (RMR). Prosedur yang digunakan dimulai dengan pengukuran *Scanline* dengan panjang lintasan 20 meter lalu pengukuran parameter-parameter karakteristik massa batuan dan selanjutnya hasil dari pengukuran dimasukkan kedalam metode RMR untuk mengetahui nilai bobotnya dan nilai akhirnya. Selanjutnya, setelah melalui pengukuran dan perhitungan diperoleh total nilai untuk RMR di lokasi penelitian yang menunjukkan nilai sebesar 84,3. Nilai 84,3 masuk kedalam range nilai 80-100 dan dapat diklasifikasikan sebagai batuan kelas I. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Rock Mass Rating* (RMR) yang ada di lokasi penelitian dapat diklasifikasikan sebagai kelas I, yang mana batuan kelas I merupakan batuan dengan klasifikasi yang sangat baik (*very good*) sehingga diperkirakan dapat menyangga dirinya sendiri ataupun jika diperlukan penyanggaan tidak terlalu banyak penyangga yang diperlukan.

Kata-kata kunci*:* Geoteknik, Lereng, Rock Mass Rating (RMR)

ABSTRACT

Slope defined as part that forms a certain angle of inclination on the horizontal plane of the earth's surface. Diabase slopes on Mount Parang. Karangsambung, Kebumen, Central Java, is often used for geological studies but is still minimally used in geotechnical studies. This research is intended to determine the geotechnical conditions of Mount Parang using the Rock Mass Rating (RMR) method. The procedure begins with Scanline measurements with 20 meters length, then measures characteristic parameters of the rock mass and then the results of the measurements are entered into the RMR method to determine the weight value and the final value. Furthermore, after the calculations, the total value for RMR at the research location was obtained which showed a value of 84.3. The value of 84.3 falls into the range of values 80-100 and can be classified as class I rocks. The results of the research show that the Rock Mass Rating (RMR) value at the research location can be classified as class I, where class I rocks are rocks with a classification which is very good so it is estimated that it can support itself or if support is needed not too much support is needed.

Keywords*: Geotechnics, Slopes and Rock Mass Rating (RMR)*

PENDAHULUAN

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal dan tidak terlindungi [1]. Tingkat kestabilan pada lereng dominan dipengaruhi oleh struktur geologi, jenis batuan dan tingkat pelapukan batuan pembentuk lereng [2]. Salah satu aspek yang paling menarik dari studi geoteknik adalah analisis lereng batuan yang stabil. Kestabilan lereng tentunya merupakan faktor yang sangat penting terutama di daerah-daerah di mana tanah longsor atau keruntuhan batuan menjadi perhatian. Gunung Parang yang belokasi di daerah Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah, dapat dikatakan sebagai salah satu ketertarikan dalam bidang Geologi. Salah satu fitur yang paling menarik adalah adanya formasi batuan diabas. Batuan yang ini diklasifikasikan sebagai batuan vulkanik, dan sifat fisik dan mekaniknya tergolong unik yang memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas lereng. Dalam memprediksi kestabilan lereng terdapat metode yang dapat digunakan yang disebut metode *Rock Mass Rating* (RMR). Metode RMR diperkenalkan oleh Z.T. Bieniawski dengan beberapa revisi dan yang digunakan merupakan revisi terakhir yaitu tahun 1989 [3]. Metode ini mempertimbangkan sejumlah parameter, diantaranya: Kekuatan batuan, *Rock Quality Designation* (RQD), spasi bidang diskontinu, kondisi bidang diskontinu, kondisi air tanah serta orientasi bidang diskontinu.

Penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui nilai RMR pada lereng di Gunung Parang dan selenjutnya dicari nilai kelas massa batuannya sehingga karakteristik massa batuannya dapat diketahui serta tingkat kestabilannya dapat diketahui melalui hasil perhitungan pada kelas massa batuant tersebut.. Hasil dari penelitian ini tentunya akan memberikan informasi yang baik untuk mengetahui resiko geoteknik yang mungkin terjadi pada area Gunung Parang, dan secara umum di daerah Karangsambung.

METODOLOGI

Daerah penelitian terdapat pada titik koordinat 7°32'21.9"S 109°40'12.7"E Desa Karangsambung, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen, dapat ditempuh menggunakan kendaran bermotor ± 30 menit dari pusat Kabupaten Kebumen. Daerah penelitian merupakan lereng dengan formasi batuan diabas. Tahapan yang dilakukan dimulai dari:

a. Melakukan pengamatan kondisi massa batuan pada jarak jauh dan dekat agar mendapat cakupan luas daerah yang akan dilewati oleh *scanline* juga dapat memprediksi potensi terjadinya runtuhan batu di daerah yang mana.
b. Pembentangan rollmeter untuk membuat penampang *scanline*
c. Pengambilan data parameter diskontinuitas menggunakan alat tulis, penggaris, busur derajat, papan ujian untuk alas tulis dan rollmeter
d. Pengambilan data UCS menggunakan alat berupa palu geologi, yaitu dengan cara memukul batuan sebanyak 10 kali pada setiap daerah pengujian.
e. Melakukan perhitungan nilai RMR berdasarkan pada nilai UCS, nilai RQD, kondisi bidang diskontinyu, spasi diskontinuitas dan kondisi air tanah serta orientasi bidang diskontinyu.

Rock Mass Rating (RMR)

RMR merupakan salah satu metode klasifikasi massa batuan sudah diperbarui beberapa kali seiring dengan tersedianya informasi terbaru dari berbagai sumber.Pada metode klasifikasi massa batuan RMR terdapat lima parameter*:* Kekuatan Massa Batuan, RQD, jarak spasi bidang diskontinyu, kondisi bidang diskontinyu dan kondisi air tanah. [3].

Selanjutnya, penelitian kemudian dilakukan dengan bertujuan untuk menentukan data-data yang diperlukan dalam perhitungan RMR, diantaranya:[4]

1. *Rock Quality Designation* (RQD)
   Data RQD diperoleh di daerah penelitian dari *scanline* dan data *strike/dip slope*. Data pengukuran *strike/dip* juga bisa diambil menggunakan aplikasi Rocklogger, sedangkan data jarak diambil menggunakan
   rollmeter. Data yang didapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini:
   $RQD = 100e^{-0.1\lambda}(0.1\lambda + 1)$ (1)
2. Nilai Kekuatan Massa Batuan
   UCS menunjukkan kekuatan tegangan aksial maksimum dari hasil uji laboratorium pada sampel batuan yang duperoleh didaerah penelitian.
   Sampel diambil dari setiap lapisan lereng batuan pada tiga titik, antara titik satu dengan titik yang lainnya berjarak 1 - 2 meter.
3. Kondisi Diskontinuitas (kondisi kekar)
   Kondisi bidang kekar didapatkan dari gambaran daerah penelitian, berupa: *persistence* (kemenerusan kekar), didapat dari pengukuran panjang menggunakan rollmeter pada tiap kekar. Kedua, *separation* (bukaan kekar), didapat dari pengukuran lebar menggunakan penggaris pada celah kekar. Ketiga, *roughness* (kekerasan kekar) didapat dengan cara peneliti memegang langsung permukaan batuan di daerah penelitian dan keempat, *gouge* (material pengganggu) didapat dari hasil pengamatan disekitar batuan,yaitu adanya pelapukan sehingga berpengaruh pada warna batuanpada batuan.
4. Spasi Diskontinuitas (Spasi Kekar)
   Data jarak antara kekar didapatkan dengan menghitung langsung jarak antar kekar menggunakan alat pengukur yakni rollmeter, dengan pengukuran dilakukan dari satu ujung kekar di scanline ke ujung lainnya, dalam satuan meter.
5. Orientasi Kekar
   Orientasi kekar atau bidang diskontiyu berhubungan dengan orientasi penggalian, ditunjukkan dengan nilai *strike/dip* yang memiliki arah tegak lurus dengan terowongan yang akan dibuat.
6. Kondisi Air Tanah
   Diperoleh dari hasil pengamatan air yang mengalir pada celah batuan, tekanan dan debit aliran air tersebut diperkirakan per 10 meter sehingga dapat diketahui kondisi air tanah, *dry* (kering), *damp* (lembap) atau *wet* (basah).

HASIL DAN DISKUSI

Data diskomtinuitas yang diambil di lereng diabas di Desa Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah berupa 5 *joint* (data kekar) dengan *scanline* 12 meter. Gambaran mengenai proses pengambilan data menggunakan *scanline* terdapat pada Gambar 1. Selanjutnya, data tersebut sangat digunakan sebagai data *input* untuk menentukan nilai *Rock Mass Rating* (RMR). Seperti terlihat pada Tabel 5.

Perhitungan RQD pada daerah penelitian dilakukan dengan cara memasukkan data banyak kekar sebesar 18 kekar dan data scanline sebesar 20 meter ke persamaan 1. Hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai RQD sebesar 99 %. Maka, bobot RMR untuk parameter RQD adalah 20. Hal ini diketahui dengan memasukkan nilai parameter hasil perhitungan dengan klasifikasi parameter RMRyang tertera pada Tabel 2.

Nilai Kekuatan massa batuan yang diperoleh pada daerah penelitian menggunakan metode konversi dengan melakukan pengamatan terhadap kondisi massa batuan di lapangan, alat yang digunakan pada pengujian ini adalah palu geologi.

Hasil pengujian terhadap kekuatan batuan utuh berupa batuan diabas yang memiliki kekuatan berkisar antara 100-250 MPa diperoleh dari 3 kali pengujian. Dikarenakan batuan diabas akan menjadi retak jika batuan tersebut dipukul secara berulang-ulang dengan menggunakan palu geologi. Prediksi nilai tersebut selanjutnya diinputkan kedalam Tabel 2, sehingga nilai bobot RMR untuk parameter kekuatan massa batuan di Gunung Parang adalah 12.

Tabel-1 Klasifikasi kekuatan batuan [5]

Hammer Test	UCS (MPa)	Rating
Terkelupas oleh palu geologi	>250	15
Banyak pukulan palu geologi	100-250	12
Lebih dari satu pukulan palu geologi	50-100	7
Tidak tergores pisau - palu geologi	25-50	4
Tergores pisau - pukulan palu	5-25	2
Hancur dan tergores pisau	1-5	1
Tergores kuku	<1	0

Tabel-2 Klasifikasi Parameter RMR dan Pembobotan

No	Parameter		Pembobotan						
1	Kekuatan Massa Batuan	Point Load Index	> 10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa			
		Uniaxial Compressive Strength	> 250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	5MPa - 25	MPa 1 - 5	MPa < 1
	Bobot		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 25%		
	Bobot		**20**	**17**	**13**	**8**	**5**		
3	Jarak Diskontinuitas		> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Bobot		**20**	**15**	**10**	**8**	**5**		
4	Kondisi Diskontinuitas	Kemenerusan	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m		
		Bobot	**6**	**4**	**2**	**1**	**0**		
		Separasi	Tidak ada	< 0.1 mm	0.1 - 1 mm	1 - 5 mm	> 5 mm		
		Bobot	**6**	**5**	**4**	**1**	**0**		
		Kekasaran	Sangat kasar	kasar	Sedikit kasar	halus	slickensided		
		Bobot	**6**	**5**	**3**	**1**	**0**		
		Material pengisi	Tidak ada	keras		lunak			
		-		< 5 mm	> 5 mm	< 5 mm	> 5 mm		
		Bobot	**6**	**4**	**2**	**2**	**0**		
		Pelapukan	Tidak lapuk	Sedikit lapuk	lapuk	Sangat lapuk	Hancur		
		Bobot	**6**	**4**	**2**	**1**	**0**		
5	Kondisi air tanah		Kering	Lembab	Basah	Menetes	Mengalir		
	Bobot		15	10	7	4	0		

Tabel-3 Kelas Massa Batuan menurut bobot total RMR

Bobot	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
No Kelas	I	II	III	IV	V
Deskripsi	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk

Tabel-4 Penyesuaian Bobot RMR terhadap orientasi bidang diskontinuitas

		Very favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable
Rating	*Tunnels*	**0**	**-2**	**-5**	**-10**	**-12**
	Foundations	**0**	**-2**	**-7**	**-15**	**-25**
	Slopes	**0**	**-5**	**-25**	**-50**	**-60**

Tabel-5 Perolehan Data Kondisi Bidang Diskontinuitas di Daerah Penelitian

No	Jarak	Kemenerusan	Bukaan	Kekasaran	Isian	Pelapukan
1	0,6	4	6	3	6	6
2	1,3	2	4	3	4	5
3	0,6	4	6	3	6	6
4	1,2	2	4	3	4	5
5	1,4	2	4	3	4	5
6	1,9	2	4	3	4	5
7	1,8	2	4	3	4	5
8	0,8	4	6	3	6	6
9	0,7	4	6	3	6	6
10	0,6	4	6	3	6	6
11	0,6	4	6	3	6	6
12	0,5	4	6	3	6	6
13	1,9	2	4	3	4	5
14	0,8	4	6	3	6	6
15	0,8	4	6	3	6	6
16	1,8	4	6	3	6	6
17	0,8	4	6	3	6	6
18	1,9	2	4	3	4	5
Rata-rata		3,2	5,2	3,0	5,2	5,6

Gambar-1. Pengukuran Jarak Spasi Kekar

Keadaan bidang kekar didapatkan dari gambaran daerah penelitian dapat dilihat pada tabel 5. Jarak antar kekar diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung pada daerah penelitian yaitu dengan cara jarak dua bidang kekar terdekat yang tegak lurus dikur menggunakan rollmeter. Dari hasil pengukuran tersebut pada diperoleh data bervariasi dengan nilai antara 0,6 - 2 meter (lihat Tabel 2). Berdasarkan Tabel tersebut diperoleh nilai bobot RMR untuk parameter jarak antar kekar adalah 15.

Hasil pengukuran parameter kondisi bidang diskontinuitas tertulis pada tabel 5 dimana hasil penjumlahan nilai bobot-bobot tersebut adalah 22,3.

Berdasarkan pengamatan langsung yang dilakukan pada daerah penelitian diperoleh kondisi air tanah yang kering. Selanjutnya, berdasarkan Tabel 2 nilai untuk kondisi tersebut berdasarkan parameter RMR adalah sebesar 15.

Dari hasil pengukuran terhadap lima parameter RMR yang diketahui, selanjutnya nilai RMR total pada daerah penelitian dihitung dengan nilai RMR hasil penjumlahan semua bobot dalam setiap parameter adalah 84,3, dapat dilihat pada Tabel 6:

Tabel-6 Rekapitulasi Penilaian *Rock Mass Rating* (RMR)

No	Parameter RMR	Hasil yang Didapatkan	Nilai Bobot
1	Kekuatan batuan utuh	100-250 MPa	12
2	*Rock Quality Designation* (RQD)	99,5	20
3	Jarak antar spasi kekar	0,6>2 m	15
4	Kondisi kekar	22,3	22,3
5	Kondisi air tanah	Kering	15
Total Nilai RMR			84,3
Kelas Massa Batuan			I (Sangat Baik)

Hasil nilai RMR seperti yang tertulis pada tabel-6 merupakan nilai RMR sebelum ada penyesuaian. Jika disimulasikan bahwa pada lokasi tersebut akan dijadikan dilaksanakan penggalian berupa lubang bukaan maka bobot RMR mengalami penyesuaian nilai seperti yang tertulis pada tabel 3. Selanjutnya untuk rekomendasi penyanggaan dapat dilihat pada tabel 7 mengenai panduan klasifikasi RMR untuk penggalian dan penyanggaan. Pada nilai RMR tersebut jika tidak terdapat perubahan karena penyesuaian terhadap arah penggalian berdasarkan orientasi bidang diskontinyu maka dapat dinyatakan lubang bukaan yang akan dibuat relatif tidak memerlukan penyanggaan.

Jika dalam kondisi saat ini sesuai dengan kondisi lapangan dimana lereng tersebut pada kondisi aslinya tanpa penyangga maka dapat dikatakan dalam kondisi aman berdasarkan perhitungan nilai RMR.

Tabel-7 Panduan klasifikasi RMR untuk penggalian dan penyanggaan

Rock mass class	Excavation	Support		
		Rock bolts (20 mm diam., fully bonded)	*Shotcrete*	*Steel sets*
1. Very good rock RMR: 81-100	Full face: 3 m advance	Generally no support required except for occasional spot bolting		
2. Good rock RMR: 61-80	Full face: 1.0-1.5 m advance; Complete support 20 m from face	Locally bolts in crown, 3 m long, spaced 2.5 m with occasional wire mesh	50 mm in crown where required	None
3. Fair rock RMR: 41-60	Top heading and bench: 1.5-3 m advance in top heading; Commence support after each blast; Commence support 10 m from face	Systematic bolts 4 m long, spaced 1.5-2 m in crown and walls with wire mesh in crown	50-100 mm in crown, and 30 mm in sides	None
4. Poor rock RMR: 21-40	Top heading and bench: 1.0-1.5 m advance in top heading; Install support concurrently with excavation - 10 m from face	Systematic bolts 4-5 m long, spaced 1-1.5 m in crown and walls with wire mesh	100-150 mm in crown and 100 mm in sides	Light ribs spaced 1.5 m where required
5. Very poor rock RMR < 21	Multiple drifts: 0.5-1.5 m advance in top heading; Install support concurrently with excavation; shotcrete as soon as possible after blasting	Systematic bolts 5-6 m long, spaced 1-1.5 m in crown and walls with wire mesh. Bolt invert	150-200 mm in crown, 150 mm in sides, and 50 mm on face	Medium to heavy ribs spaced 0.75 m with steel lagging and forepoling if required. Close invert

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai RMR total dari kelima parameter yang diperoleh pada lereng diabas yang terletak di Desa Karangsambung, Kecamatan Karangsambung, Kabumen, Jawa Tengah adalah sebesar 84,3. Hal ini berarti kelas massa batuan pada daerah penelitian termasuk kedalam kategori kelas I (sangat baik). Batuan dengan kategori kelas I jika dilihat dari tabel relatif minim perkuatan sehingga dapat dikategorikan bahwa lereng diabas di Desa Karangsambung dalam kondisi yang aman.

Pada penelitian selanjutnya, beberapa faktor berikut perlu untuk diteliti lebih lanjut karena berkaitan dengan ketelitian nilai data. Terdapat beberapa nilai input parameter yang perlu diteliti atau diambil datanya lebih lanjut. Seperti nilai kekuatan batuan, metode yang digunakan adalah metode konversi nilai dari pukulan palu geologi terhadap batuan yang ada di lokasi penelitian. Jika memang dimungkinkan alangkah lebih baik jika mengambil conto batuan untuk selanjutnya diuji dalam laboratorium dengan menggunakan metode kuat tekan uniaksial atau *point load index*. Hal ini akan memungkinkan nilai RMR akan mendekati nilai sesungguhnya pada lokasi penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada berbagai pihak yang mendukung serta membantu dalam pengambilan data, penulisan serta penerbitan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Das, Braja M. Mekanika Tanah (Jilid 1) Terjemahan. Jakarta: Erlangga. 1985.

[2] Rusydy, I., Sugiyanto, D., Satrio, L. and Munandar, I., "Geological Aspect of Slope Failure and Mitigation Approach in Bireun-Takengon Main Road, Aceh Province, Indonesia". Aceh International Journal of Science and Technology, Vol. 5 No. 1, pp.1-1. 2016.

[3] Rai, Made Astawa, dkk. "Mekanika Batuan", Bandung: Institut Teknologi Bandung. 2014.

[4] Beko Caesar Mahaputra Bryan, Jackie A., Dahniel M., Johanis A., Rawul, Patrick A. G., Yudho D. G. C. "Analisis Kualitas Massa Batuan Dengan Metode *Rock Mass Rating* (RMR) Pada Batu Gamping. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IX 2021". Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. 2021.

[5] Bieniawski, Z. T. "Engineering Rock Mass Clasification: A Complete Manual for Engineers and Geologist in Mining, Civil, and Petroleum Engineering". 1989.

[6] Singh, B. and Goel, R. K., "Engineering Rock Mass Classification". Waltam : Buttenworth Heinemann. 2011.

[7] Sivakugan, N., Shukla, S. K. and Das, B. M., "Rock Mechanics An Istroduction" Boca Raton: CRC Press. 2013.

[8] Terzaghi, K. dan Peck, R. B., "Mekanka Tanah dalam Praktek Rekayasa" Jakarta: Penerbit Erlangga. 1987.

[9] Wattimena, R. K. "Mekanika Batuan dan Perancangan Konstruksi Bawah Tanah", Bandung: ITB Press. 2017.

[10] Wyllie, D. C. and Mah, C. W., "Rock Slope Engineering Civil and Mining" New York: Spon Press. 2004.