

ANALISIS KESTABILAN LERENG BERDASARKAN NILAI *SLOPE MASS RATING* DI DESA SUKAMAJU, TENGGARONG SEBERANG, KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR

Muhammad Amin Syam^{1*}, Heryanto¹, Tommy Trides², Laurensius Pian Pasiakan¹, Dita Amalia¹

¹Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia.

² Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

*Penulis koresponden. Alamat email: muhaminsyam24@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kestabilan lereng berdasarkan nilai *Slope Mass Rating* lereng batuan pada desa Sukamaju, Tenggarong Seberang, Kutai Kartanegara. *Slope Mass Rating* adalah sistem klasifikasi massa batuan yang dirancang khusus untuk lereng batuan dengan menggabungkan nilai *Rock Mass Rating* dan penyesuaian terhadap arah orientasi kekar. Parameter yang digunakan dalam metode ini adalah nilai kuat tekan, *Rock Quality Designation* (RQD), spasi bidang kekar, kondisi bidang kekar, dan kondisi airtanah. Nilai kuat tekan batuan pembentuk lereng adalah 27.14 Mpa dengan bobot 4, nilai RQD sebesar 85% dengan bobot 17, spasi kekar rata-rata 48 cm dengan bobot 10, kondisi kekar akumulatif memiliki bobot 20, kondisi airtanah dengan bobot 15, arah orientasi lereng tidak menguntungkan dengan bobot -24, dan lereng masih merupakan lereng alamiah dengan bobot 15. Dengan menjumlahkan setiap parameter, maka diperoleh nilai *Slope Mass Rating* (SMR) sebesar 57. Nilai ini bermakna bahwa kondisi batuan tergolong normal, stabil pada sebagian lereng, dan dapat terjadi longsoran berupa jatuhnya batuan dari kekar dan longsoran baji.

Kata kunci: kestabilan lereng, *slope mass rating*, *rock mass rating*.

Abstract

This study is to analyze slope stability based on *Slope Mass Rating* in Sukamaju area, Tenggarong Seberang, Kutai Kartanegara. *Slope Mass Rating* is rock mass classification designed specially for rock slope by combining *Rock Mass Rating value* and adjustment to joint orientation direction. Parameters used in this method are *Uniaxial Compressive Strength* (UCS), *Rock Quality Designation* (RQD), joint distance, joint condition, dan groundwater condition. UCS value of the rock is 20 Mpa by weight 4, RQD value is 72% by weight 17, average joint distance is about 2 cm by weight 20, weight of accumulative joint condition is 20, groundwater condition has weight 15, slope orientation direction is unfavourable by weight -24, the slope is still natural and has weight 15. By menjumlahkan all parameters, therefore obtained value of *Slope Mass Rating* (SMR) sebesar 57. This value means that the rock condition is normal, stable in partial slope, can occur failure, such as rock fall from the joint and wedge failure.

Key Words : *slope stability, slope mass rating, rock mass rating*

Pendahuluan

Pada daerah dengan morfologi yang curam dengan banyak bidang-bidang diskontinuitas, longsoran batuan adalah salah satu bencana alam yang sering terjadi. Hal ini terjadi karena adanya bidang diskontinuitas tersebut merupakan bidang lemah pada massa batuan yang membentuk lereng. Bidang lemah tersebut umumnya berupa struktur geologi yaitu rekahan atau kekar dan patahan. Berdasarkan struktur geologi yang dominan terdapat pada batuan pembentuk lereng maka dapat ditentukan jenis longsoran batuan berpotensi terjadi pada lereng tersebut.

Sifat fisik dan mekanik dari batuan pada lereng sangat menentukan mudah tidaknya longsoran batuan itu terjadi. Selain itu, arah orientasi kekar atau diskontinuitas terhadap muka lereng juga dapat memperbesar ataukah mengurangi kecenderungan longsoran massa batuan.

Sebelum terjadinya longsoran batuan, maka perlu dilakukan upaya mitigasi untuk mencegah atau mengurangi risiko longsoran batuan. Salah satu upaya mitigasi awal yang dapat dilakukan adalah analisis kestabilan lereng batuan berdasarkan nilai *Slope Mass Rating*. Metode ini adalah penilaian potensi longsoran batuan yang menggabungkan analisis kualitatif dan kuantitatif didasari oleh metode *Rock Mass Rating* dan penyesuaian arah orientasi kekar sehingga menghasilkan penilaian kestabilan lereng yang lebih baik.

Metode *Slope Mass Rating* (SMR) telah lama digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi kondisi kestabilan lereng batuan secara cepat (Kamutchat, et al, 2007).

Klasifikasi Massa Batuan

Metode *Rock Mass Rating* (RMR)

Dalam Fahmi (2007), metode ini sudah diakui dan sering digunakan dalam kegiatan geologi teknik. Metode RMR

diperkenalkan oleh Bieniawski. Metode RMR ini memasukkan 5 parameter utama (Tabel 1), yaitu disajikan pada:

1. Kekuatan Batuan Utuh (*Intact Rock*)

Kekuatan batuan utuh (*intact rock*) dalam RMR dinyatakan dengan *Uniaxial Compressive Strength* (UCS). UCS merupakan kekuatan dari batuan utuh yang diperoleh dari hasil uji kuat tekan uniaksial. Menurut Deere dan Miller (1966), nilai UCS juga dapat ditentukan dari JCS dapat diperoleh dari pengeplotan *Schmidt Rebound Hammer*.

2. *Rock Quality Designation* (RQD)

Parameter RQD diperoleh melalui pengamatan inti bor yang terambil, dengan mengabaikan inti bor yang memiliki panjang kurang dari 10 cm dan menunjukkan sisanya sebagai persentase terhadap panjang pemboran. Namun jika menggunakan sistem *scanline*. Terlebih dahulu harus ditentukan frekuensi diskontinuitas atau kekar. Frekuensi diskontinuitas/kekar merupakan perbandingan antara jumlah diskontinuitas dalam satu *scanline* dengan panjang *scanline*. Frekuensi diskontinuitas dihitung dengan rumus:

$$\text{Frekuensi } (\lambda) = \frac{\sum \text{Diskontinuitas}}{\text{Panjang Scanline}} \quad (1)$$

Setelah diketahui nilai frekuensi kekar atau diskontinuitas, nilai tersebut digunakan untuk menghitung RQD dengan rumus:

$$RQD = 100 e^{-0.1\lambda} (0.1\lambda + 1) \quad (2)$$

3. Spasi Diskontinuitas/Kekar

Spasi diskontinuitas merupakan jarak antara dua diskontinuitas yang berdekatan dalam satu *scanline*.

$$\text{Spasi Kekar} = \frac{\text{Panjang Scanline}}{\sum \text{Diskontinuitas}} \quad (3)$$

4. Kondisi Diskontinuitas/Kekar

Kondisi diskontinuitas ditentukan dari deskripsi tiap bidang diskontinuitas, berupa tingkat pelapukan, kekasaran permukaan bidang diskontinuitas, kemenerusan bidang kekar atau diskontinuitas, lebar bukaan, dan material pengisi bidang diskontinuitas.

5. Kondisi Airtanah

Keberadaan air ini akan mengurangi kuat geser antara kedua permukaan diskontinuitas. Bobot parameter airtanah dapat ditentukan dengan beberapa cara yaitu pengamatan langsung di lapangan dan menentukan kondisi umum air.

Metode Slope Mass Rating (SMR)

Romana (1985) dalam Endartyanto (2007) telah memodifikasi sistem klasifikasi RMR untuk menentukan kestabilan dengan menambahkan faktor penyesuaian arah orientasi lereng dan metoda eskavasi lereng. Parameter yang dibutuhkan untuk klasifikasi *slope mass rating* (SMR) adalah sebagai berikut:

1. Arah kemiringan (*dip direction*) dari permukaan lereng (α_s)
2. Arah kemiringan (*dip direction*) diskontinuitas (α_j)
3. Sudut kemiringan diskontinuitas (β_j) dan kemiringan lereng (β_s)

Tabel 1. Klasifikasi RMR dan nilai pembobotannya (modifikasi dari Bieniawski, 1989)

Parameter		Jangkauan Nilai							
1	Kekuatan Batuan Utuh	Indeks Poin Load	>10 MPa	4 – 10 MPa	2 – 4 MPa	1 – 2 MPa	Tidak menggunakan Point Load		
		Uniaxial Compressive	>250 MPa	100 – 250 MPa	50 – 100 MPa	25 – 50 MPa	5 – 25 MPa	1 – 5 MPa	<1 MPa
	Bobot	15	12	7	4	2	1	0	
2	Rock Quality Designation	90 – 100%	75 – 90%	50 – 75%	25 – 50%	<25%			
	Bobot	20	17	13	8	3			
3	Spasi Diskontinuitas/Kekar	>2 m	0.6 – 2 m	0.2 – 0.6 m	0.06 – 0.2 m	<0.06 m			
	Bobot	20	15	10	8	0			
4	Kondisi Bidang Diskontinuitas	Sangat kasar dinding segar tidak menerus rapat	Kasar terbuka <1 mm dinding sedikit lapuk	Sedikit kasar terbuka <1 mm dinding sangat lapuk	Terisi Tebal <5 mm terbuka 1 – 5 mm menerus	Terisi materail lunak >5 mm Terbuka >5 mm Menerus			
	Bobot	30	25	20	10	0			
5	Kondisi Airtanah	Aliran per 10 m panjang terowongan	0	<10	25 – 10	25 – 125	>125		
		Tekanan Air	0	<0.1	0.1 – 0.2	0.2 – 0.5	>0.5		
		Kondisi Umum	Kering	Lembab	Berair	Basah	Mengalir		
	Bobot	15	10	7	4	0			

Tabel 2. Nilai pembobotan untuk kekar (Romana, 1985 dalam Endartyanto, 2007)

Kasus	Syarat	Sangat Baik	Baik	Cukup Baik	Buruk	Sangat Buruk
P	$ \alpha_j - \alpha_s $	>30°	30°-20°	20°-10°	10°-5°	<5°
T	$ \alpha_j - \alpha_s - 180 $					
P/T	F1	0.15	0.4	0.7	0.85	1
P	$ \beta_j $	<20°	20°- 30°	30°-35°	35°-45°	>45°
P	F2	0.15	0.4	0.7	0.85	1
T	F2	1	1	1	1	1
P	$\beta_j - \beta_s$	>10°	10° - 0°	0°	0° - (-10°)	<-10°
T	$\beta_j - \beta_s$	<110°	110°-120°	>120°	-	-
P/T	F3	0	-6	-25	-50	-60

Tabel 3. Nilai pembobotan untuk metode eskavasi lereng (Romana, 1985 dalam Endartyanto, 2007)

Metode	Alami	<i>Presplitting</i>	<i>Smooth Blasting</i>	<i>Blasting</i> atau <i>Mechanical</i>	<i>Defficient Blasting</i>
F4	15	10	8	0	-8

Tabel 4. Deskripsi setiap kelas SMR (Romana, 1985 dalam Endartyanto, 2007)

SMR	0 – 20	21 – 40	41 – 60	61 – 80	81 – 100
Kelas	V	IV	III	II	I
Deskripsi	Sangat buruk	Buruk	Normal	Baik	Sangat baik
Kestabilan	Sangat tidak stabil	Tidak stabil	Stabil sebagian	Stabil	Sangat stabil
Longsor	Bidang	Bidang dan baji	Baji dan kekar	Blok batuan	Tidak ada
Stabilisasi	Reekskavasi	Koreksi lereng	Sistematis	Okasional	Tidak ada

Nilai SMR diperoleh dengan menjumlahkan antara nilai RMR, nilai faktor penyesuaian orientasi kekar, dan metode eskavasi pada lereng tersebut:

$$SMR = RMR + (F1 \times F2 \times F3) + F4 \quad (4)$$

Dengan F1 adalah sudut antara α_j dan α_s , F2 adalah tangensial sudut kemiringan β_j , F3 adalah sudut antara β_s dan β_j , F4 merupakan metode eskavasi lereng. Bobot pengaruh orientasi lereng, metode eskavasi lereng, dan deskripsi kelas SMR disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 di atas.

Metodologi Penelitian

Data-data yang dibutuhkan dalam analisis kestabilan lereng menggunakan metode *Slope Mass Rating* diperoleh dari investigasi lapangan. Data kekuatan batuan utuh (UCS) yang diperoleh menggunakan nilai kekerasan batuan dari uji *Schmidt Rebound Hammer* yang kemudian diplot pada grafik hubungan antara JCS dan nilai kekerasan batuan.

Nilai RQD dihitung menggunakan metode *scanline*, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1 dan 2. Spasi kekar rata-rata diperoleh berdasarkan persamaan 3. Sedangkan kondisi kekar, kondisi airtanah, dan arah orientasi lereng berdasarkan penilaian kualitatif di lapangan dan pengukuran strike dan dip bidang diskontinuitas/kekar. Nilai SMR dihitung berdasarkan persamaan 4, namun sebelumnya menghitung nilai RMR dengan cara menjumlahkan bobot setiap parameter.

Dari nilai SMR dapat dideskripsikan kondisi kestabilan lereng dan jenis longsor batuan yang dapat terjadi. Lereng pada daerah studi dapat dilihat pada Lampiran 1.

Hasil dan Pembahasan

Menghitung Nilai RMR

Nilai RMR diperoleh dengan menjumlahkan bobot setiap parameter, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai dan bobot setiap parameter disajikan pada Lampiran 2 dan 3 yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Kekuatan Batuan Utuh

Nilai UCS diperoleh dengan memplot nilai uji *Schmidt Rebound Hammer*. Maka, diperoleh nilai rata UCS untuk 49 bidang kekar adalah sebesar 27.14 MPa.

2. *Rock Quality Designation* (RQD)

Nilai ini dihitung menggunakan metode *scanline* dengan terlebih dahulu menghitung besar frekuensi kekar per satuan panjang dan didapatkan frekuensi kekar pada lereng adalah 6.84 kekar/meter. Nilai RQD massa batuan adalah 85%.

3. Spasi Kekar

Kekar pada lereng terdapat 2 jenis *joint set* atau kekar berpasangan dengan arah orientasi yang dominan. Pada lereng tersebut diperoleh spasi rata-rata kekar adalah 0.48 m.

4. Kondisi Kekar

Kondisi kekar dibagi menjadi lima parameter, yaitu panjang kekar, kekasaran, lebar bukaan, isi bukaan, dan tingkat pelapukan. Panjang rata-rata kekar adalah 46.9 cm, kondisi permukaan yang kasar, lebar bukaan rata-rata kekar sebesar 0.02 cm, bukaan berisi besi oksida, dengan kondisi sedikit lapuk.

5. Kondisi Airtanah

Kondisi air pada lereng terbilang tidak ada atau masih dalam kondisi kering.

Dari nilai dan kondisi lereng di atas ditentukanlah bobotnya untuk menghitung nilai *Rock Mass Rating* (RMR). Bobot untuk parameter kekuatan batuan utuh sebesar 27.14 adalah 4. Bobot untuk nilai RQD 85% adalah 17. Spasi kekar sebesar 48 cm mempunyai bobot 10. Bobot kondisi kekar adalah jumlah setiap parameter dan diperoleh bobot sebesar 20. Kondisi batuan kering atau tidak ada pengaruh airtanah memiliki bobot 15. Sehingga bobot total atau nilai RMR adalah:

$$RMR = 4 + 17 + 10 + 20 + 15 = 66$$

Nilai ini bermakna bahwa kondisi massa batuan pada lereng tersebut masih tergolong baik.

Menghitung Nilai SMR

Nilai SMR adalah faktor penyesuaian terhadap arah orientasi lereng dan metode eskavasi yang digunakan pada nilai RMR. Arah kemiringan (*dip direction*) dan kemiringan lereng masing-masing 240°/30°. Arah kemiringan dan kemiringan utama kekar diperoleh dengan memplot data-data orientasi kekar pada aplikasi Dips 6.0 (Gambar 1). dan diperoleh orientasi kekar adalah 270° /13°. Dari arah kemiringan lereng dan kekar, jenis longoran yang dapat terjadi adalah longoran bidang. Dari kedua nilai orientasi kekar dan lereng diperoleh nilai da bobot, yaitu:

$$F1 = |\alpha_j - \alpha_s| = |270^\circ - 240^\circ| = 30^\circ \gg 0.4$$

$$F2 = |\beta_j| = |13^\circ| = 13^\circ \gg 1$$

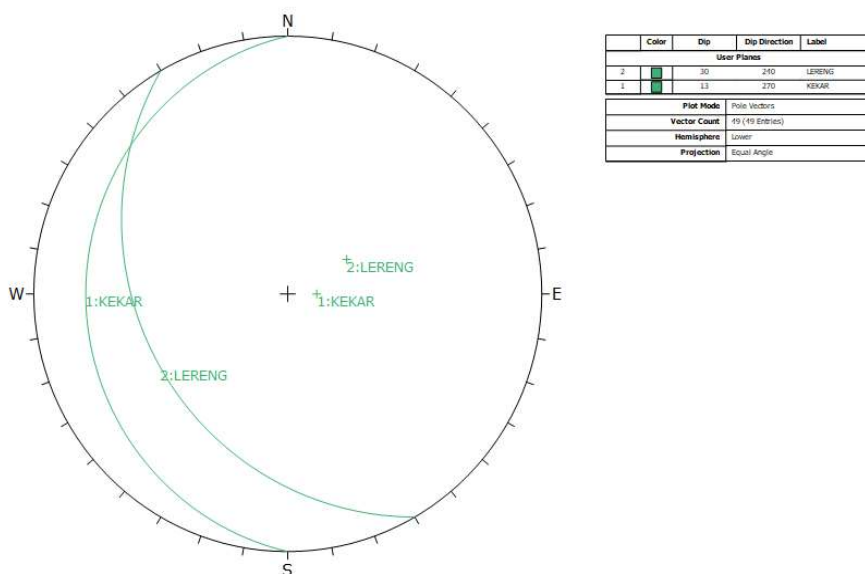
$$F3 = \beta_j - \beta_s = 13^\circ - 30^\circ = 17^\circ \gg -60,$$

$$F4 = 15 \text{ (lereng alamiah)}$$

sehingga dapat dihitung nilai total *Slope Mass Rating* (SMR) adalah:

$$SMR = 66 + (0.4 \times 1 \times -60) + 15 = 57$$

Nilai ini bermakna bahwa kondisi massa batuan pada lereng tersebut normal, sebagian stabil, dan sebagian dapat terjadi longoran dari kekar atau baji.



Gambar 1. Stereonet arah orientasi utama data kekar dan arah orientasi lereng

Kesimpulan

Dari analisis kestabilan lereng menggunakan metode *Slope Mass Rating* (SMR), dapat disimpulkan bahwa:

1. Kualitas massa batuan berdasarkan nilai RMR dengan nilai total 66 tergolong kualitas batuan yang baik.
2. Analisis kestabilan lereng berdasarkan nilai SMR dengan nilai 57 tergolong lereng dengan kualitas massa batuan yang normal, stabil pada sebagian lereng, dan dapat terjadi longsoran berupa jatuhnya batuan dari kekar dan longsoran baji.

Daftar Pustaka

- Bieniawski, Z.T., 1989, *Engineering Rock Mass Classification*, John Wiley & Sons, New York
- Endartyanto, A., 2007, *Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan*

Metode Kinematik dan Klasifikasi Massa Batuan: Studi Kasus di Area Penambangan Andesit, Desa Jelekong, Kecamatan Bale Endah, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat.

- Fahmi, A., D., 2007, *Analisis Kestabilan Lereng Batugamping dengan Menggunakan Metode Kinematik dan Klasifikasi Massa Batuan di Desa Nongkosepet, Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta*, Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat

- Kamutchat, S., Sri-in, T., Fuenkajorn, K., 2007, *Verifications of Rock Slope Rating(RSR) and Slope Mass Rating (SMR) Systems*, Rock Mechanics Journal, Fuenkajorn Fuenkajorn & Phien-wej (eds), ISBN 978 974 533 613 1

Lampiran 1: Kondisi kekar pada lereng di daerah studi



Lampiran 2: Perhitungan nilai RQD

$\alpha_f = 240$ $\beta_f = 30$ $\alpha_s = 200$ $\beta_s = 3$

Joint Set	Joint No.	ad (°)	bd (°)	Jarak Joint / ji-m (meter)	an ad + 180 (°)	bn 90 - bd (°)	cos (an- as) (°)	cos bn (°)	cos bs (°)	sin bn (°)	sin bs (°)	abs [cos Θ] (°)	Tetha (Θ) (°)	i-m			d(im) (meter)
A	1	311	79	0.36													
A	2	303	76	0.36	123	14	0.22	0.97	1.00	0.24	0.05	0.23	76.67	1	-	2	0.28
A	3	340	66	0.42	160	24	0.77	0.91	1.00	0.41	0.05	0.72	43.93	2	-	3	0.21
A	4	296	69	0.90	116	21	0.10	0.93	1.00	0.36	0.05	0.12	83.33	3	-	4	0.40
A	5	298	11	0.30	118	79	0.14	0.19	1.00	0.98	0.05	0.08	85.53	4	-	5	0.03
A	6	331	78	0.20	151	12	0.66	0.98	1.00	0.21	0.05	0.65	49.33	5	-	6	0.08
A	7	356	58	0.35	176	32	0.91	0.85	1.00	0.53	0.05	0.80	36.74	6	-	7	0.26
A	8	340	30	0.99	160	60	0.77	0.50	1.00	0.87	0.05	0.43	64.67	7	-	8	0.63
A	9	235	67	0.10	55	23	-0.82	0.92	1.00	0.39	0.05	0.73	42.90	8	-	9	0.06
A	10	235	52	0.35	55	38	-0.82	0.79	1.00	0.62	0.05	0.61	52.24	9	-	10	0.24
A	11	309	60	0.60	129	30	0.33	0.87	1.00	0.50	0.05	0.31	72.08	10	-	11	0.28
A	12	284	18	0.10	104	72	-0.10	0.31	1.00	0.95	0.05	0.02	89.00	11	-	12	0.02
A	13	310	48	0.93	130	42	0.34	0.74	1.00	0.67	0.05	0.29	73.21	12	-	13	0.14
A	14	346	24	0.50	166	66	0.83	0.41	1.00	0.91	0.05	0.38	67.38	13	-	14	0.17
A	15	294	42	0.40	114	48	0.07	0.67	1.00	0.74	0.05	0.09	85.09	14	-	15	0.10
A	16	6	21	0.05	186	69	0.97	0.36	1.00	0.93	0.05	0.40	66.67	15	-	16	0.01
A	17	315	76	0.47	135	14	0.42	0.97	1.00	0.24	0.05	0.42	65.03	16	-	17	0.19
A	18	356	85	0.25	176	5	0.91	1.00	1.00	0.09	0.05	0.91	24.02	17	-	18	0.18
A	19	348	71	0.48	168	19	0.85	0.95	1.00	0.33	0.05	0.82	35.14	18	-	19	0.42
A	20	344	84	0.22	164	6	0.81	0.99	1.00	0.10	0.05	0.81	36.01	19	-	20	0.18
A	21	320	68	2.38	140	22	0.50	0.93	1.00	0.37	0.05	0.48	61.15	20	-	21	1.57
A	22	291	50	1.18	111	40	0.02	0.77	1.00	0.64	0.05	0.05	87.31	21	-	22	0.32
A	23	278	50	0.24	98	40	-0.21	0.77	1.00	0.64	0.05	0.13	82.80	22	-	23	0.02
A	24	243	22	0.48	63	68	-0.73	0.37	1.00	0.93	0.05	0.23	76.99	23	-	24	0.08
A	25	295	25	0.46	115	65	0.09	0.42	1.00	0.91	0.05	0.08	85.17	24	-	25	0.07
A	26	296	38	0.51	116	52	0.10	0.62	1.00	0.79	0.05	0.11	83.94	25	-	26	0.05
A	27	328	85	0.59	148	5	0.62	1.00	1.00	0.09	0.05	0.62	51.90	26	-	27	0.22
A	28	321	88	0.77	141	2	0.52	1.00	1.00	0.03	0.05	0.52	58.95	27	-	28	0.44
A	29	330	82	0.12	150	8	0.64	0.99	1.00	0.14	0.05	0.64	49.99	28	-	29	0.07
A	30	202	20	0.40	22	70	-1.00	0.34	1.00	0.94	0.05	0.29	73.01	29	-	30	0.19
A	31	358	76	0.12	178	14	0.93	0.97	1.00	0.24	0.05	0.91	24.35	30	-	31	0.08
A	32	341	80	0.27	161	10	0.78	0.98	1.00	0.17	0.05	0.77	39.34	31	-	32	0.23
A	33	335	25	0.56	155	65	0.71	0.42	1.00	0.91	0.05	0.35	69.77	32	-	33	0.32
A	34	355	55	0.42	175	35	0.91	0.82	1.00	0.57	0.05	0.77	39.52	33	-	34	0.24
A	35	350	35	0.20	170	55	0.87	0.57	1.00	0.82	0.05	0.54	57.39	34	-	35	0.13

A	36	334	55	0.53	154	35	0.69	0.82	1.00	0.57	0.05	0.60	53.25	35	-	36	0.30
A	37	272	37	0.63	92	53	-0.31	0.60	1.00	0.80	0.05	0.14	81.73	36	-	37	0.24
B	38	260	75	0.23	80	15	-0.50	0.97	1.00	0.26	0.05	0.47	62.05	1	-	2	0.20
B	39	270	53	0.42	90	37	-0.34	0.80	1.00	0.60	0.05	0.24	76.04	2	-	3	0.15
B	40	115	35	1.42	-65	55	-0.09	0.57	1.00	0.82	0.05	0.01	89.60	3	-	4	0.18
B	41	215	5	0.6	35	85	-0.97	0.09	1.00	1.00	0.05	0.03	88.17	4	-	5	0.01
B	42	205	23	0.3	385	67	-1.00	0.39	1.00	0.92	0.05	0.34	70.09	5	-	6	0.06
B	43	285	55	0.06	105	35	-0.09	0.82	1.00	0.57	0.05	0.04	87.63	6	-	7	0.01
B	44	255	20	1.05	75	70	-0.57	0.34	1.00	0.94	0.05	0.15	81.56	7	-	8	0.10
B	45	286	15	0.53	466	75	-0.07	0.26	1.00	0.97	0.05	0.03	88.14	8	-	9	0.05
B	46	252	10	0.29	432	80	-0.62	0.17	1.00	0.98	0.05	0.06	86.83	9	-	10	0.01
B	47	175	10	0.16	355	80	-0.91	0.17	1.00	0.98	0.05	0.11	83.94	10	-	11	0.01
B	48	250	8	0.16	70	82	-0.64	0.14	1.00	0.99	0.05	0.04	87.85	11	-	12	0.01
B	49	315	85	0.18	135	5	0.42	1.00	1.00	0.09	0.05	0.42	64.85	12	-	13	0.04

Jarak rata-rata kekar A + B : 0.15
 Frekuensi Kekar : 6.84 kekar/meter
 RQD : 85%

Lampiran 3: Penilaian kondisi kekar dan nilai UCS

No kekar	Jarak Kekar (m)	Dip Direction Kekar	Dip Kekar	Kondisi kekar						
				Panjang Diskontinuitas	Kekasaran	Bukaan	Isian	Pelapukan	Schmidt Hammer Rebound Number	UCS (MPa)
1	0.36	311	79	39	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.2	31.392
2	0.36	303	76	26	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	0.4	45.126
3	0.42	340	66	34	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	4.1	47.088
4	0.9	296	69	65	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.8	24.525
5	0.3	298	11	42	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	1.5	36.297
6	0.2	331	78	29	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.1	29.43
7	0.35	356	58	65	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.2	23.544
8	0.99	340	30	35	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	4.6	56.898
9	0.1	235	67	12	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.16	15.696
10	0.35	235	52	20	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3.8	33.354
11	0.6	309	60	72	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.8	24.525
12	0.1	284	18	55	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.5	19.62
13	0.93	310	48	59	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.5	36.97
14	0.5	346	24	10	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.4	35.316
15	0.4	294	42	21	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3.3	33.354
16	0.05	6	21	39	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
17	0.47	315	76	75	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.6	38.259
18	0.25	356	85	110	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.4	18.639
19	0.48	348	71	142	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	4	45.126
20	0.22	344	84	148	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3.4	35.316
21	2.38	320	68	48	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	4.2	49.05
22	1.18	291	50	46	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
23	0.24	278	50	27	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1.8	9.81
24	0.48	243	22	54	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.2	9.81
25	0.46	295	25	52	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.8	24.525
26	0.51	296	38	52	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1.6	9.81
27	0.59	328	85	84	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	5.6	68.67
28	0.77	321	88	85	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1.1	9.81
29	0.12	330	82	57	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.1	13.374
30	0.4	202	20	36	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.2	31.392
31	0.12	358	76	46	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1	9.81
32	0.27	341	80	38	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.3	17.698

33	0.56	335	25	26	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
34	0.42	355	55	53	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
35	0.2	350	35	25	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.6	29.43
36	0.53	334	55	46	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.8	41.202
37	0.63	272	37	52	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3.6	38.259
38	0.23	260	75	32	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.2	15.696
39	0.42	270	53	44	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.8	22.563
40	1.42	115	35	20	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2	12.753
41	0.6	215	5	17	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.5	19.62
42	0.3	205	23	22	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	1.1	9.81
43	0.06	285	55	15	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.2	15.696
44	1.05	255	20	34	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.8	22.563
45	0.53	286	15	63	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.5	19.62
46	0.29	252	10	38	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	3	28.449
47	0.16	175	10	43	kasar	0.02	O.B	Sedikit lapuk	2.8	22.563
48	0.16	250	8	20	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	2.7	23.544
49	0.18	315	85	27	kasar	0.01	O.B	Sedikit lapuk	1	9.81