



## Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode *Slope Mass Rating (SMR)* pada Jalan Alternatif Tenggarong, Kelurahan Lok Bahu, Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur

Muhammad Arif Faturrahman<sup>1\*</sup>, Muhammad Amin Syam<sup>1</sup>, Puspa Indah Rindawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1748>

### Article Info:

Received : 15 Maret 2026  
Revised : 25 Maret 2026  
Accepted : 05 April 2026  
Published : 12 April 2026

### Correspondence:

Muhammad Arif Faturrahman

Phone: +6285386132240

**Abstract:** This study aims to analyze rock slope stability based on the Slope Mass Rating (SMR) value at the research area located on the Tenggarong Alternative Road, Lok Bahu Village, Sungai Kunjang District, Samarinda City, East Kalimantan Province. The SMR method is a development of the Rock Mass Rating (RMR) rock mass classification system combined with correction factors related to the orientation of discontinuity planes relative to the slope direction. The parameters used in this study include rock compressive strength obtained from the Point Load Index (PLI) test, Rock Quality Designation (RQD) values calculated using the scanline method, joint spacing, joint condition, and groundwater condition. The analysis results indicate that the slope-forming lithology is dominated by sandstone with an RMR value of 63, which falls into class II (good). Kinematic analysis using stereonet shows the potential for wedge failure caused by the intersection of two discontinuity planes with a probability of occurrence of 15.97%. Based on the correction of discontinuity orientation relative to the slope, the SMR value obtained is 54, which is classified as class III (normal). This indicates that the slope condition is generally fairly stable but still has the potential for failure, particularly wedge failure; therefore, periodic monitoring and slope management are required to minimize the risk of landslides in the study area.

**Keywords:** Slope Stability; SMR; RMR; Discontinuity; Kinematic Analysis.

**Citation:** Faturrahman, M. A., Syam, M. A., & Rindawati, P. I. (2026). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Slope Mass Rating (SMR) pada Jalan Alternatif Tenggarong, Kelurahan Lok Bahu, Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(2), 899-905. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1748>

### Pendahuluan

Kestabilan lereng merupakan salah satu aspek penting dalam kegiatan rekayasa geologi, terutama pada pembangunan infrastruktur jalan yang berada pada daerah berbukit. Kondisi geologi seperti litologi, struktur geologi, serta bidang diskontinuitas sangat mempengaruhi potensi terjadinya longsor pada lereng batuan berdasarkan kutipan dari Arif (2016). Selain itu, faktor kemiringan lereng juga berperan signifikan dalam menentukan tingkat kestabilan suatu lereng. Semakin curam sudut lereng, maka semakin besar pula gaya pendorong yang dapat memicu terjadinya longsor. Kondisi hidrologi seperti keberadaan

air tanah dan curah hujan yang tinggi turut memperlemah kekuatan material penyusun lereng.

Aktivitas manusia, seperti pemotongan lereng dan pembangunan tanpa perencanaan yang matang, juga dapat meningkatkan risiko ketidakstabilan lereng. Oleh karena itu, analisis geoteknik yang komprehensif sangat diperlukan sebelum dilakukan pembangunan di daerah berbukit. Metode analisis kestabilan lereng, seperti analisis keseimbangan batas, sering digunakan untuk mengevaluasi faktor keamanan lereng.

Upaya mitigasi seperti pembuatan drainase, perkuatan lereng, dan penanaman vegetasi dapat dilakukan untuk meningkatkan kestabilan lereng.

Email: [ariffathurr8@gmail.com](mailto:ariffathurr8@gmail.com)

Dengan demikian, pemahaman yang baik terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng sangat penting guna meminimalkan risiko bencana longsor.

Metode klasifikasi massa batuan banyak digunakan untuk mengevaluasi kondisi kestabilan lereng, salah satunya adalah *Rock Mass Rating* (RMR) yang dikembangkan oleh Bieniawski (1989). Metode ini kemudian dikembangkan lebih lanjut untuk analisis lereng menggunakan metode *Slope Mass Rating* (SMR)

yang diperkenalkan oleh Romana (1985) dalam pratama (2022). Metode SMR mempertimbangkan orientasi lereng terhadap bidang diskontinuitas sehingga dapat memberikan evaluasi yang lebih spesifik terhadap potensi longsor dalam Nugraha (2020). *Rock Mass Rating* (RMR) adalah sistem klasifikasi massa batuan yang diperkenalkan oleh Bieniawski (1989) dalam Pangaribuan (2022) dan berfungsi untuk menilai kestabilan massa batuan secara empiris. terdapat 5 parameter utama (tabel 1), yaitu disajikan pada:

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

No	Parameter	Selang Nilai						
1.	batuan utuh	PLI (Mpa)	> 10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	Untuk kuat tekan rendah perlu UCS	
		UCS (Mpa)	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5 < 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	3	
3.	Jarak Bidang Diskontinu (m)		> 2	0,6 - 2	0,2 - 0,6	0,06 - 0,2	< 0,06	
	Bobot		20	15	10	8	5	
4.	Kondisi Bidang Diskontinu	Sangat kasar, tidak menerus, tidak ada pemisahan, dinding batu tidak lapuk	Agak kasar, pemisahan 1 mm, dinding agak lapuk	Agak kasar, pemisahan < 1 mm, dinding sangat lapuk	Slickensided/tebal gouge < 5 mm, atau pemisahan 1 - 5 mm, menerus	Gouge lunak tebal > 5 mm, atau pemisahan > 5 mm, menerus		
	Bobot		30	25	20	10	0	
5	Air Tanah	Aliran/10 m	None	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125	
		Panjang tunnel (liter/menit)						
		Tek. Air pada keker/Maks teg utama (Kpa)	0	< 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5	
		Kondisi Umum	Kering	Lembab	Basah	Menetes	Mengalir	
	Bobot		15	10	7	4	0	

**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. Uji kuat tekan dapat menggunakan PLI (*Point Load Index*) mesin tekan untuk menekan sampel batuan pada satu titik. Pada perhitungan PLI menggunakan persamaan rumus:

$$ts = \left(\frac{D}{50}\right)^{0.45} \times \frac{P}{D^2}$$

**Rock Quality Designation (RQD)**

Parameter RQD diperoleh melalui pengamatan inti bor dilakukan dengan menghitung panjang inti yang diperoleh, dengan mengabaikan fragmen inti yang memiliki panjang kurang dari 10 cm, kemudian dinyatakan sebagai persentase terhadap total panjang pembedaan. Pada metode *scanline*, terlebih dahulu

ditentukan frekuensi diskontinuitas atau kekar, yaitu perbandingan antara jumlah diskontinuitas yang terpotong garis *scanline* dengan panjang *scanline*. Frekuensi diskontinuitas dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Frekuensi = \frac{Jumlah\ Rekanan}{Panjang\ Scanline}$$

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

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

**Spasi Diskontinuitas/Kekar**

Spasi diskontinuitas merupakan jarak antara dua diskontinuitas berdekatan dalam satu *scanline* dengan rumus:

$$Spasi\ rekanan = \frac{\sum Diskontinuitas}{Panjang\ Scanline}$$

**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. Kondisi Airtanah Keberadaan air ini akan mengurangi kuat geser antara kedua permukaan diskontinuitas.

Bobot parameter air tanah dapat ditentukan dengan beberapa cara yaitu pengamatan langsung di lapangan dan menentukan kondisi umum air. *Slope Mass Rating* (SMR) merupakan metode yang didapatkan dari hasil beberapa faktor koreksi nilai yang didapatkan dari

metode RMR. Nilai SMR dinyatakan dengan persamaan yakni:

$$SMR = RMR_{Basic} + (F1 \times F2 \times F3) + F4$$

Dengan F1 adalah sudut antara  $\alpha_j$  dan  $\alpha_s$ , F2 adalah tangensial sudut kemiringan  $\beta_j$ , F3 adalah sudut antara  $\beta_s$  dan  $\beta_j$ , F4 merupakan metode eskavasi lereng. Bobot pengaruh orientasi lereng, metode eskavasi lereng, dan deskripsi kelas SMR disajikan pada Tabel 2 Nilai pembobotan untuk kekar, Tabel 3 Nilai pembobotan untuk metode eskavasi lereng (, dan Tabel 4 Deskripsi setiap kelas SMR.

- $\alpha_j$ = Dip direction Bidang kekar
- $\alpha_s$ = Dip direction lereng
- $\beta_j$ = Dip bidang kekar (*Joint dip*)
- $\beta_s$ = Dip lereng (*Angle of Slope*)

**Tabel 2.** Nilai pembobotan untuk kekar (Romana, 1985)

Kasus	Kriteria Faktor Koreksi	Sangat Menguntungkan	Menguntungkan	Sedang	Tak Menguntungkan	Sangat Tak Menguntungkan
P	$\alpha_j-\alpha_s$					
T	$\alpha_j-\alpha_s-180$	>30	30-21	20-11	10-5	<5
W	$\alpha_i-\alpha_s$					
P/T/W	F1	0,15	0,4	0,7	0,85	1
P	$\beta_j$					
W	$\beta_i$	<20	20-30	30-35	35-40	>45
P/W	F2	0,15	0,4	0,7	0,85	1
T	F2	1	1	1	1	1
P	$\beta_j-\beta_s$					
W	$\beta_i-\beta_s$	>10	10-0	0	0-(-10)	<-10
T	$\beta_j+\beta_s$	<110	110-120	>120		
P/T/W	F3	0	-6	-25	-50	-60

**Tabel 3.** Nilai pembobotan untuk metode eskavasi lereng (Romana, 1985)

Metode Penggalian	Lereng Alami	Presplitting	Peledakan Halus	Bukaan Mekanis	Peledakan Buruk
F4	15	10	8	0	-8

**Tabel 4.** Deskripsi setiap kelas SMR (Romana, 1985)

SMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
Kelas	V	IV	III	II	I
Deskripsi	Sangat Buruk	Buruk	Normal	Bagus	Sangat Bagus
Stabilitas	Sangat Tidak Stabil	Tidak Stabil	Stabil Sebagian	Stabil	Sangat stabil
Keruntuhan	Planar Besar atau Seperti Tanah	Planar atau Baji	Beberapa kekar atau banyak baji	Beberapa Blok	Tidak Ada
Pendukung	Penggalian Ulang	Korektif penting	Sistematis	Sesekali	Tidak ada

**Metode**

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 PLI (*Point*

Load Index) yang kemudian dikonversi menjadi nilai kuat (UCS).

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 air tanah, 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 longsoran batuan yang dapat terjadi. Lereng pada daerah studi dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Hasil dan Diskusi**

Nilai RMR diperoleh dengan menjumlahkan bobot setiap parameter, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai dan bobot setiap parameter disajikan pada Gambar 1 dan table 5 yang dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 1. Kondisi kekar pada lereng di daerah studi

Bidang Diskontinu	Joint No.	ad (°)	bd (°)	Jarak Joint (meter)	an	bn	cos	cos bn	cos bs	sin bn	sin bs	abs	Tetha	i-m	ji-m	d(im)	
					ad + 180	90 - bd	(an-as)					[cos Θ]	(Θ)				
					(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(meter)		(meter)	
A	1	155	60	0.6	335	30	0,86	0,86	0,42	0,5	0,9	0,87	30	1	2	0,006	1,20
B	2	350	58	0.6	170	32	-0,7	0,84	0,42	0,52	0,9	0,71	45	1	2	0,006	0,85
A	3	275	41	1.54	95	49	-0,86	0,65	0,42	0,75	0,9	0,87	30	2	3	0,015	3,08
B	4	30	43	0.95	210	47	-0,08	0,68	0,42	0,73	0,9	0,09	85	2	3	0,009	0,95
A	5	278	51	1.23	98	39	-0,89	0,77	0,42	0,62	0,9	0,89	27	3	4	0,012	2,71
B	6	33	59	0.63	213	31	-0,03	0,85	0,42	0,51	0,9	0,03	88	3	4	0,006	0,63
A	7	222	51	0.66	42	39	-0,12	0,77	0,42	0,62	0,9	0,12	83	4	5	0,006	0,66
A	8	249	69	0.02	69	21	-0,55	0,93	0,42	0,35	0,9	0,56	56	5	6	0	0,02
A	9	240	41	0.3	60	49	-0,42	0,65	0,42	0,75	0,9	0,42	65	6	7	0,003	0,33
A	10	230	72	0.55	50	18	-0,25	0,95	0,42	0,3	0,9	0,26	75	7	8	0,007	0,57
B	11	10	65	0.92	190	25	-0,42	0,9	0,42	0,42	0,9	0,42	65	4	5	0,005	1,02
B	12	70	59	1.71	250	31	0,57	0,85	0,42	0,51	0,9	0,57	55	5	6	0,009	2,09
B	13	73	65	1.6	253	25	0,61	0,9	0,42	0,42	0,9	0,62	52	6	7	0,017	2,03
B	14	68	21	0.77	248	69	0,54	0,35	0,42	0,93	0,9	0,55	57	7	8	0,016	0,92
B	15	75	49	1.24	255	41	0,64	0,75	0,42	0,65	0,9	0,64	50	8	9	0,007	1,62
B	16	62	40	0.32	242	50	0,45	0,64	0,42	0,76	0,9	0,45	63	9	10	0,012	0,36
A	17	260	78	0.62	80	12	-0,7	0,97	0,42	0,2	0,9	0,71	45	8	9	0,003	0,88
B	18	67	27	0.55	247	63	0,52	0,45	0,42	0,89	0,9	0,53	58	10	11	0,006	0,65
B	19	40	29	0.67	220	61	0,08	0,48	0,42	0,87	0,9	0,09	85	11	12	0,005	0,67
A	20	254	73	0.42	74	17	-0,62	0,95	0,42	0,29	0,9	0,63	51	9	10	0,006	0,54
A	21	232	67	1.13	52	23	-0,29	0,92	0,42	0,39	0,9	0,29	73	10	11	0,004	1,18
B	22	80	38	0.16	260	52	0,7	0,61	0,42	0,78	0,9	0,71	45	12	13	0,011	0,23
B	23	29	47	1.71	209	43	-0,1	0,73	0,42	0,68	0,9	0,1	84	13	14	0,001	1,73
A	24	259	51	0.9	79	39	-0,69	0,77	0,42	0,62	0,9	0,69	46	11	12	0,017	1,25
A	25	269	28	0.21	89	62	-0,8	0,46	0,42	0,88	0,9	0,81	36	12	13	0,009	0,36
B	26	50	29	0.33	230	61	0,25	0,48	0,42	0,87	0,9	0,26	75	14	15	0,002	0,34

A	27	219	53	0.79	39	37	-0,06	0,79	0,42	0,6	0,9	0,07	86	13	-	14	0,003	0,79
A	28	218	58	0.66	38	32	-0,05	0,84	0,42	0,52	0,9	0,05	87	14	-	15	0,007	0,66
B	29	345	43	0.52	165	47	-0,76	0,68	0,42	0,73	0,9	0,77	40	15	-	16	0,006	0,81
A	30	220	65	2.31	40	25	-0,08	0,9	0,42	0,42	0,9	0,09	85	15	-	16	0,005	2,32
A	31	227	63	0.32	47	27	-0,2	0,89	0,42	0,45	0,9	0,21	78	16	-	17	0,023	0,33
A	32	239	30	0.33	59	60	-0,4	0,5	0,42	0,86	0,9	0,41	66	17	-	18	0,003	0,36
A	33	216	43	0.77	36	47	-0,01	0,68	0,42	0,73	0,9	0,02	89	18	-	19	0,007	0,77
B	34	67	61	0.24	247	29	0,52	0,87	0,42	0,48	0,9	0,53	58	16	-	17	0,002	0,28
A	35	251	26	0.52	71	64	-0,58	0,43	0,42	0,89	0,9	0,59	54	19	-	20	0,005	0,64
B	36	62	65	0.33	242	25	0,45	0,9	0,42	0,42	0,9	0,45	63	17	-	18	0,003	0,37
A	37	225	62	1.11	45	28	-0,17	0,88	0,42	0,46	0,9	0,17	80	20	-	21	0,011	1,13
B	38	71	29	5.21	251	61	0,58	0,48	0,42	0,87	0,9	0,59	54	18	-	19	0,052	6,43
B	39	40	28	1.32	220	62	0,08	0,46	0,42	0,88	0,9	0,09	85	19	-	20	0,013	1,32
A	40	235	53	0.87	55	37	-0,34	0,79	0,42	0,6	0,9	0,34	70	21	-	22	0,008	0,93
A	41	251	7	0.67	71	83	-0,61	0,12	0,42	0,99	0,9	0,62	52	22	-	23	0,006	0,85
A	42	254	31	1.82	74	59	-0,62	0,51	0,42	0,85	0,9	0,63	51	23	-	24	0,018	2,33
B	43	74	29	0.27	254	61	0,62	0,48	0,42	0,87	0,9	0,63	51	20	-	21	0,002	0,35
A	44	265	50	0.33	85	40	-0,76	0,76	0,42	0,64	0,9	0,77	40	24	-	25	0,003	0,52
B	45	60	19	2.7	240	71	0,42	0,32	0,42	0,94	0,9	0,42	65	21	-	22	0,027	2,97
B	46	68	33	0.77	248	57	0,54	0,54	0,42	0,83	0,9	0,54	57	22	-	23	0,007	0,92
B	47	77	29	0.82	257	61	0,66	0,48	0,42	0,87	0,9	0,67	48	23	-	24	0,008	1,11
B	48	59	38	0.50	239	52	0,4	0,61	0,42	0,78	0,9	0,41	66	24	-	25	0,005	0,55
B	49	72	48	0.43	252	42	0,46	0,74	0,42	0,66	0,9	0,6	53	25	-	26	0,004	0,54
B	50	64	51	0.67	244	39	0,44	0,77	0,42	0,62	0,9	0,48	61	26	-	27	0,006	0,77
A	51	234	36	0.22	54	54	-0,32	0,58	0,42	0,8	0,9	0,33	71	25	-	26	0,002	0,23
A	52	253	50	0.43	73	40	-0,61	0,76	0,42	0,64	0,9	0,62	52	26	-	27	0,004	0,54
B	53	75	43	0.87	255	47	0,64	0,68	0,42	0,73	0,9	0,64	50	27	-	28	0,008	1,13
A	54	249	22	1.24	69	68	-0,55	0,37	0,42	0,92	0,9	0,56	56	27	-	28	0,012	1,49
A	55	239	36	0.34	59	54	-0,4	0,58	0,42	0,8	0,9	0,41	66	28	-	29	0,003	0,37
B	56	55	45	0.37	235	45	0,34	0,7	0,42	0,7	0,9	0,34	70	28	-	29	0,003	0,39
B	57	67	53	0.55	247	37	0,52	0,79	0,42	0,6	0,9	0,53	58	29	-	30	0,005	0,65
A	58	274	60	0.89	94	30	-0,85	0,86	0,42	0,5	0,9	0,86	31	29	-	30	0,008	1,71
A	59	268	53	0.92	88	37	-0,79	0,79	0,42	0,6	0,9	0,8	37	30	-	31	0,009	1,53
A	60	289	58	1.1	109	32	-0,96	0,84	0,42	0,52	0,9	0,96	16	31	-	32	0,011	3,93
A	61	257	42	0.77	77	48	-0,66	0,66	0,42	0,74	0,9	0,67	48	32	-	33	0,007	1,04
A	62	244	37	0.47	64	53	-0,48	0,6	0,42	0,79	0,9	0,48	61	33	-	34	0,004	0,54
B	63	57	44	0.81	237	46	0,37	0,69	0,42	0,71	0,9	0,37	68	30	-	31	0,008	0,87
B	64	61	57	0.90	241	33	0,43	0,83	0,42	0,54	0,9	0,44	64	31	-	32	0,009	1,00
B	65	71	29	0.27	251	61	0,58	0,48	0,42	0,87	0,9	0,59	54	32	-	33	0,002	0,33

Merah = Kekar A

Hitam = Kekar B

Frekuensi Kekar : 0,92 kekar/meter

RQD : 83,90%

### Kekuatan Batuan Utuh

Nilai UCS diperoleh melalui pengujian PLI. Pengujian ini digunakan untuk memperkirakan kekuatan tekan batuan secara tidak langsung. Metode PLI dipilih karena lebih praktis dan efisien dalam pelaksanaannya. Hasil uji PLI menunjukkan nilai sebesar 5,35 MPa.

Nilai tersebut kemudian dijadikan dasar untuk melakukan konversi ke nilai UCS. Proses konversi dilakukan dengan menggunakan hubungan empiris yang umum digunakan dalam geoteknik. Berdasarkan hasil konversi, diperoleh nilai UCS sebesar 80,25 MPa.

Nilai UCS ini merepresentasikan kekuatan tekan batuan utuh. Nilai tersebut penting dalam menentukan klasifikasi massa batuan. Dengan demikian, nilai UCS sebesar 80,25 MPa digunakan sebagai parameter dalam analisis selanjutnya.

### 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 0,92 kekar/meter. Nilai RQD massa batuan adalah 83,90%.

**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 0.129 m.

**Kondisi Kekar**

Kondisi kekar dibagi menjadi lima parameter, yaitu panjang kekar, kekasaran, lebar bukaan, isi bukaan, dan tingkat pelapukan. Panjang rata-rata kekar adalah 67,32 cm, kondisi permukaan yang kasar, lebar bukaan rata-rata kekar sebesar 1 cm, bukaan tidak terdapat pengisi bukaan, dengan kondisi lapuk.

**Kondisi Air tanah**

Kondisi air pada lereng terbilang basah atau dalam kondisi yang lembab. Berdasarkan nilai dan kondisi lereng tersebut, kemudian ditentukan bobot untuk menghitung nilai *Rock Mass Rating* (RMR). Nilai kuat tekan batuan utuh sebesar 80,25 memiliki bobot 7, nilai RQD 83,90% berbobot 17, dan spasi kekar 0,129 m berbobot 8. Bobot kondisi kekar diperoleh dari penjumlahan setiap parameternya dengan total 21, sedangkan kondisi batuan lembab memiliki bobot 10. Dengan demikian, total bobot yang diperoleh adalah:

$$RMR = 7 + 17 + 8 + 21 + 10 = 63$$

Nilai ini bermakna bahwa kondisi massa batuan pada lereng tersebut masih tergolong baik. Nilai SMR adalah faktor penyesuaian terhadap arah orientasi lereng dan metode eskavasi yang digunakan pada nilai RMR.

Ditemukan dua *joinset* yakni *JOINSET 1* yang memiliki kedudukan N 47° E/ 27° dan *JOINSET 2* memiliki kedudukan N 249° E/64°, dengan kedudukan sudut perpotongan 64° E/8°, dan dip lereng 65°, sehingga diasumsikan bahwa Stasiun pengamatan ini dapat terjadi longsoran baji "*Wedge failure*". Dari kedua nilai orientasi kekar dan lereng diperoleh nilai bobot, yaitu:

$$F1 = (\alpha_i - \alpha_s) = (64 - 305) = -241$$

$$F2 = \beta_i = 8$$

$$F3 = \beta_i - \beta_s = 8 - 65 = -57$$

$$F4 = \text{Bukaan Mekanis}$$

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

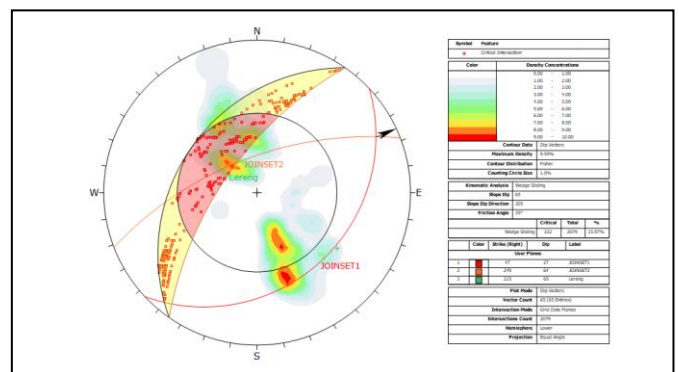
$$SMR = 63 + (1 \times 0,15 \times (-60)) + 0 = 54$$

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

Hasil analisis menunjukkan bahwa kekuatan massa batuan di lokasi penelitian dipengaruhi oleh kelembapan pada bidang diskontinuitas, namun berdasarkan klasifikasi RMR menurut Bieniawski (1989), lereng termasuk kelas II (baik) dengan nilai 63. Analisis kinematik menunjukkan potensi longsoran baji (*wedge sliding*) dengan probabilitas 15,97%, akibat perpotongan dua bidang lemah yang orientasinya mendukung keruntuhan. Kondisi ini diperkuat oleh konsentrasi interseksi pada zona kritis stereonet dan kesesuaian arah lereng, yang menurut Hoek & Bray (1981) merupakan pemicu umum *wedge failure*. Geometri lereng dengan dip 65° dan tinggi 24,11 m pada material batupasir juga meningkatkan potensi keruntuhan.

Tingginya nilai *critical intersection* (15,97%) menunjukkan peluang kegagalan yang signifikan jika dipicu faktor eksternal seperti hujan atau pembebanan, dimana menurut Laubscher (1990), semakin tinggi konsentrasi interseksi pada zona kritis maka semakin besar potensi kegagalan. Perhitungan SMR menghasilkan nilai 54 yang termasuk kelas III (normal), sejalan dengan klasifikasi Syam, dkk (2018), meskipun nilai RMR berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kondisi lereng tergolong normal, tetap diperlukan monitoring berkala karena potensi longsor masih ada.

Karakteristik geologi lereng berupa dominasi batupasir, keberadaan konglomerat, batubara tipis, serta struktur kekar menjadi faktor utama dalam penentuan parameter RMR dan SMR. Litologi mempengaruhi nilai kuat tekan dan RQD, sementara kekar menentukan spasi dan kondisi rekahan, serta air tanah mempengaruhi pembobotan RMR. Orientasi kekar terhadap lereng menjadi faktor koreksi utama dalam SMR, sehingga nilai RMR (Bieniawski, 1989) dan SMR (Romana, 1985) merepresentasikan kondisi geologi aktual lereng.



**Gambar 2.** Stereonet arah orientasi utama data kekar dan arah orientasi lereng

## Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil data lapangan yang telah diperoleh, dilakukan klasifikasi terhadap sampel batuan dengan beberapa parameter RMR, bahwa Stasiun pengamatan dengan litologi dominasi yaitu batupasir mendapatkan nilai 63 kelas II kategori Baik berdasarkan klasifikasi yang telah dibuat (Bieniawski, 1989).
2. Berdasarkan dari hasil analisis kinematik data bidang diskontinuitas lereng Stasiun pengamatan menggunakan bantuan aplikasi Dips 7.0 yakni dengan hasil, lereng Stasiun pengamatan adanya perpotongan dua bidang lemah hasil analisis kinematik potensi longsor pada Stasiun pengamatan berpotensi longsor baji dengan kemungkinan terjadi 15,97%.
3. Berdasarkan analisis perhitungan SMR pada lereng yang diamati didapatkan, bahwa lereng yang diamati yaitu lereng Stasiun pengamatan dengan litologi dominasi batupasir mendapatkan nilai SMR 54 dengan kelas III Normal.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing serta Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Mulawarman yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

## Referensi

- Arif, I. (2016). *Geoteknik tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications*. New York, NY: Wiley.
- Hoek, E., & Bray, J. (1981). *Rock slope engineering* (3rd ed.). London: Institute of Mining and Metallurgy.
- Nugraha, R., & Arifin, M. (2020). Penerapan metode SMR pada analisis kestabilan lereng tambang batu bara di Kalimantan Timur. *Indonesian Journal of Geotechnical Engineering*, 6(2), 89–102.
- Pangaribuan, M. P. (2022). Analisis kestabilan lereng menggunakan metode Rock Mass Rating (RMR) dan Slope Mass Rating (SMR) untuk menentukan faktor keamanan lereng pada tambang tuf Desa Candirejo. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 5(3), 186–187.
- Pratama, D., Sari, R., & Rahmadani, L. (2022). Integrasi SMR dan GIS dalam analisis zonasi rawan

longsor di Kalimantan Selatan. *Jurnal Geospasial*, 8(3), 112–127.

- Priest, S. D., & Hudson, J. A. (1976). Discontinuity spacings in rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*.
- Romana, M. (1985). New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes. In *Proceedings of the International Symposium on the Role of Rock Mechanics*.
- Romana, M., Serón, J. B., & Montalar, E. (2003). SMR geomechanics classification: Application, experience and validation.
- Singh, B., & Goel, R. K. (2011). *Engineering rock mass classification*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Syam, M. A., Heryanto, H., Trides, T., & Pasiakan, L. P. (2018). Analisis kestabilan lereng berdasarkan nilai slope mass rating di Desa Sukamaju, Tenggara Seberang, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Jurnal Geocebes*, 2(1), 45–54.