

ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE ROCK MASS RATING PADA TAMBANG BATUBARA (STUDI KASUS DI KECAMATAN DAMAI, KUTAI BARAT, KALIMANTAN TIMUR)

Iqbal Rizki Saputra¹, Anita Widiyanti²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, DIY, Telp. (0274) 387656
Email: iqbal.rizki.ft20@mail.umy.ac.id, anitawidiyanti@umy.ac.id

ABSTRAK

Pada proses penambangan terbuka selalu dilakukan pendalaman dan pencuraman lubang yang menyebabkan lereng tidak stabil dan dapat terjadi kelongsoran. Untuk mencapai target produksi, diperlukan perancangan lereng yang aman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Faktor Keamanan (FK) lereng dan melakukan upaya untuk meningkatkan FK lereng tersebut dengan menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR). Penelitian dilakukan pada 2 lereng yang ada di Pit X di Kecamatan Damai, Kutai Barat, Kalimantan Timur. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa desain tambang 2023, serta data primer yang terdiri dari *strike* (arah lapisan batuan), *dip* (sudut perlapisan batuan), dan bidang kekar. Data dianalisis menggunakan software *Rocscience Slide V.6*. Hasil analisis menunjukkan bahwa lereng 1 memiliki FK sebesar 0,97, sehingga jika penambangan dilakukan akan terjadi longsor bidang. FK lereng 2 sebesar 1,96, sehingga aman dari bahaya kelongsoran. Untuk meningkatkan FK disarankan memotong lapisan tanah per-20 meter hingga membentuk *bench*.

Kata Kunci: Stabilitas Lereng, Tambang Terbuka, Faktor Keamanan

ABSTRACT

In the open mining process, the hole is constantly deepened and steepened, which causes the slope to be unstable, and landslides can occur. Safe slope design is necessary to achieve production targets. This research aims to determine the safety factor (SF) and make efforts to increase the slope SF using the Rock Mass Rating (RMR) method. The research was conducted on two slopes at Pit X in Damai District, West Kutai, East Kalimantan. This research uses secondary data in the form of a 2023 mine design and primary data consisting of strike (direction of rock layers), dip (rock bedding angle), and joint planes. Data were analyzed using Rocscience Slide V.6 software. The analysis results show that slope 1 has an SF of 0.97, so there will be landslides if mining is carried out. The FK of slope 2 is 1.96, so it is safe from landslides. It is recommended that the soil layer be cut every 20 meters to form a bench to increase the SF.

Keywords: Slope Stability, Open Pit Mining, Safety Factor

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki berbagai macam sumber daya alam, dan menjadi produsen yang dapat memenuhi permintaan global untuk batubara. Sebagian besar penambangan batubara di Indonesia dilakukan melalui sistem tambang terbuka (*open pit mining*) [1]. Proses pencuraman dan pendalaman lubang biasa terjadi dalam penambangan dengan sistem terbuka tersebut. Lereng yang dihasilkan berpotensi terjadi kelongsoran. Kurniawati & Wulandari menyatakan bahwa kondisi lereng dengan kemiringan curam dapat mengalami kelongsoran akibat beban yang meningkat dan gaya luar yang bekerja pada lereng [2]. Kestabilan lereng pada proses penambangan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya

adalah kondisi geologi, bentuk keseluruhan lereng dan kondisi muka air tanah [3]. Kestabilan lereng pada batuan juga ditentukan oleh adanya bidang-bidang lemah yang disebut dengan bidang diskontinuitas. Penggalian lereng dapat mengakibatkan terjadinya perubahan gaya-gaya pada lereng yang dapat menyebabkan lereng tersebut longsor [4].

Analisis kestabilan lereng pada kegiatan penambangan terbuka sangat penting dilakukan guna mengevaluasi desain lereng penambangan yang akan diterapkan agar operasional penambangan berjalan dengan efisien, aman, dan ekonomis. Faktor keamanan (FK) lereng harus memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk mengurangi resiko longsor yang berakibat dapat mempengaruhi kelancaran kegiatan penambangan dan menghambat target

produksi [5]. Menurut SNI 8460:2017, syarat minimum FK lereng tambang adalah 1,3 [6].

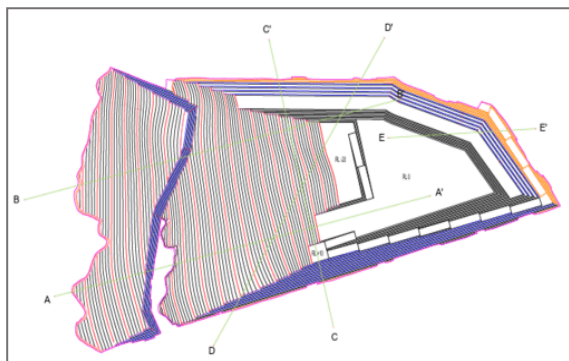
Salah satu metode untuk menganalisis kestabilan lereng adalah *Rock Mass Rating (RMR)*. Metode ini dipublikasikan oleh Bieniawski pada tahun 1989 dan digunakan untuk menentukan kualitas batuan. Parameter RMR yang dibutuhkan meliputi kuat tekan batuan utuh (*Uniaxial Compressive Strength / UCS*), *Rock Quality Designation (RQD)*, spasi bidang kontinuitas, dan kondisi umum air tanah pada bidang diskontinu [7][8][9][10]. Pengamatan dan pengukuran parameter tersebut akan diberikan bobot sesuai dengan klasifikasi massa batuan menurut RMR [4]. Selanjutnya untuk menganalisis Faktor Keamanan (FK) lereng digunakan *software Rocscience Slide V.6*.

Penelitian kestabilan lereng tambang batubara menggunakan *Rock Mass Rating* telah banyak dilakukan, diantaranya di Sumatera Selatan [1][8][11], di Sumatera Barat [9], dan di Kalimantan Selatan [10][12]. Dalam penelitian ini dilakukan analisis lereng *lowwall* (sisi dinding tambang paling dangkal) area penambangan Pit X Blok 22 PT Pamapersada Nusantara *Jobsite* BEKB di Kecamatan Damai, Kutai Barat, Kalimantan Timur. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis nilai faktor keamanan (FK) lereng, juga memberikan rekomendasi upaya untuk meningkatkan FK agar kegiatan penambangan berjalan dengan aman.

2. METODE PENELITIAN

Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer meliputi *strike* (arah lapisan batuan), *dip* (sudut perlapisan batuan), dan bidang kekar. Data *strike* dan *dip* digunakan untuk menentukan jenis longsoran. Data sekunder yang digunakan adalah desain penambangan blok 22 tahun 2023 oleh PT. Pamapersada Nusantara seperti yang ditampilkan pada Gambar 1. Penampang yang ditinjau adalah *line section A-A'* dan *B-B'*, sehingga dihasilkan 2 lereng yang akan dianalisis.



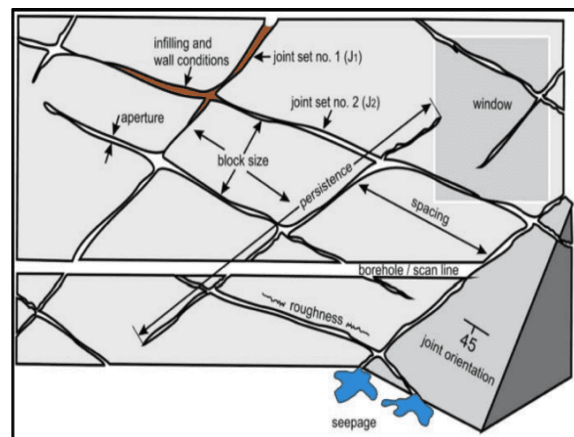
Gambar 1. Desain tambang blok 22 (PT Pama *Jobsite* BEKB, 2023)

Alat-Alat Pengujian

Alat-alat yang digunakan untuk pengambilan data primer di lapangan meliputi meteran sebagai alat bantu pembuatan *scanline*, kompas geologi untuk melihat *strike* dan *dip*, serta palu geologi untuk menentukan kekerasan dan tingkat kelapukan batuan.

Metode Pengambilan Data

Data primer diperoleh dari pengamatan dan pemetaan permukaan di lapangan dengan *scanline* seperti pada Gambar 2. Metode *scanline* digunakan untuk mengetahui kondisi bidang diskontinuitas pada permukaan massa batuan yang dianggap mewakili bidang diskontinuitas secara umum pada permukaan massa batuan tersebut.



Gambar 2. Parameter pengukuran kekar metode *scanline*

Dalam penelitian ini data primer yang digunakan berupa data kekar dengan panjang *scanline* 1x1 m² seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Semua karakteristik bidang diskontinuitas atau kekar dilihat dan dicatat di kedua lereng tersebut yang meliputi kekasaran, lebar bukaan, pelapukan dan melihat kondisi kekar tersebut secara visual.



(a) Stasiun 1



(b) Stasiun 2



(c) Stasiun 3

Gambar 3. Lokasi pengambilan data

Pemodelan Penampang dan Proses Analisis

Data primer yang sudah diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan nilai kualitas massa batuan berdasarkan RQD, *Rock Mass Rating* (RMR), dan *Geology Strength Index* (GSI). Selanjutnya dilakukan pemodelan penampang berupa model penampang awal dan penampang aktual. Analisis hanya dilaksanakan di bagian *lowwall* (sisi dinding tambang paling dangkal). Untuk menganalisis Faktor Keamanan lereng, digunakan *software Rocscience Slide V.6*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR)

Nilai pembobotan RMR bervariasi berdasarkan parameter di kedua lereng lokasi penelitian. Dalam pembobotan tersebut digunakan metode RMR berdasarkan 5 parameter yang meliputi kuat tekan batuan utuh (UCS), RQD, spasi bidang diskontinuitas, kondisi diskontinuitas, dan kondisi air tanah guna untuk mengetahui kelas massa batuan.

a. Pembobotan lereng 1 (potongan A-A')

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada lereng 1 diperoleh dua stasiun. Pada stasiun 1 nilai RQD yang dihasilkan dari jumlah kekar dalam garis *scanline* adalah 74,07%, sedangkan pada stasiun 2 nilai RQD sebesar 81,32%. Spasi bidang kekar berkisar antara 60 hingga 200 mm. Kondisi bidang kekar diukur berdasarkan deskripsi langsung lokasi

penelitian, yang mencakup kemenerusan (*continuity*), bukaan (*separation*), dan kekar. Hasil pembobotan RMR lereng 1 (stasiun 1 dan 2) selengkapnya ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil pembobotan RMR lereng 1 (stasiun 1)

Parameter	Nilai	Bobot	
		Lapisan 1	Lapisan 2
UCS	1-5 MPa	1	1
RQD	50 -75%	13	13
Jarak Diskontinuitas	60-200 mm	8	8
Kondisi Diskontinuitas	12 (lapisan 1) 14 (lapisan 2)	12	14
Air Tanah	Kering	15	15
Total Bobot		49	51
Kelas Massa Batuan		III	III

Tabel 2. Hasil pembobotan RMR lereng 1 (stasiun 2)

Parameter	Nilai	Bobot
UCS	1-5 MPa	1
RQD	75-90%	17
Jarak Diskontinuitas	60-200 mm	8
Kondisi Diskontinuitas	16	16
Air Tanah	Kering	15
Total Bobot		57
Kelas Massa Batuan		III

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa kelas massa batuan pada stasiun 1 dan 2 termasuk kelas III dengan kondisi sedang.

b. Pembobotan lereng 2 (potongan B-B')

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada lereng 2 diperoleh satu stasiun dengan nilai RQD 91,30% dan nilai kondisi diskontinuitas sebesar 17. Hasil pembobotan RMR lereng 2 (stasiun 3) selengkapnya ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pembobotan RMR lereng 2 (stasiun 3)

Parameter	Nilai	Bobot
UCS	1-5 MPa	1
RQD	90 -100%	20
Jarak Diskontinuitas	200-600 mm	10
Kondisi Diskontinuitas	17	17
Air Tanah	Lembab	10
Total Bobot		58
Kelas Massa Batuan		III

Geology Strength Index (GSI)

Geology Strength Index (GSI) digunakan untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik batuan. Nilai GSI diperoleh dengan menggunakan rumus pendekatan yang diusulkan oleh Hoek dan Brown dalam Persamaan 1. Rangkuman nilai GSI dari kedua lereng ditampilkan pada Tabel 4.

$$GSI = RMR - 5 \quad (1)$$

Tabel 4. Nilai *Geology Strength Index* (GSI)

Lereng	Nilai RMR	Nilai GSI
Lereng 1, lapisan 1 (stasiun 1)	49	44
Lereng 1, lapisan 2 (stasiun 1)	51	46
Lereng 1 (stasiun 2)	57	52
Lereng 2 (stasiun 3)	58	53

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan hasil penilaian GSI, lereng 1 pada lapisan 1 dan 2 (stasiun 1) memiliki kondisi permukaan yang cukup lapuk (*moderately weathered*), sedangkan lereng 1 (stasiun 2) dan lereng 2 (stasiun 3) termasuk dalam kondisi permukaan bernoda besi (*iron stained surface*).

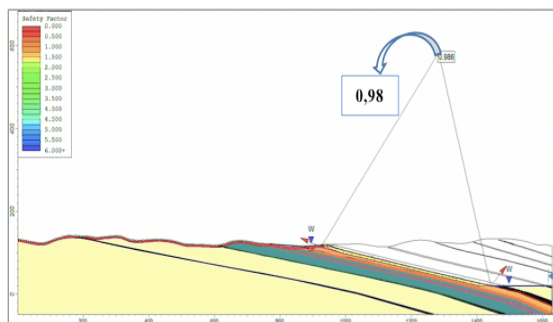
Analisis Kestabilan Lereng

Berdasarkan kondisi aktual, terdapat longsor di area *floor* 3000, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Oleh karena itu, *back analysis* dilakukan untuk mengetahui kohesi dan sudut gesek pada area lereng *lowwall floor* 3000.

Gambar 4. Area longsor *floor* 3000

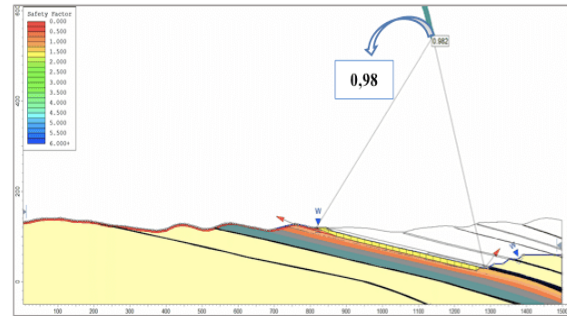
a. Analisis lereng 1 (potongan A-A')

Dari hasil analisis lereng 1 didapatkan kohesi sebesar 9 kN/m² dan sudut gesek internal sebesar 30° dengan kondisi berat volume tanah jenuh air sebesar 13 kN/m³, dan kondisi berat volume tak jenuh air sebesar 10 kN/m³. Faktor keamanan lereng yang dihasilkan sebesar 0,98 (Gambar 5).

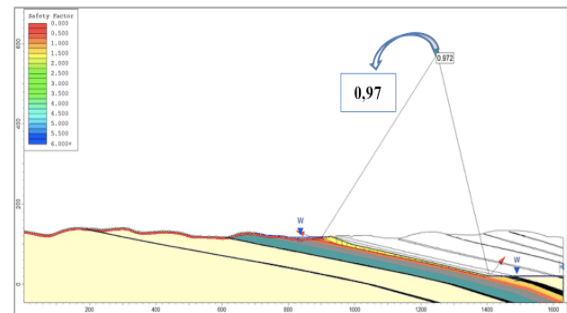
Gambar 5. Hasil *back analysis* lereng 1

b. Analisis lereng 2 (potongan B-B')

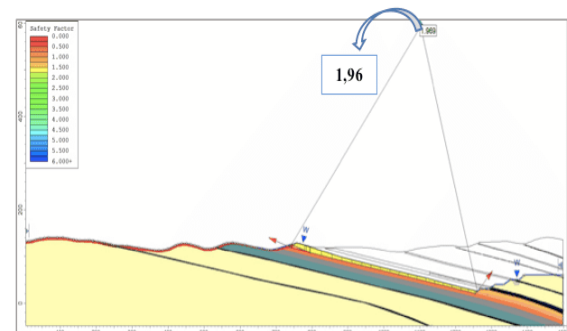
Hasil analisis lereng 2 didapatkan kohesi sebesar 8 kN/m² dan sudut gesek internal sebesar 30°. Kondisi berat volume tanah jenuh air sebesar 13 kN/m³, dan kondisi berat volume tanak tak jenuh air sebesar 10 kN/m³. Faktor keamanan lereng yang dihasilkan sebesar 0,98 (Gambar 6).

Gambar 6. Hasil *back analysis* lereng 2

Data yang dikumpulkan dari pengamatan diinputkan ke software *Rocscience Slide V.6* untuk mengetahui apakah proses penambangan akan menyebabkan longsor jika lapisan batuan di-*cut*. Dalam pengamatan tersebut, terdapat tiga lapisan batuan, yaitu *sandstones*, *siltstones*, dan *claystones*. Hasil analisis menunjukkan nilai FK lereng 1 sebesar 0,97, sehingga diperkirakan akan terjadi kelongsoran (Gambar 7). FK lereng 2 sebesar 1,96, sehingga aman dari bahaya kelongsoran (Gambar 8).



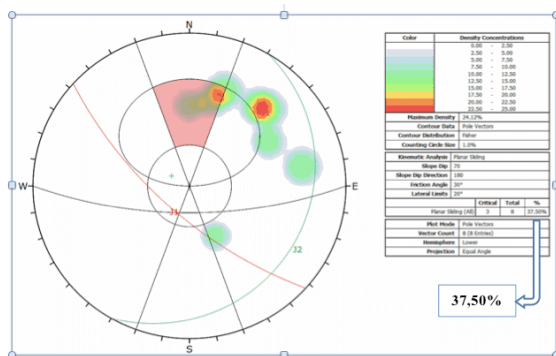
Gambar 7. Hasil analisis lereng 1



Gambar 8. Hasil analisis lereng 2

Analisis Kinematik Jenis Longsoran

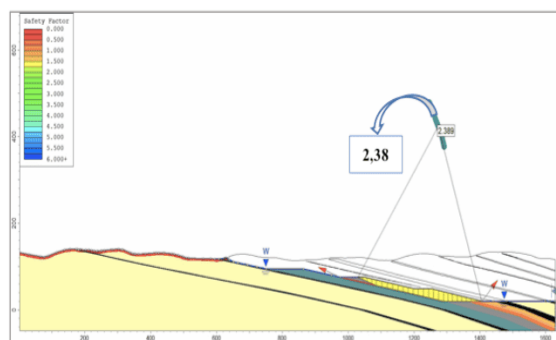
Untuk menentukan jenis longsoran yang mungkin terjadi di daerah lereng 1 dilakukan analisis menggunakan *software Dips* versi *student*. Data yang diperlukan untuk menganalisis jenis longsoran ini adalah data *strike* dan *dip* lereng. Setelah data dimasukkan ke *software Dips*, hasil persentase longsoran lereng akan ditampilkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis longsoran yang mungkin terjadi di lereng 1 adalah longsoran bidang atau *planar sliding*, dengan persentase total 37,50 %.



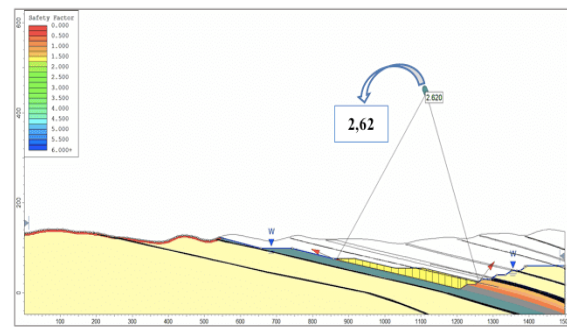
Gambar 9. Hasil analisis kinematik longsoran

Rekomendasi

Upaya untuk meningkatkan kestabilan lereng dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya adalah memasang dinding penopang isian batu/semén, sumuran, atau bronjong, namun upaya ini tidak ekonomis. Oleh sebab itu dalam penelitian ini direkomendasikan setiap lapisan batuan dicut per-20 meter hingga membentuk *bench*, sehingga nilai FK meningkat menjadi sebesar 2,38 pada lereng 1, dan 2,62 pada lereng 2 (Gambar 10 dan Gambar 11).



Gambar 10. Hasil rekomendasi lereng 1



Gambar 11. hasil rekomendasi lereng 2

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian dan analisis menunjukkan bahwa lereng 1 memiliki FK sebesar 0,97, sehingga jika penambangan dilakukan akan terjadi longsor bidang. FK lereng 2 sebesar 1,96, sehingga aman dari bahaya kelongsoran. Untuk meningkatkan FK disarankan memotong lapisan tanah per-20 meter hingga membentuk *bench*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada jajaran PT. Pamapersada Nusantara khususnya *Jobsite* BEKB yang telah memberikan dukungan dan kesempatan untuk melakukan penelitian ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Prabowo, H. Setiawan, and I. G. B. Indrawan, Analisis Kestabilan Lereng Tambang Terbuka Blok A Sisi Timur Daerah Tanjung Lalang, Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan, *J. Sos. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 58–71, 2022.
- [2] P. Kurniawati and S. Wulandari, Analisis pengaruh tanaman vetiver terhadap stabilitas lereng, *Politeknologi*, vol. 19, no. 2, pp. 185–196, 2020.
- [3] M. A. Zahrandika and N. F. Isnarno, Analisis Kestabilan Lereng Tambang Kuari Batu Trass di PT. Indocement Tunggal Prakarsa Desa Kedondong Kidul Kecamatan Dukupuntang Kabupaten Cirebon Provinsi Jawa Barat, in *Bandung Conference Series: Mining Engineering*, 2023, vol. 3, no. 2, pp. 339–348.
- [4] H. Kausarian, M. Yusuf, A. Suryadi, P. Razi, and F. Mairizki, Studi Geologi Terhadap Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode RMR (Rock Mass Rating) Pada Jalan Daerah Koto Lamo, Kecamatan Kapur Sembilan, Sumatera Barat, *J. Integr.*, vol. 15, no. 1, pp. 80–90,

- 2023.
- [5] S. Razak and D. A. Kusumaningsih, Analisis Kestabilan Lereng Tambang Dengan Metode Rock Mass Ranting, *J. Tek. Komputer, Agroteknologi Dan Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 193–200, 2022.
 - [6] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 8460:2017: Persyaratan Perancangan Geoteknik*, Jakarta, 2017.
 - [7] B. C. M. Beko, J. Angkie, D. Mahmud, J. A. Rawul, P. A. Guna, and Y. D. G. Cahyono, Analisis Kualitas Massa Batuan dengan Metode Rock Mass Rating (RMR) pada Batugamping, in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2021, vol. 9, no. 1, pp. 153–160.
 - [8] R. D. Prasetyo, F. Faris, and A. Rifa'i, Hubungan Klasifikasi RMR dan Faktor Keamanan Terhadap Penentuan Geometri Lereng Tambang Terbuka (Studi Kasus: Tambang Terbuka Batubara Desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan), *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 242–253, 2022.
 - [9] I. Prengki and B. Heriyadi, Analisis Beban Runtuh Dan Evaluasi Lubang Bukaannya Berdasarkan Metode Rock Mass Rating Dan Q-System Pada Tambang Bawah Tanah CV. Bara Mitra Kencana, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat, *Bina Tambang*, vol. 3, no. 4, pp. 1729–1739, 2018.
 - [10] E. Santoso, R. N. Hakim, and D. Prasetyo, Identifikasi Potensi Longsoran Batuan Menggunakan Pendekatan Metode Slope Mass Rating (SMR) pada Lereng Bekas Tambang Batubara, Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan, in *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan XI*, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta, 3 – 4 November 2016.
 - [11] L. Dandy, N. Khoirullah, and A. H. Hamdani, Nilai Kualitas Massa Batuan dengan Metode Rock Mass Rating pada Area Lowwall PIT X, PT. Bukit Asam TBK. Sumatera Selatan, *J. Geomin. (Jurnal Geol. Miner. dan Batubara)*, vol. 8, no. 2, pp. 108–118, 2023.
 - [12] R. Zulfikar, N. Nurhakim, and R. N. Hakim, Penerapan Metode Klasifikasi Massa Batuan (RMR) dan Kriteria Runtuh Hoek & Brown dalam Menentukan Faktor Keamanan pada Analisa Kestabilan Lereng PT Binuang Mitra Bersama Kabupaten Tapin Provinsi Kalimantan Selatan, *J. GEOSAPTA*, vol. 5, no. 1, pp. 25–30, 2019.