

ANALISIS KLASIFIKASI MASSA BATUAN TAMBANG KUARI BATUGAMPING BERDASARKAN METODE *ROCK MASS RATING* DI PT SEMEN INDONESIA TBK TUBAN

Fikri Permadi¹⁾, Andy Erwin Wijaya¹⁾, Bayurohman Pangacella Putra¹⁾
Auliawan Tri Barata²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

²⁾PT. Semen Indonesia Group Tuban

email: 1) fikripremm129@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan pemahaman yang mendalam tentang geologi dan geoteknik lokal, geoteknik adalah untuk menyusun strategi penambangan yang aman dan efisien. Ini meliputi pemilihan metode penambangan yang sesuai, lokasi peledakan yang optimal, dan perencanaan pengelolaan limbah tambang. Analisis geoteknik penting untuk memastikan keselamatan struktur dan personel yang terlibat dalam operasi tambang. Dengan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik geoteknik dari tanah dan batuan di sekitar lokasi tambang, risiko terhadap kegagalan struktur dan bahaya terkait lainnya dapat diidentifikasi dan dikelola. Berdasarkan analisis geoteknik, perusahaan tambang dapat menentukan metode penambangan yang paling sesuai dengan kondisi geologi dan geoteknik setempat. Ini mencakup pemilihan lokasi peledakan yang aman, strategi penambangan yang efisien, dan perencanaan pemulihian lahan yang berkelanjutan, dengan geoteknik memungkinkan evaluasi terhadap stabilitas lereng di sekitar tambang, termasuk potensi risiko longsor atau keruntuhan yang dapat mempengaruhi kegiatan tambang dan lingkungan sekitarnya. Informasi ini penting untuk merancang tindakan mitigasi risiko yang sesuai. Analisis geoteknik di tambang batugamping wilayah Temandang PT Semen Indonesia (Persero) Tbk menjadi penting untuk memastikan operasi tambang berjalan dengan aman, efisien, dan berkelanjutan sambil meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat setempat.

Kata kunci: Geoteknik, Faktor keamanan lereng

ANALYSIS OF LIMESTONE QUARRY ROCK MASS CLASSIFICATION BASED ON THE ROCK MASS RATING METHOD AT PT SEMEN INDONESIA TBK TUBAN

ABSTRACT

Based on a thorough understanding of local geology and geotechnical engineering, geotechnical analysis is essential for developing a safe and efficient mining strategy. This includes selecting appropriate mining methods, optimal blasting locations, and planning mine waste management. Geotechnical analysis is essential for ensuring the safety of structures and personnel involved in mining operations. With a thorough understanding of the geotechnical characteristics of the soil and rock surrounding the mine site, risks of structural failure and other related hazards can be identified and managed. Based on geotechnical analysis, mining companies can determine the mining method best suited to the local geology and geotechnical conditions. This includes selecting safe blasting locations, developing efficient mining strategies, and planning for sustainable land restoration. Geotechnical analysis allows for the evaluation of slope stability around the mine, including the potential risk of landslides or collapses that could impact mining activities and the surrounding environment. This information is essential for designing appropriate risk mitigation measures. Geotechnical analysis at the Temandang limestone mine of PT Semen Indonesia (Persero) Tbk is crucial to ensure that mining operations run safely, efficiently, and sustainably, while minimizing negative impacts on the environment and local communities.

Keyword: Geotechnics, Slope stability safety factor

PENDAHULUAN

Latar belakang dilakukannya analisis geoteknik di tambang batugamping wilayah Temandang PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dapat meliputi untuk memastikan keselamatan struktur dan personel yang terlibat dalam operasi tambang. Dengan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik geoteknik dari tanah dan batuan di sekitar lokasi tambang, risiko terhadap kegagalan struktur dan bahaya terkait lainnya dapat diidentifikasi dan dikelola memungkinkan evaluasi terhadap stabilitas lereng di sekitar tambang, termasuk potensi risiko longsor atau keruntuhan yang dapat mempengaruhi kegiatan tambang dan lingkungan sekitarnya [1]. Informasi ini penting untuk merancang tindakan mitigasi risiko yang sesuai berdasarkan pemahaman yang mendalam tentang geologi dan geoteknik lokal, tujuan analisis geoteknik adalah untuk menyusun strategi penambangan yang aman dan efisien. Ini meliputi pemilihan metode penambangan yang sesuai, lokasi peledakan yang optimal, dan perencanaan pengelolaan limbah tambang. Analisis geoteknik pada penambangan batugamping dilakukan untuk mendapatkan dimensi lereng yang mantap [2]. Geometri yang akan digunakan pada penambangan batukapur dengan ketinggian lereng tungal 6 meter, sudut kemiringan lereng tungal 80 derajat, dan lebar jenjang 3 meter. Pemilihan desain stabilitas lereng harus mempertimbangkan kegiatan operasional penambangan, sehingga diharapkan tidak akan mengganggu aktivitas penambangan [3]. Desain stabilitas lereng yang paling optimal akan direkomendasikan berdasarkan pertimbangan keamanan, biaya, dan kemudahan pelaksanaan di lapangan.

Metode *Rock Mass Rating* (RMR) digunakan dalam beberapa kegiatan atau pekerjaan antara lain untuk menentukan kualitas massa batuan diantaranya seperti jalan, perusahaan, pertambangan, dan geologi bencana. Alasan utama menggunakan RMR dalam penelitian adalah untuk memudahkan dalam berbagai tujuan praktis khususnya dibidang engineering mulai dari pembangunan sampai pemeliharaannya [4]. Dalam suatu proses perencanaan, pembangunan dan pemeliharaan sebuah pekerjaan seperti pembuatan lereng ditambang dan lain sebagainya, sangat membutuhkan kekuatan batuan yang merupakan aspek penting yang harus dipenuhi. Selain itu, dengan memanfaatkan kualitas massa batuan, sudut kemiringan lereng guna menjamin faktor keamanan suatu lereng. Faktor keamanan suatu lereng dapat ditentukan berdasarkan sifat fisik, mekanik, dan geometri tanah. Lemahnya kemiringan lereng dapat menyebabkan terjadinya longsor yang disebabkan oleh faktor luar dan dalam, namun pada umumnya disebabkan oleh faktor internal lereng [5]. Pentingnya penelitian tentang kemantapan suatu lereng tidak hanya dalam dunia pertambangan, pembangunan jalan, tetapi juga untuk lahan pemukiman warga dan gedung-gedung tinggi. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode RMR yang bertujuan untuk mengetahui dan memitigasi bencana longsor di kawasan penambangan batugamping PT Semen Indonesia (PERSERO) Tbk. Pabrik Tuban [7].

Contoh batuan yang diambil dari bongkahan hasil peledakan di daerah sekitar penambangan batugamping dan diharapkan dapat merepresentasikan karakteristik keseluruan batuan yang terdapat pada blok tersebut. Sifat fisik batuan meliputi nilai massa jenis, kadar air, derajat kejenuhan, porositas, dan *vold ratio*. Sifat mekanik yang diuji meliputi kuat tekan, sudut gesek dalam, kohesi, modulus elastisitas, dan *poisson ratio*. Penilaian kondisi massa batuan didasarkan pada klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR) yang bertujuan untuk mengetahui kualitas massa batuan dan juga dipakai untuk menilai kondisi lereng yang akan dibuat[8].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan melakukan tinjauan literatur untuk memahami karakteristik fisik dan mekanik batugamping serta studi-studi sebelumnya yang relevan. Setelah itu, tujuan penelitian ditetapkan, seperti mengevaluasi daya dukung dan kestabilan lereng batugamping di lokasi yang telah dipilih. Selanjutnya, pemilihan lokasi penelitian dilakukan dengan mempertimbangkan area yang memiliki lapisan batugamping yang representatif dan relevan dengan tujuan studi [9]. Pengumpulan data lapangan dilakukan melalui survei geologi untuk memahami kondisi geoteknik serta pengambilan sampel batugamping menggunakan metode pengeboran atau pengambilan sampel.

Setelah sampel terkumpul, pengujian laboratorium dilaksanakan untuk menentukan sifat mekanik batugamping, termasuk uji *Rock Mass Rating* (RMR). Data hasil pengujian kemudian dianalisis menggunakan metode statistik dan perangkat lunak geoteknik untuk menghitung parameter geoteknik yang diperlukan, seperti modulus elastisitas dan kohesi [10]. Hasil analisis diinterpretasikan untuk memahami perilaku batugamping dalam konteks proyek yang diteliti, serta membandingkan temuan dengan standar geoteknik yang ada. teknis berdasarkan temuan penelitian.

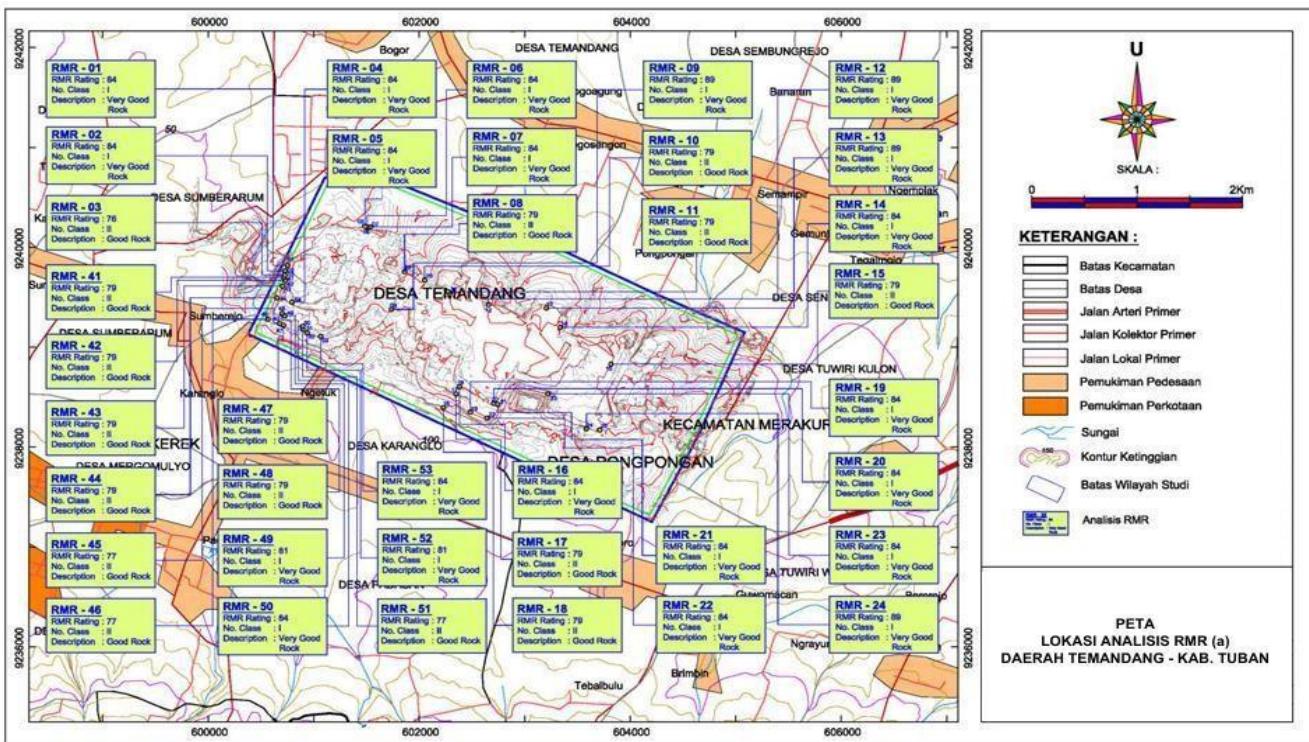
HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada di daerah Temandang Kabupaten Tuban, Jawa Timur tepatnya pada area konsesi PT. Semen Indonesia (PERSERO) Tbk. Pabrik Tuban. Berdasarkan nilai RMR yang diperoleh maka dapat diketahui kelas massa batuan daerah tersebut. Semakin tinggi nilai RMR, semakin baik juga kualitas massa batuan. Nilai RMR yang telah diketahui dapat dilakukan koreksi terhadap orientasi bidang lemah dan orientasi lereng sehingga dapat dinilai kondisi kestabilan lereng tersebut. Hasil penilaian RMR dapat dilihat pada tabel 1.

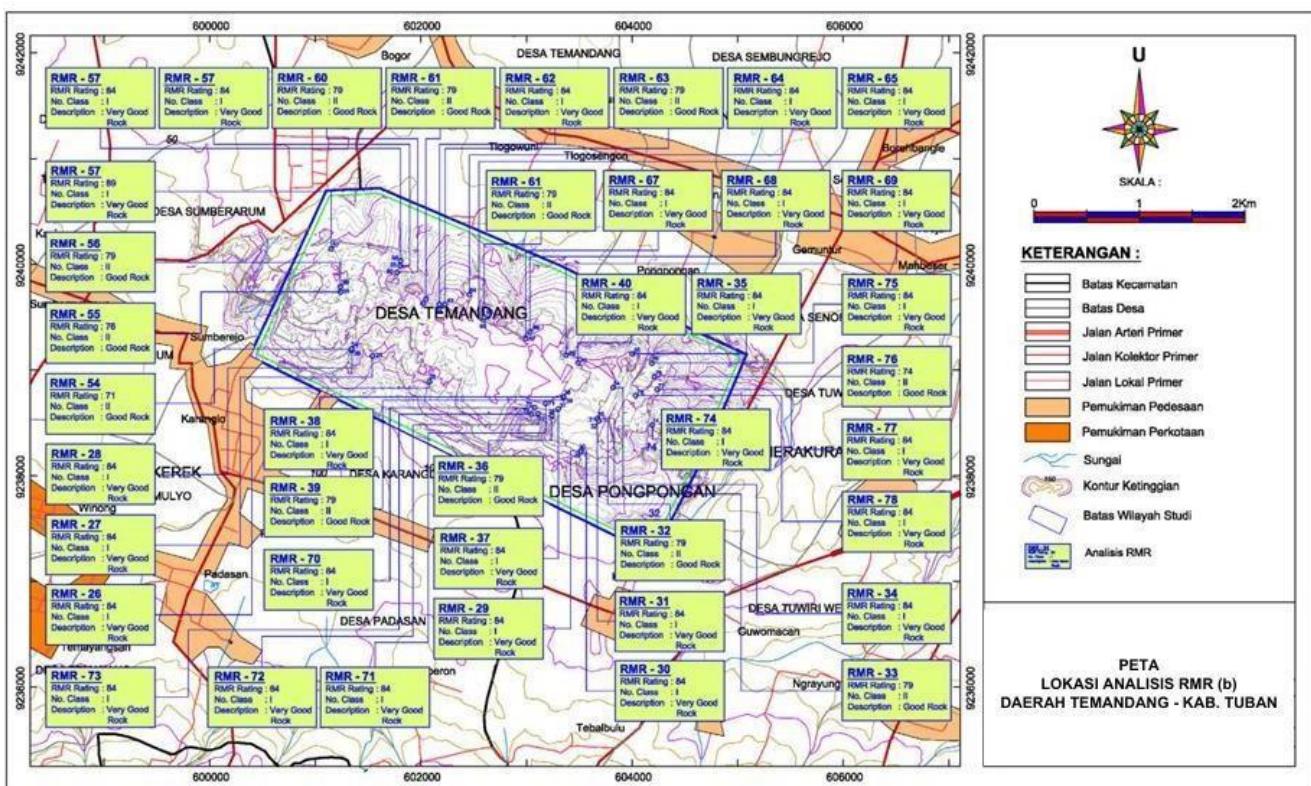
Tabel 1. Hasil Penilaian RMR

Lokasi	UCS	RQD	Jarak Kekar	Kond. Kekar	Kondisi Air	RMR	Kelas	Deskripsi
RMR 1	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 2	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 3	4	17	20	20	15	76	II	Batuan Baik
RMR 4	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 5	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 6	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 7	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 8	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 9	12	17	20	25	15	89	I	Batuan Sangat Baik
RMR 10	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 11	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 12	7	17	20	30	15	89	I	Batuan Sangat Baik
RMR 13	7	17	20	30	15	89	I	Batuan Sangat Baik
RMR 14	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 15	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 16	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 17	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 18	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 19	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 20	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 21	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 22	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 23	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 24	7	17	20	30	15	89	I	Batuan Sangat Baik
RMR 25	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 26	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 27	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 28	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 29	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 30	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 31	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 32	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 33	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 34	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat_Baik
RMR 35	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat_Baik
RMR 36	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 37	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 38	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 39	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik

Lokasi	UCS	RQD	Jarak Kekar	Kond. Kekar	Kondisi Air	RMR	Kelas	Deskripsi
RMR 40	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 41	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 42	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 43	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 44	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 45	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 46	4	17	15	25	15	76	II	Batuan Baik
RMR 47	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 48	7	17	10	25	15	74	II	Batuan Baik
RMR 49	4	17	20	25	15	81	I	Batuan Sangat Baik
RMR 50	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 51	2	17	20	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 52	4	17	20	25	15	81	I	Batuan Sangat Baik
RMR 53	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 54	4	17	15	25	10	71	II	Batuan Baik
RMR 55	4	17	20	25	10	76	II	Batuan Baik
RMR 56	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 57	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 58	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 59	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 60	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 61	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 62	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 63	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 64	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 65	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 66	7	17	15	25	15	79	II	Batuan Baik
RMR 67	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 68	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 69	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 70	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 71	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 72	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 73	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 74	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 75	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 76	7	17	10	25	15	74	II	Batuan Baik
RMR 77	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik
RMR 78	7	17	20	25	15	84	I	Batuan Sangat Baik

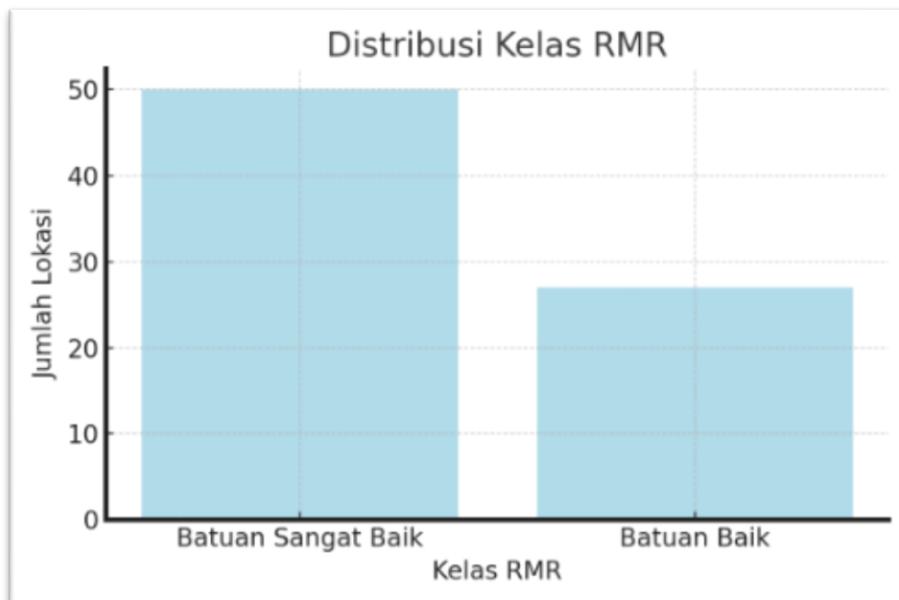


Gambar 1. Peta Lokasi Analisis RMR (a) Daerah Temandang Kabupaten Tuban



Gambar 2. Peta Lokasi Analisis RMR (b) Daerah Temandang Kabupaten Tuban

Hasil analisis lokasi penelitian mayoritas menunjukkan massa batuan berkualitas sangat baik (*Very Good Rock*) dengan nilai *Rock Mass Rating* (RMR) 71-89, menandakan kondisi geoteknik batuan stabil dan cocok untuk penambangan berlangsung. Variasi kecil nilai *Rock Mass Rating* (RMR) disebabkan oleh perbedaan jarak kekar, kondisi kekar, dan kebutuhan (UCS) di berbagai lokasi [11].



Gambar 3. Grafik Distribusi Kelas RMR Batugamping

Diagram batang yang disajikan menggambarkan distribusi jumlah lokasi berdasarkan klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR) pada area penelitian. Sistem klasifikasi RMR merupakan metode standar yang dikembangkan oleh Bieniawski, dan digunakan secara luas dalam penilaian kualitas massa batuan untuk keperluan desain geoteknik. Parameter yang dinilai dalam RMR meliputi kekuatan batuan utuh, kondisi diskontinu, jarak antar bidang diskontinu, kondisi air tanah, hingga orientasi diskontinu terhadap struktur teknik yang direncanakan [12]. Oleh karena itu, distribusi kelas RMR memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat stabilitas dan kelayakan massa batuan di lokasi penelitian. Sementara itu, kelas dengan batuan baik memiliki jumlah sekitar 27 lokasi. Kategori ini secara umum memiliki kualitas massa batuan yang tinggi, tetapi terdapat beberapa parameter yang menyebabkan nilai RMR sedikit lebih rendah dibandingkan kelas sangat baik. Hal ini dapat berupa jarak antar bidang diskontinu yang lebih rapat, variasi kekasaran dan tingkat infill pada diskontinu, atau adanya sedikit pengaruh air tanah [13]. Meskipun demikian, batuan dalam kelas ini masih memiliki karakteristik mekanik yang cukup kuat untuk digunakan dalam desain geoteknik. Massa batuan ini mampu mendukung pembebanan struktural secara efektif, namun mungkin memerlukan sistem perkuatan ringan seperti *rock bolt*, *shotcrete* tipis, atau sistem penyangga sederhana, terutama pada struktur bawah tanah dengan geometri yang lebih besar atau kondisi tegangan in-situ yang tinggi[14].

Secara keseluruhan, distribusi RMR yang didominasi oleh kelas batuan sangat baik dan batuan baik menunjukkan bahwa kondisi geoteknik pada area penelitian berada dalam kategori sangat menguntungkan. Dominasi kedua kelas ini menandakan bahwa sebagian besar massa batuan memiliki kualitas yang memadai hingga sangat baik untuk mendukung berbagai kegiatan konstruksi teknik pertambangan. Kondisi massa batuan tersebut berimplikasi positif terhadap kestabilan jangka panjang, efisiensi penggunaan sistem penyangga, serta pengelolaan risiko geoteknik[15]. Dengan demikian, hasil distribusi RMR ini dapat dijadikan acuan penting dalam evaluasi kelayakan desain dan pengembangan rekomendasi teknis pada tahap perencanaan maupun operasional di wilayah penelitian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis geoteknik di tambang batugamping wilayah Temandang PT Semen Indonesia (PERSERO) Tbk, dapat disimpulkan bahwa analisis ini memiliki peran yang krusial dalam menjaga keberlanjutan operasi tambang dengan memperhatikan aspek keselamatan, lingkungan, dan kepatuhan regulasi. Analisis geoteknik ini menegaskan pentingnya integrasi aspek geoteknik dalam perencanaan dan operasi tambang batu gamping di wilayah Temandang PT Semen Indonesia (PERSERO) Tbk [16]. Langkah-langkah yang di ambil berdasarkan analisis ini diharapkan dapat menjaga keberlanjutan operasi tambang sambil meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT Semen Indonesia (PERSERO) Tbk. Pabrik Tuban selaku perusahaan telah memberikan kesempatan dalam pengambilan data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mineral, Menteri Energi dan Sumber Daya (2018). Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang baik. Jakarta: Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [2] Arif, I., 2016. Geoteknik Tambang. Mewujudkan Produksi Tambang yang berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng. Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Bowles, Joseph E., Hanim Johan K., 1991. Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [4] Anderson, M. G., Richard K.S., 1987. Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology, John Wiley and Sons.
- [5] Barber, A. C. 2005. Jawa Timur:Geology Resources and Tectonic Evaluation. London: Geological Society Memoir.
- [6] Ramadhan, R., Syamsuri, N., Zainuri, A., 2008. Metode Rock Mass Rating (RMR) untuk Bahaya Bencana Geoteknik pada Lereng Ruas Gorontalo Outer Ring Road Segment.
- [7] Wijaya, A. E., Karnawati, D., 2023. Estimasi Rock Mass Rating (RMR) Sistem pada lapisan Batugamping Berongga di Tambang Kuari Blok Sawir Tuban Jawa Timur. Indonesia
- [8] Zenah, J., Gorog, P., 2023. The effect of GSI dan mi on the stability of 3D twin Tunnel.
- [9] Amin, M., Heryanto, S., 2018. Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Nilai Slope Mass Rating di Desa Sukamaju, Tenggarong Seberang, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Indonesia. volume. 2 no. 2
- [10] Pachri, H., Safrudin 2008. Study of weathering and Rock Mass Quality Using The Rock Mass Rating (RMR) method on the Tuntun mine road Banggai Regency Central Sulawesi Province. Indonesia.
- [11] Lee W., Abramson, T., 2002. S. Slope Stability and Stabilization Method – second edition.
- [12] Xia, K., Chen, C., 2021. Qualification Of The GSI And D Value In The Hoek-Brown Criterion Using The Rock Quality Designation (RQD) And Discontinuity Surface Condition Rating (SCR). Germany.
- [13] Sjoberg, J., 1996. Large Scale Slope Stability in Open pit mining. Sweden.
- [14] Fathin, M., 2023. Kajian Teknik Stabilisasi Lereng Highwall dan Sidewall Pit Pandu 1 – Putra Muba Coal. Indonesia.
- [15] Read, J., Stacey, P., 2009. Guidelines For Open pit Slope design. New Zealand.
- [16] Duncan, J., Stephen, G., Wright, L., Brandon 2014. Soil Strenght and Slope Stability.