



Jurnal Multidisiplin Indonesia

Journal homepage: <https://jmi.rivierapublishing.id/>

ISSN 2963-2900 E-ISSN 2964-9048

ANALISIS KESTABILAN LERENG LOWWALL PADA PENAMBANGAN BATU GAMPING DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK KABUPATEN OGAN KOMERING ULU PROVINSI SUMATERA SELATAN

Dwiki Prio Sutejo¹, Safaruddin²

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

dwikiprio1@gmail.com¹, safaruddintohir@gmail.com²

Riwayat Artikel:

Received: 28-11-2022

Revised: 13-12-2022

Accepted: 20-12-2022

Keywords: mining; geotechnical security; geological approach

Kata Kunci: penambangan; keamanan geoteknik; pendekatan geological

Abstract

PT Semen Baturaja (Persero) Tbk conducts mining using the Quarry Mining method. In planning mining using the quarry method, there are several things that must be considered, one of which is slope stability. The stability of a slope is a matter that needs attention because it is closely related to safety in the mining process, unstable slopes will have the potential for landslides thereby disrupting the safety of workers, equipment and the productivity of the mining process. The purpose of this study is to: To determine the condition of the rock mass structure using the Geological Strength Index (GSI) method. The research method used is a quantitative method in which researchers test the stability of the slopes using geotechnical computations and material properties, so that the results are analyzed whether they are in accordance with the geotechnical safety reference. The discontinuity spacing is described as the perpendicular distance between two consecutive discontinuity planes along an arbitrarily drawn scanline. Based on the results of rock mass classification at the study site based on an assessment of geological structural conditions using the geological strength index (GSI) approach, the 2 parameters assessed, namely the structure rating (SR) and surface condition rating (SCR) obtained a value of 75 for SR and 11 for SCR, meaning that the rock structure from the GSI curve assessment is well bonded or Blocky

Abstrak

PT Semen Baturaja (Persero) Tbk melakukan penambangan dengan menggunakan metode penambangan sistem Kuari (Quarry Mining). Dalam merencanakan penambangan dengan metode kuari, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya adalah kestabilan lereng. Kestabilan dari suatu lereng merupakan hal yang perlu diperhatikan

karena sangat berkaitan dengan keselamatan dalam proses penambangan, lereng yang tidak stabil akan berpotensi longsor sehingga mengganggu keselamatan pekerja, peralatan dan produktifitas proses penambangan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk: Untuk mengetahui kondisi struktur massa batuan menggunakan metode Geological Stength Index (GSI). Metode penelitian yang digunakan merupakan metode kuantitatif yang dimana peneliti menguji kestabilan pada lereng menggunakan komputasi geoteknik dan material properties, sehingga hasilnya dianalisa apakah sesuai dengan acuan keamanan geoteknik. Spasi bidang diskontinuitas dideskripsikan sebagai jarak tegak lurus antar 2 bidang diskontinuitas berurutan sepanjang garis pengukuran (scanline) yang dibuat sembarang. Berdasarkan hasil klasifikasi massa batuan pada lokasi penelitian dengan berdasarkan penilaian kondisi struktur geologi menggunakan pendekatan geological strength index (GSI), dari 2 parameter yang dinilai yaitu structure rating (SR) dan surface condition rating (SCR) didapatkan nilai 75 untuk SR dan 11 untuk SCR, artinya struktur batuan dari penilaian kurva GSI adalah saling berikatan dengan baik atau Blocky

Corresponding Author: Dwiki Prio Sutejo
E-mail: dwikiprio1@gmail.com



PENDAHULUAN

PT Semen Baturaja (Persero) Tbk merupakan salah satu perusahaan pertambangan yang berlokasi di Kecamatan Baturaja Barat, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Provinsi Sumatera Selatan yang berdiri pada 14 November 1974 dan bergerak dalam bidang penambangan dan pengolahan Batugamping (Batukapur) dan Tanah liat.

PT Semen Baturaja (Persero) Tbk melakukan penambangan dengan menggunakan metode penambangan sistem Kuari (*Quarry Mining*). Dalam merencanakan penambangan dengan metode kuari, ada beberapa hal yang harus di perhatikan, salah satunya adalah kestabilan lereng. Kestabilan lereng merupakan hal terpenting dalam menentukan keseimbangan antara kemiringan lereng dan keuntungan produksi. Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal dan tidak terlindung. Kestabilan dari suatu lereng merupakan hal yang perlu diperhatikan karena sangat berkaitan dengan keselamatan dalam proses penambangan, lereng yang tidak stabil akan berpotensi longsor sehingga mengganggu keselamatan pekerja, peralatan dan produktifitas proses penambangan. Lereng penambangan yang direncanakan harus didesain dengan geometri yang aman untuk mencegah terjadinya potensi ketidakstabilan.

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini ditujukan untuk menganalisis kestabilan lereng penambangan Batugamping di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk pada lereng *lowwall*, karna lereng *lowwall* relatif memiliki potensi kelongsoran yang lebih besar. Analisis ini

berujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan yang berlandaskan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018, serta geometri lereng penambangan yang aman. Pada penelitian ini analisis kestabilan lereng dilakukan dengan menggunakan metode Keseimbangan Batas *Bishop*.

Metode keseimbangan batas merupakan metode yang sangat populer digunakan dan relatif lebih sederhana juga mudah digunakan serta telah terbukti dalam praktek rekayasa selama bertahun-tahun. Kondisi kestabilan lereng dalam metode ini dinyatakan dalam angka faktor keamanan. Faktor keamanan didapat dari rasio perbandingan antara kekuatan gaya penahan dibagi dengan gaya penggerak.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk :

1. Untuk mengetahui kondisi struktur massa batuan menggunakan metode *Geological Stength Index* (GSI).
2. Untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng penambangan PT Semen Baturaja (Persero) Tbk menggunakan metode keseimbangan batas *bishop*.
3. Untuk mengetahui geometri lereng penambangan yang aman di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk, Kecamatan Baturaja Barat, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Provinsi Sumatera Selatan. Waktu Penelitian Tugas Akhir ini dimulai pada tanggal 10 Oktober sampai 29 Desember 2022

Metode penelitian yang digunakan merupakan metode kuantitatif yang dimana peneliti menguji kestabilan pada lereng menggunakan komputasi geoteknik dan *material properties*, sehingga hasilnya dianalisa apakah sesuai dengan acuan keamanan geoteknik. Hasil akhir adalah didapatkan nilai dari lereng yang aman

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Data Bidang Diskontinuitas

Pengambilan data diskontinuitas meliputi *strike*, *dip*, kekasaran permukaan, tingkat pelapukan dan material pengisi bidang diskontinuitas dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat berupa kompas geologi dan meteran.

a.) Spasi Bidang Diskontinuitas

Spasi bidang diskontinuitas dideskripsikan sebagai jarak tegak lurus antar 2 bidang diskontinuitas berurutan sepanjang garis pengukuran (*scanline*) yang dibuat sembarang.

Dari pengukuran di lapangan dengan bantuan garis *scanline*, didapatkan data Panjang lereng 15meter dan ketinggian lereng adalah 5meter, dimana terdapat setidaknya ada 9 data kekar. Berikut merupakan data-data spasi bidang diskontinuitas.

Tabel 1 Spasi Bidang Diskontinuitas

No.	Nomor Kekar	Spasi Kekar (m)
1.	0 - K1	0,8
2.	K1 - K2	2,3
3.	K2 - K3	1,5
4.	K3 - K4	2,2
5.	K4 - K5	3,2
6.	K5 - K6	1,2

- 1295 Analisis Kestabilan Lereng Lowwall Pada Penambangan Batu Gamping Di Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk Kabupaten Ogan Komering Ulu Provinsi Sumatera Selatan
(Dwiki Prio Sutejo¹, Safaruddin²)

7.	K6 – K7	0,4
8.	K7 – K8	1,8
9.	K8 – K9	1,6



Gambar 1 Lokasi Pengambilan Data Bidang Diskontinuitas

b.) Kondisi Bidang Diskontinuitas

Kondisi bidang diskontinuitas ditentukan dari deskripsi tiap bidang diskontinuitas yang ada di lapangan. Terdapat beberapa karakteristik yang menjadi penilaian parameter *Geological Strength Index (GSI)* yaitu tingkat kekasaran, tingkat pelapukan dan material pengisi bidang diskontinuitas. Berikut merupakan deskripsi-deskripsi kondisi bidang diskontinuitas yang terdapat di lapangan.

Tabel 2 Kondisi Bidang Diskontinuitas

No.	Kekasaran (<i>Roughnes</i>)	Pelapukan (<i>Weathering</i>)	Material Pengisi (<i>Infilling</i>)
1.	Sedikit Kasar	Tidak Terlapukkan	Tidak Ada
2.	Sedikit Kasar	Tidak Terlapukkan	Lembut <5mm
3.	Sedikit Kasar	Tidak Terlapukkan	Tidak Ada
4.	Sedikit Kasar	Tidak Terlapukkan	Lembut <5mm
5.	Sedikit Kasar	Tidak Terlapukkan	Lembut <5mm
6.	Sedikit Kasar	Tidak Terlapukkan	Lembut <5mm
7.	Sedikit Kasar	Agak Lapuk	Lembut <5mm
8.	Sedikit Kasar	Agak Lapuk	Lembut <5mm
9.	Sedikit Kasar	Agak Lapuk	Lembut <5mm



Gambar 2 Kondisi Bidang Diskontinuitas

c.) Orientasi Bidang Diskontinuitas

Orientasi bidang diskontinuitas merupakan kedudukan dari bidang yang meliputi arah dan kemiringan bidang. Dari hasil pengukuran orientasi dilapangan didapatkan data sebagai berikut.

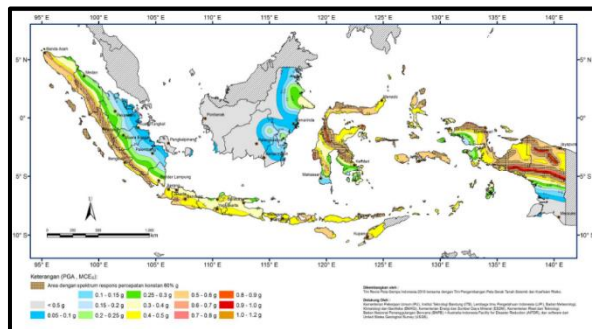
Tabel 3 Orientasi Bidang Diskontinuitas

KK	Strike (°)	Dip (°)
A	255	20
A	240	34
A	240	57
A	243	52
B	60	46
B	54	69
B	52	87
B	50	83
B	54	75



2. Beban Gempa

Gempa merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng dengan meningkatkan nilai gaya penggeraknya, oleh karenanya beban gempa harus dimasukkan sebagai salah variabel dalam upaya analisa kestabilan lereng. Parameter yang digunakan untuk mewakilkan beban gempa adalah nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA), dimana nilai PGA pada setiap daerah di Indonesia sudah ditetapkan dalam SNI 1726:2012.



- 1297 Analisis Kestabilan Lereng Lowwall Pada Penambangan Batu Gamping Di Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk Kabupaten Ogan Komering Ulu Provinsi Sumatera Selatan
(Dwiki Prio Sutejo¹, Safaruddin²)

Gambar 4 Nilai *Peak Ground Acceleration* wilayah Indonesia

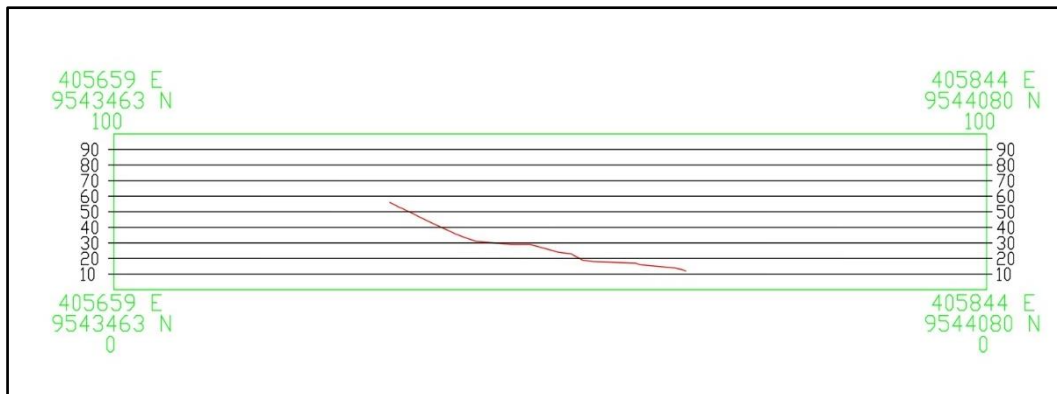
Pada gambar diatas dapat dilihat nilai-nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) di setiap daerah yang ada di Indonesia. Untuk Kecamatan Ogan Komering Ulu memiliki nilai PGA sebesar 0.25-0.3 gal. Dalam penelitian ini penulis mengambil nilai dengan PGA maksimum, yaitu sebesar 0.3 gal.

3. Penampang Lereng (*Cross Section*)

Analisis kestabilan lereng memerlukan data penampang (*cross section*) yang digunakan sebagai bentuk permodelan untuk dapat mengetahui geometri lereng dan lapisan-lapisan material pada lereng.

a.) *Cross Section* Lereng Temporer

Section ini dibuat dengan tujuan untuk memperlihatkan penampang yang disayat dari lereng *lowwall*. Dari *section* ini, didapatkan informasi penting mengenai penampang dari ketinggian lereng maupun kemiringan lereng temporer.



Gambar 5 *Cross Section* Lereng *Lowwall*

4. Data Sifat Fisik dan Mekanik Batuan

a.) Uji Sifat Fisik

Parameter yang didapatkan dari hasil pengujian sifat fisik antara lain adalah bobot isi asli (*natural density*), bobot isi kering (*dry density*) dan bobot isi jenuh (*saturated density*). Nilai ketiga parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4 Uji Sifat Fisik

Hole_Id	Parameter		
	Natural Density (gr/cm ³)	Saturated Density (gr/cm ³)	Dry Density (gr/cm ³)
DHG-02	2.092	2.144	1.914
DHG-03	2.475	2.492	2.435
DHG-04	2.187	2.248	2.097

b.) Uji Triaxial

Uji Triaxial adalah salah satu metode pengujian yang bertujuan untuk mencari nilai properti tanah yang terdiri dari parameter *c* (kohesi) dan ϕ (sudut

geser dalam). Nilai dari kedua parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Hole_Id	Parameter	
	Cohesion (kg/cm ²)	Friction Angle (°)
DHG-02	12.56	41.42
DHG-03	13.85	36.55
DHG-04	19.82	41.04

B. Pembahasan

1. Analisis *Geological Strength Index* (GSI)

Klasifikasi massa batuan dengan *Geological Strength Index* (GSI) dilakukan dengan mempertimbangkan 2 parameter yaitu *structure rating* (SR) dan *surface condition rating* (SCR).

a. *Structure Rating* (SR)

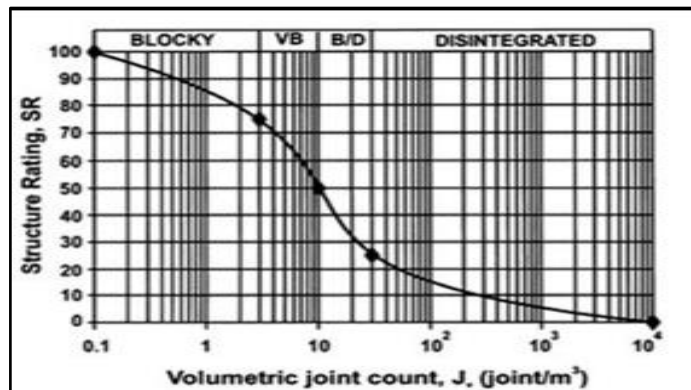
Dalam penilaian struktur, penulis melakukan penilaian berdasarkan pendekatan nilai *Volumetric Joint Count* (Jv) yang diusulkan oleh Palmstrom (1975). Berdasarkan penelitian dilapangan didapatkan bahwa sepanjang ± 15meter lereng terdapat 9 struktur kekar yang terbagi menjadi 2 keluarga dalam satu garis *scanline*, dengan nilai jv sebagai berikut.

$$J_v = \frac{1}{S_A} + \frac{1}{S_B} \dots \dots \dots (4.1)$$

$$J_v = \frac{1}{1,7} + \frac{1}{1,64}$$

$$J_v = 3,34$$

Dari hasil perhitungan nilai jv yaitu sebesar 3,34 maka nilai *structure rating* (SR) yang didapatkan adalah sebesar 75. Dapat dilihat pada kurva berikut.



Gambar 6 Kurva Hubungan Jv dan *Structure Rating*

b. *Surface Condition Rating* (SCR)

Nilai SCR didapatkan melalui penjumlahan bobot penilaian dari 3 parameter yang merepresentasikan kondisi permukaan bidang diskontinuitas, parameter tersebut antara lain adalah tingkat kekasaran permukaan, tingkat pelapukan dan

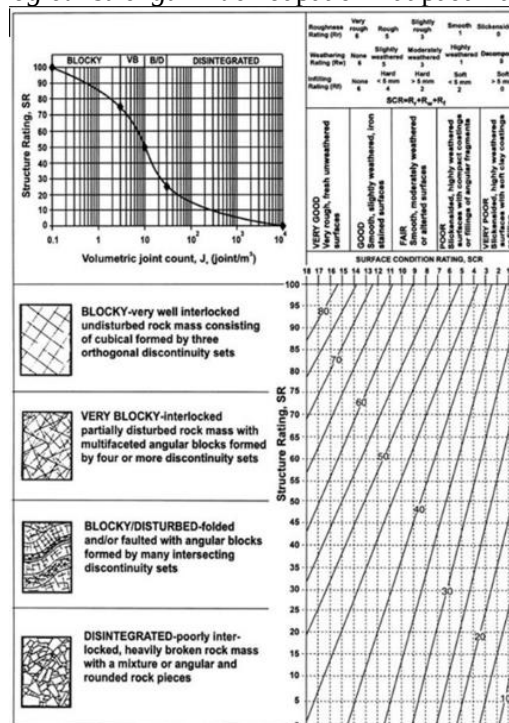
material pengisi. Pembobotan nilai SCR ditinjau dari penilaian klasifikasi massa batuan (Bieniawski, 1989). Berdasarkan pengamatan struktur dilapangan didapatkan bahwa permukaan bidang diskontinuitas rata-rata adalah agak kasar (bobot 3), tingkat pelapukan rata-rata adalah tidak terlapukkan (bobot 6) dan material pengisi bidang diskontinu adalah lempung lembut <5 mm (bobot 2).

SCR = Kekasaran + Pelapukan + Material Pengisi (4.2)

SCR = 3 + 6 + 2

SCR = 11

Bobot dari parameter *struktur rating* (SR) dan *surface condition rating* (SCR) didapatkan masing-masing sebesar 75 dan 11. Berdasarkan hasil tersebut maka nilai *geological strength index* dapat dilihat pada kurva berikut.



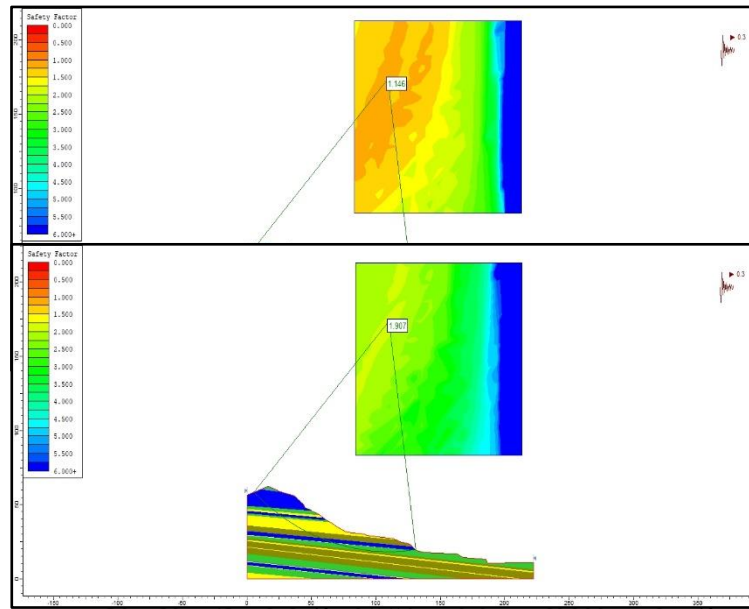
Gambar 7 Hasil Pembobotan GSI

Dari hasil pengambilan data *scanline mapping* dengan menghitung pembobotan *Geological Strength Index* (GSI) didapatkan hasil untuk *structure rating* (SR) batuan adalah *Blocky*, artinya struktur batuan saling berikatan dengan sangat baik dan klasifikasi yang ditunjukkan oleh (Bieniawski, 1989) nilai *Structure Condition Rating* (SCR) menunjukkan nilai kekuatan massa batuan *Good* atau kondisi struktur batuan baik.

2. Analisis Kestabilan Lereng

a. Analisis Lereng Temporer

Analisis lereng keseluruhan dilakukan pada lereng sementara (temporer) bagian *lowwall* yang sedang dilakukan penambangan dengan sudut lereng keseluruhan adalah 17° dengan tinggi 35 meter.



Berdasarkan hasil analisis lereng temporer bagian *lowwall* yang dianalisis menggunakan bantuan *Software Slide 6.0* didapatkan nilai faktor keamanan, dapat dilihat pada tabel berikut :

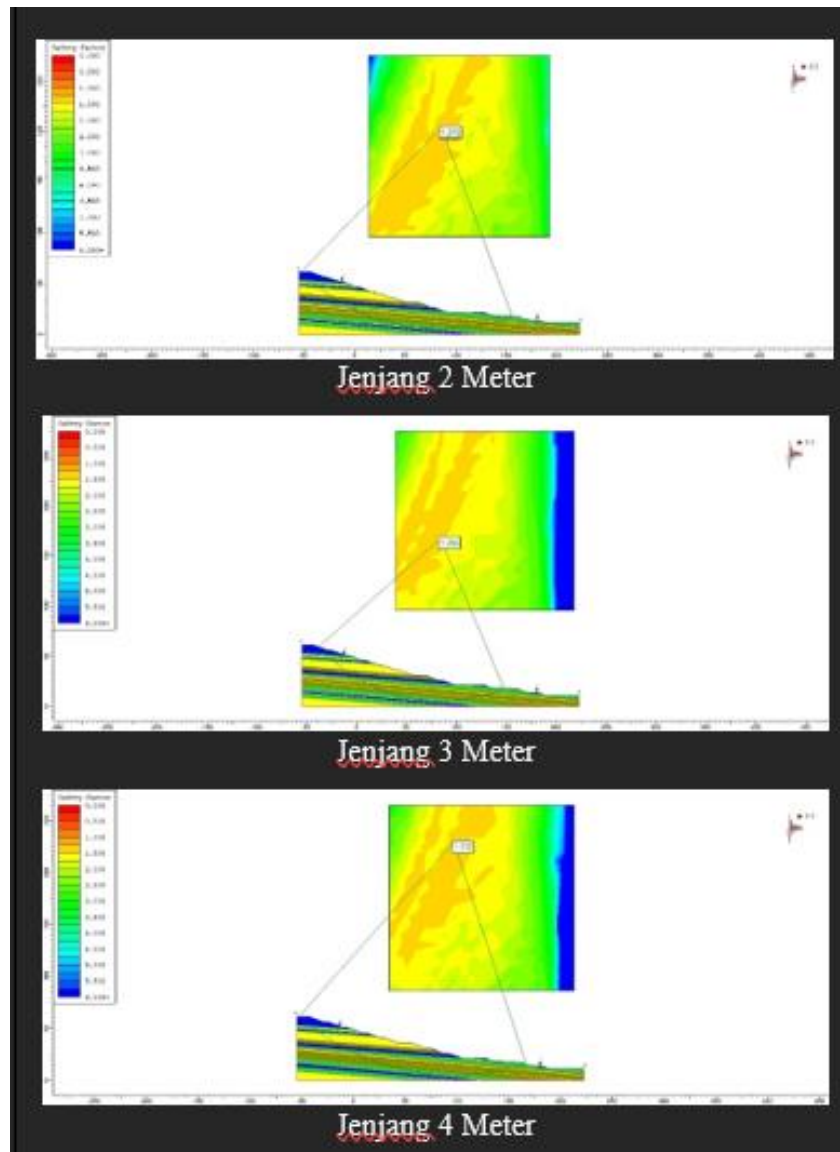
Tabel 6 Rekapitulasi Nilai FK Lereng Temporer

Kondisi Air	Safety Factor	Kondisi
Jenuh	1.146	Kritis
Kering	1.907	Aman

b. Analisis Geometri Lereng

Analisis geometri lereng penambangan dibuat dengan mensimulasikan kemungkinan sudut, ketinggian lereng dan penambahan jalan tambang yang dianalisis dengan menggunakan metode kesetimbangan batas *bishop*. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan geometri lereng dan penambangan aman untuk lereng keseluruhan.

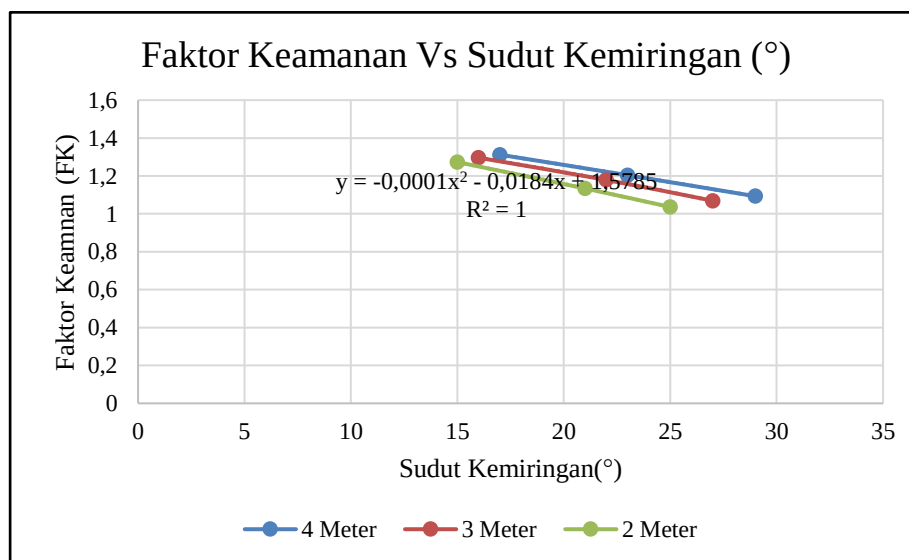
- 1301 Analisis Kestabilan Lereng Lowwall Pada Penambangan Batu Gamping Di Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk Kabupaten Ogan Komering Ulu Provinsi Sumatera Selatan
(Dwiki Prio Sutejo¹, Safaruddin²)
-



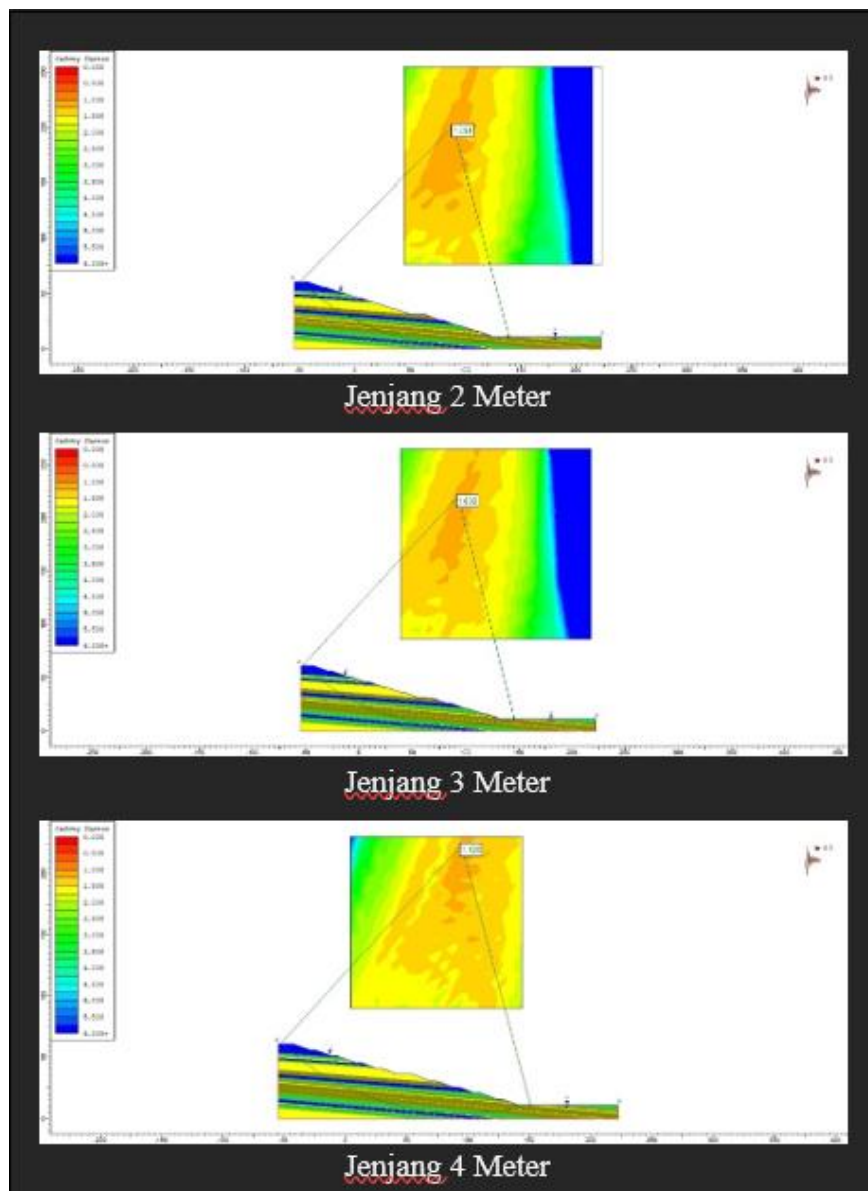
Gambar 10 .Geometri Lereng 40 Meter Dengan Kemiringan Lereng Tunggal 20 Derajat

- 1303 Analisis Kestabilan Lereng Lowwall Pada Penambangan Batu Gamping Di Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk Kabupaten Ogan Komering Ulu Provinsi Sumatera Selatan
(Dwiki Prio Sutejo¹, Safaruddin²)

30	4	15	Jenuh	1.093
			Kering	1.849
	2	23	Jenuh	1.134
			Kering	1.895
	3	22	Jenuh	1.179
			Kering	1.940
20	4	21	Jenuh	1.204
			Kering	1.970
	2	29	Jenuh	1.273
			Kering	2.157
	3	27	Jenuh	1.296
			Kering	2.175
	4	25	Jenuh	1.312
			Kering	2.205

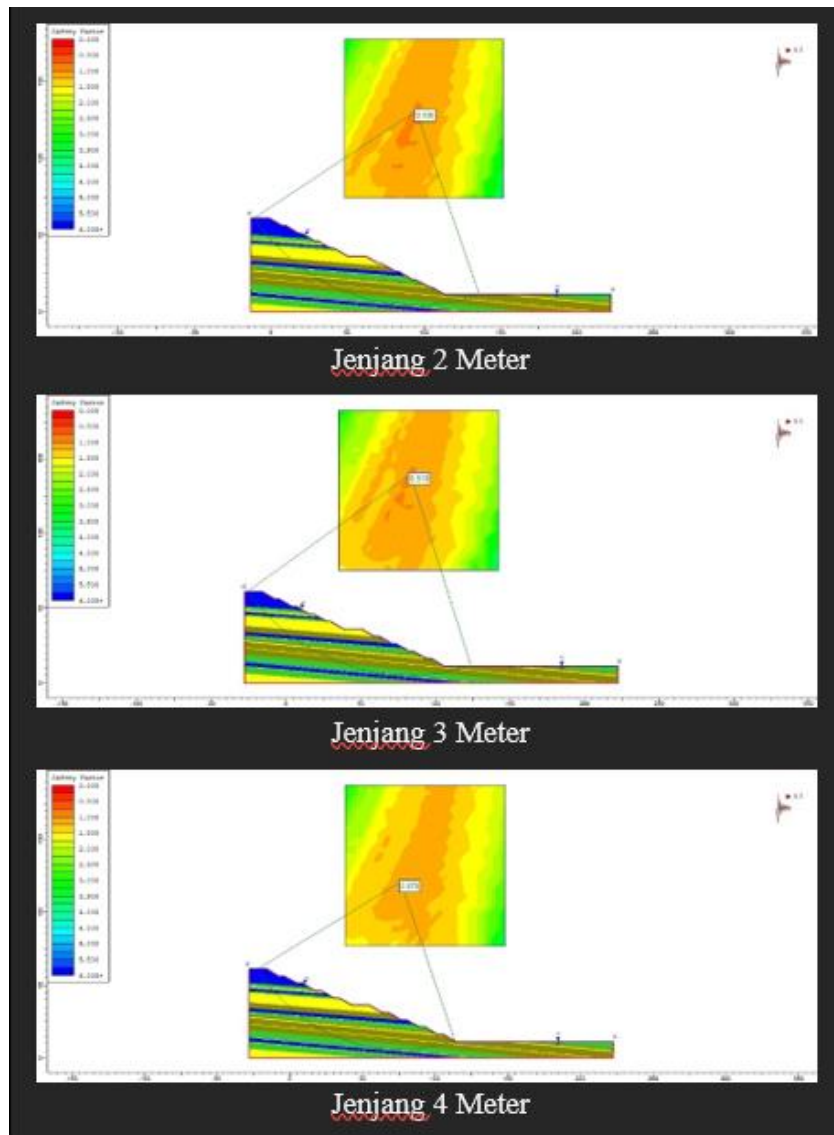


Gambar 13 Hubungan Sudut Kemiringan dengan Faktor Keamanan Lereng Keseluruhan 40 Meter



Gambar 14 Geometri Lereng 50 Meter Dengan Kemiringan Lereng Tunggal 20 Derajat

- 1305 Analisis Kestabilan Lereng Lowwall Pada Penambangan Batu Gamping Di Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk Kabupaten Ogan Komering Ulu Provinsi Sumatera Selatan
(Dwiki Prio Sutejo¹, Safaruddin²)



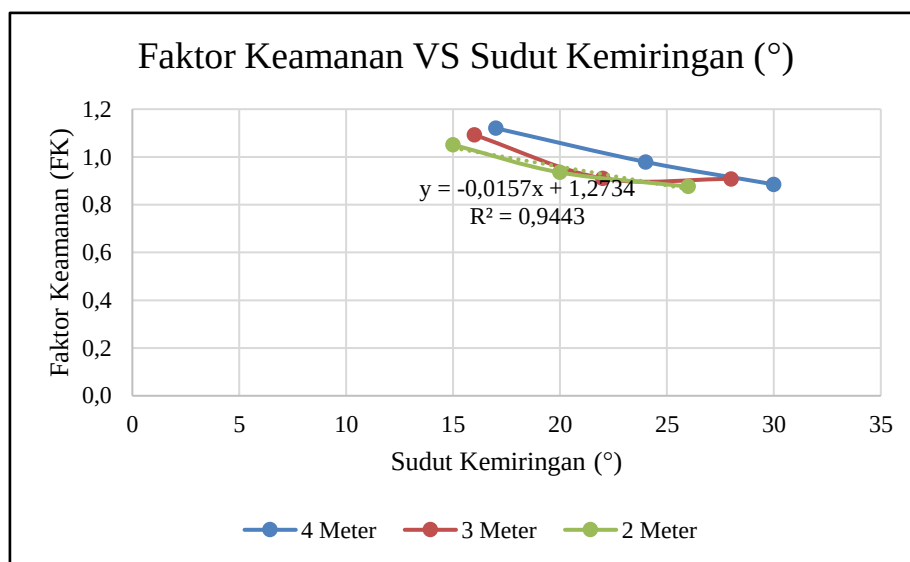
Gambar 15 Geometri Lereng 50 Meter Dengan Kemiringan Lereng Tunggal 30 Derajat

Berdasarkan hasil simulasi geometri lereng keseluruhan 50 Meter dengan ketinggian lereng tunggal 5 meter dan adanya jalan tambang selebar 12 meter dan sudut *single slope* berbeda-beda yaitu 20, 30 dan 40° didapatkan beberapa nilai faktor keamanan, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8 Rekapitulasi Nilai FK Geometri Lereng 50 Meter

Tinggi Lereng Keseluruhan	Tinggi Lereng Tunggal	Lebar Jalan	Sudut <i>Single Slope</i>	Lebar Jenjang	Sudut <i>Overall Slope</i>	Muka Air Tanah	<i>Safety Factor</i>
(m)	(m)	(m)	(°)	(m)	(°)		

50	5	12	30	2	17	Jenuh	0.876
						Kering	1.692
				3	16	Jenuh	0.908
						Kering	1.739
				4	15	Jenuh	0.885
						Kering	1.682
	20	30	20	2	24	Jenuh	0.935
						Kering	1.770
				3	22	Jenuh	0.910
						Kering	1.724
				4	20	Jenuh	0.979
						Kering	1.825
40	5	12	30	2	30	Jenuh	1.051
						Kering	1.935
				3	28	Jenuh	1.092
						Kering	1.999
				4	26	Jenuh	1.120
						Kering	2.043



Gambar 17 Hubungan Sudut Kemiringan dengan Faktor Keamanan Lereng Keseluruhan 50 Meter

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil klasifikasi massa batuan pada lokasi penelitian dengan berdasarkan penilaian kondisi struktur geologi menggunakan pendekatan *geological strength index* (GSI), dari 2 parameter yang dinilai yaitu *structure rating* (SR) dan *surface condition rating* (SCR)

- 1307 Analisis Kestabilan Lereng Lowwall Pada Penambangan Batu Gamping Di Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk Kabupaten Ogan Komering Ulu Provinsi Sumatera Selatan
(Dwiki Prio Sutejo¹, Safaruddin²)
-

didapatkan nilai 75 untuk SR dan 11 untuk SCR, artinya struktur batuan dari penilaian kurva GSI adalah saling berikatan dengan baik atau *Blocky*.

1. Berdasarkan hasil sayatan penampang di lereng sementara (temporer) bagian *lowwall*, kemudian lereng dianalisis menggunakan metode kesetimbangan batas *bishop* menunjukkan nilai faktor keamanan lereng yaitu 1.146 pada kondisi air adalah jenuh, artinya lereng pada kondisi ini berada pada $FK < 1.25$ (lereng kritis).
2. Berdasarkan hasil *try and error* geometri lereng penambangan, didapatkan nilai faktor keamanan yang direkomendasikan yaitu $FK > 1.25$ geometri lereng jenuh pada kemiringan lereng keseluruhan adalah 29° dengan lebar jenjang 2meter, 27° dengan lebar jenjang 3meter dan 25° dengan jenjang 4meter pada ketinggian lereng penambangan 40meter dengan kemiringan lereng tunggal 20° dengan faktor keamanan masing-masing adalah 29° pada FK lereng jenuh 1.273 dan lereng dalam kondisi kering FK 2.157, 27° pada FK lereng jenuh 1.296 lereng kering FK 2.175 dan 25° pada FK lereng jenuh 1.312 lereng dengan kondisi kering FK 2.205.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal, A.A. Inung Arie Adnyano, and Shilvyanora Aprilia Rande. 2021. "Rekomendasi Geometri Lereng Penambangan Optimum Pada Tambang Batugamping PT. Citatih Putra Sukabumi." *ReTII* 1 (1): 544–54.
- Anonim (2018), 1827 K/30/MEM/2018 tentang pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Febriadi, Andryan, and Yoszi Mingsi Anaperta. 2020. "Analisis Kestabilan Lereng Pada Blok Timur Tambang Muara Tiga Besar Utara PT. Bukit Asam Tbk, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan." *Bina Tambang* 5 (4): 11–20.
- Metriani, Riri, Yoszi Mingsi Anaperta, and Tri Gamela Saldy. 2019. "Analisis Balik Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode Bishop Yang Disederhanakan Pada Front II Existing Tambang Quarry PT. Semen Padang, Sumatera Barat." *Bina Tambang* 4 (4): 49–58.
- Pamuji, Anggita Fitri Anatiyo, Raden Irvan Sophian, and Dicky Muslim. 2018. "Pengaruh Geological Strength Index (GSI) Terhadap Nilai Faktor Keamanan Melalui Simulasi Kestabilan Lereng Tambang , Kecamatan Batu Kajang , Kabupaten Paser , Kalimantan Timur." *Padjadjaran Geoscience Journal* 2 (6): 487–97.
- Pangemanan, Sri Legowo, and O.B.A Sompie A.E Turangan. 2014. "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland)." *Jurnal Sipil Statik* 2 (1): 22–28.
- Rahman, R. A., & Jusfarida. (2019). Analisis Kestabilan Lereng Dan Rekomendasi Lereng Final Di Blok Tuban Penambangan Batugamping Bagian Utara Pt . Semen Indonesia (Persero) Tbk. PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian Dan Kelautan I (SEMITAN I) 2019 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Indonesia, 24 Agustus, 2019, 15(Semitan I), 1–8