

Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Klasifikasi Massa Batuan Serta Analisis Balik di Pit 3 IUP PT Dizamatra Powerindo

Mabruka Az Zahra*, Yoszi Mingsi Anaperta, Bambang Heriyadi, Harizona Aulia Rahman

Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

* mabruka.azzahra96@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lereng lowwall di PT Dizamatra Powerindo melalui pendekatan analisis kinematik, klasifikasi massa batuan (RMR dan GSI) menggunakan metode Kesetimbangan Batas (*Limit Equilibrium Method*) dengan pendekatan *Morgenstern-Price*. Data geoteknik dikumpulkan dari hasil pengukuran di lapangan secara manual dan menggunakan bantuan *software*. Hasil kinematik menunjukkan bahwa pada material *claystone* dengan nilai RMR=60 terdapat potensi longsoran guling sebesar 19,44% dan pada material *sandstone* dengan nilai RMR=26 tidak menunjukkan adanya potensi longsoran. Dari hasil *back analysis* diketahui bahwa penyebab longsoran pada area lowwall terjadi pada properties *sandstone* ($c=53,82 \text{ kN/m}^2$ dan $\phi=7,12^\circ$) dan *claystone* ($c=50,29 \text{ kN/m}^2$ dan $\phi=6,11^\circ$) menghasilkan FK=0,995.

Kata kunci : kestabilan lereng, RMR, GSI, morgenstern-price, analisis balik

Abstract. This research aims to analyze the lowwall slope at PT Dizamatra Powerindo through a kinematic analysis approach, rock mass classification (RMR and GSI), and the Limit Equilibrium Method (LEM) using the Morgenstern-Price method. Geotechnical data were collected through both manual field measurements and software-assisted analysis. The kinematic analysis results indicate that for claystone material with an RMR value of 60, there is a potential for toppling failure of 19.44%, while for sandstone material with an RMR value of 26, no potential failure was identified. Back analysis results revealed that slope failure in the lowwall area occurred due to the properties of sandstone ($c = 53.82 \text{ kN/m}^2$ and $\phi = 7.12^\circ$) and claystone ($c = 50.29 \text{ kN/m}^2$ and $\phi = 6.11^\circ$), producing a factor of safety (FK) of 0.995.

Keywords: slope stability, RMR, GSI, morgenstern-price, back analysis

Tanggal Diterima: 01/06/2025; Tanggal Direvisi: 04/06/2025; Tanggal Disetujui: 01/12/2025; Tanggal Dipublikasi: 17/12/2025

1. Pendahuluan

PT Dizamatra Powerindo merupakan perusahaan yang melakukan penambangan batubara yang berlokasi di Desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Perusahaan ini telah memproduksi batubara untuk pasar domestik maupun ekspor, memiliki potensi sumber daya batubara mencapai 250 juta ton dengan luas area IUP seluas $\pm 971 \text{ ha}$. Dalam kegiatan penambangan, PT Dizamatra Powerindo menerapkan metode tambang terbuka atau *open pit mining*. Salah satu tantangan dalam penambangan metode *open pit mining* yakni risiko terjadinya longsor pada lereng apabila kurang tepatnya penerapan geometri penggalian maupun penanganan lereng.

Kestabilan lereng merupakan faktor penting dalam metode penambangan terbuka yang berkaitan dengan keselamatan operasional dan keberlanjutan produksi. Untuk menganalisis kestabilan lereng dapat menggunakan metode ini dengan menggunakan data sifat fisik dan sifat mekanik, serta data parameter material (*properties*) yaitu kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ), dan bobot isi (λ) (1). Salah satu faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah kualitas massa batuan melalui sistem klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR), yang melibatkan parameter *Rock Quality*

Designation (RQD), kekuatan batuan utuh (*Uniaxial Compressive Strength*), spasi bidang diskontinuitas, kondisi bidang diskontinuitas, dan kondisi air tanah (2). Sistem GSI (*Geological Strength Indeks*) juga digunakan untuk menilai kekuatan batuan berdasarkan kondisi struktur dan tekstur batuan.

Salah satu *pit* aktif di area IUP PT Dizamatra Powerindo yakni *Pit DP Selatan* yang merupakan area kerja PT Cipta Kridatama selaku kontraktor penambangan. Kegiatan operasional *Pit DP Selatan* terfokus kepada *Pit 4*. Namun, sesuai dengan rencana kerja tahun 2025 akan dilakukan perluasan area tambang dengan pengembangan ke area *Pit 3* yang bertujuan untuk pengambilan batubara *seam C*. Target produksi batubara di *Pit DP Selatan* sesuai dengan rencana tahunan 2025 yaitu 3,702,519 ton dan target pengupasan *overburden* yaitu 12,504,502 BCM. Agar target produksi tercapai, diperlukan kajian lereng yang tepat sehingga meminimalkan dampak longsor yang berpotensi memberikan dampak buruk terhadap keselamatan dan kegiatan operasional.

Salah satu tantangan penggalian di area *Pit 3 DP Selatan* yakni keterdapatannya longsoran bidang, yang terjadi sejak tahun 2019. Pasca terjadinya longsoran, area *Pit* sisi timur (*Pit 1* hingga *Pit 3*) DP Selatan dinonaktifkan dan

aktivitas beralih ke *Pit* 4. Longsor tersebut memiliki panjang sekitar 375 meter, terjadi dari elevasi +90 mdpl ke +51 mdpl, dengan estimasi total volume longsor mencapai 448.215 BCM.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Kesampaian Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Kesampaian Daerah PT DP

Untuk mencapai lokasi penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan jalur darat dari Kota Padang menuju Kota Lahat dengan jarak ± 781 km. Kondisi jalan ini berupa jalan aspal yang dapat ditempuh dengan waktu ± 25 jam menggunakan transportasi bus. Perjalanan dilanjutkan dari Kota Lahat menuju Desa Kebur menggunakan bus perusahaan yang berjarak ± 20 km melalui jalan aspal dan sebagian jalan beton dengan waktu tempuh ± 30 menit untuk sampai ke lokasi office PT Dizamatra Powerindo. Peta kesampaian daerah dapat dilihat pada Gambar 1.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Lereng

Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tinggi dengan permukaan rendah dengan membentuk sudut kemiringan tertentu pada bidang horizontal. Dari segi terbentuknya terdiri dari 2 macam, yaitu lereng alam dan lereng buatan (3).

2.2.2 Kestabilan Lereng

Analisis kemantapan lereng diperlukan untuk mencegah terjadinya ketidakcapaian produksi serta mengganggu keselamatan para pekerja dan peralatan (4).

Kestabilan lereng dipengaruhi oleh geometri lereng, kondisi air, sifat fisik dan sifat mekanik lereng, struktur bidang lemah (bidang diskontinuitas), tegangan alamiah batuan, getaran (alamiah: gempa; dan perbuatan manusia: efek peledakan, efek alat berat yang berlalu lalang), iklim, dan pengaruh termik (5). Kestabilan lereng dapat ditentukan berdasarkan Faktor Keamanan (FK), dengan rumus:

$$\text{Faktor Keamanan} = \frac{\text{gaya penahan}}{\text{gaya pendorong}}$$

Faktor keamanan pada lereng keseluruhan berkisar antara 1,2 sampai 1,5 berdasarkan tingkat keparahan longsor (6).

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat menghasilkan tegangan pada setiap permukaan runtuh yang runtuh dan tegangan geser yang bekerja kemungkinan akan lebih besar (7). Faktor yang perlu diperhatikan dalam menganalisis kestabilan lereng adalah (8):

a. Kuat geser tanah atau batuan

Berperan sebagai gaya yang menahan atau melawan gaya penyebab longsor, terdiri dari sifat fisik (bobot isi tanah) dan sifat mekanik (kohesi dan sudut geser dalam). Sifat fisik batuan untuk analisa kestabilan lereng terdiri dari bobot isi tanah, sedangkan sifat mekanik terdiri dari parameter kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) (9).

b. Struktur Geologi

Bidang lemah (*discontinuity*) dalam suatu massa batuan dapat berdampak pada penurunan kestabilan lereng. Terdiri dari cleat, kekar, sesar, bedding, laminasi, dll.

c. Geometri Lereng

Geometri lereng meliputi tinggi lereng, kemiringan lereng, dan lebar berm. Longsor akan cenderung mudah terjadi pada lereng yang terlalu tinggi dibanding dan sudut lereng yang terlalu besar.

d. Tinggi Muka Air Tanah

Kandungan air yang tinggi dapat menjadikan kekuatan batuan menjadi rendah dan batuan menerima tambahan beban air yang dikandung, sehingga lereng menjadi mudah longsor. Kandungan air tanah berpengaruh terhadap adanya tekanan ke atas dari air pada bidang-bidang lemah yang dapat mempercepat proses pelapukan dari batuan (10).

e. Iklim

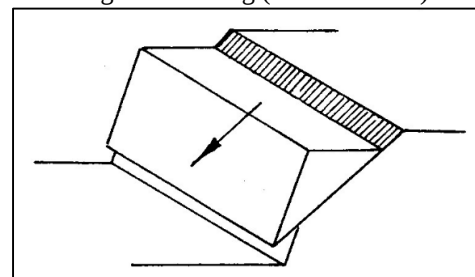
Temperatur yang cepat berubah dalam waktu yang singkat dapat mempercepat proses pelapukan batuan.

f. Gaya Luar

Beban alat mekanis yang beroperasi di atas lereng dan getaran akibat peledakan dapat menyebabkan ketidakstabilan lereng.

2.2.4 Jenis-Jenis Longsor

a. Longsor Bidang (*Plane Failure*)

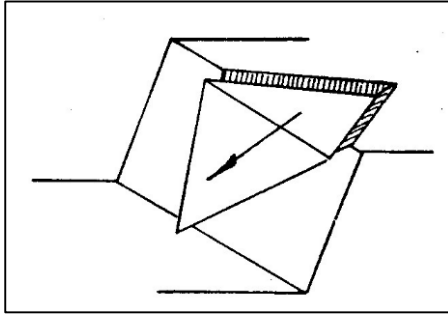


Gambar 2. Longsor Bidang

Longsor bidang terjadi disepanjang bidang luncur yang dianggap rata, yang disebabkan oleh struktur geologi berkembang (11).

b. Longsor Baji (*Wedge Failure*)

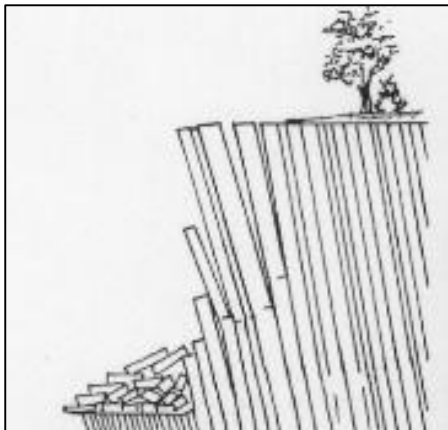
Longsor Baji terjadi akibat 2 bidang lemah atau lebih yang berpotongan sedemikian rupa sehingga membentuk baji terhadap lereng (11).



Gambar 3. Longsor Baji

c. Longsor Guling (*Toppling Failure*)

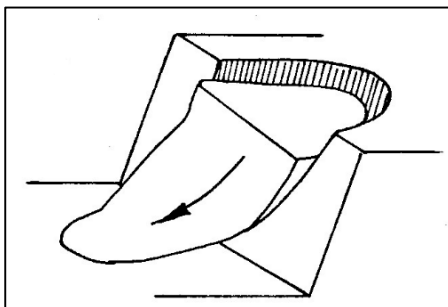
Longsor guling biasanya terjadi pada lereng batuan yang keras dan mempunyai kemiringan bidang lemah tegak atau hampir tegak, dan berlawanan arah dengan kemiringan lereng (11).



Gambar 4. Longsor Guling

d. Longsor Busur (*Circular Failure*)

Longsor busur hanya terjadi pada tanah atau material yang bersifat seperti tanah, yaitu material yang memiliki tingkat pelapukan tinggi atau mempunyai banyak bidang lemah (11).



Gambar 5. Longsor Busur

2.2.5 Diskontinuitas

Diskontinuitas merupakan istilah yang mencakup berbagai cacat mekanis atau bidang kelemahan dalam kekuatan batuan tanpa mempertimbangkan asal-usulnya (2). Sedangkan dalam mekanika batuan, diskontinuitas diartikan sebagai batuan yang mengalami kerusakan (12).

Keberadaan bidang diskontinuitas mengakibatkan berkurangnya tingkat kekuatan geser batuan sehingga peluang terjadinya longsor akan meningkat. Bidang diskontinuitas juga dapat menjadi jalur rembesan air yang mengakibatkan terjadinya rekahan tarik pada massa batuan, dimana hal tersebut juga dapat mengurangi tingkat kestabilan lereng (13).

2.2.6 Rock Mass Rating (RMR)

Metode *Rock Mass Rating* merupakan metode yang telah banyak diaplikasikan pada lokasi yang berbeda-beda, seperti tambang pada batuan kuat, terowongan, tambang batubara, kestabilan lereng, dan kestabilan pondasi (2).

Dalam pengukuran bidang diskontinuitas digunakan metode *scanline*, yaitu garis pada permukaan batuan yang digunakan untuk mengukur semua diskontinuitas yang berpotongan dengan garis tersebut (14).

Terdapat 6 parameter RMR berdasarkan bobot kondisinya :

a. Kuat Tekan Batuan Utuh

Pengujian kuat tekan batuan utuh dalam metode RMR dinyatakan dengan *Uniaxial Compressive Strength (UCS)*. Nilai UCS dapat diperoleh dari plot data *Schmidt Rebound Hammer* (15).

Tabel 1. Nilai Kuat Tekan Batuan Utuh

Kuat Tekan	PLI (MPa)	>10	(4-10)	(2-4)	(1-2)	Pakai UCS
Batuan Utuh	UCS (MPa)	>250	(100-250)	(50-100)	(25-50)	(1-5) <1
Bobot		15	12	7	4	2 1 0

b. *Rock Quality Designation (RQD)*

RQD merupakan presentase dari bagian inti yang utuh dengan mengabaikan inti bor yang memiliki panjang kurang dari 10 cm. Selain itu, RQD dapat diperoleh langsung dari hasil pengamatan di lapangan, menggunakan rumus :

$$\text{Frekuensi } (\lambda) = \frac{\sum \text{diskontinuitas}}{\text{panjang scanline}}$$

$$\text{RQD} = 100 (0,1\lambda + 1) e^{-0,1\lambda}$$

Tabel 2. RQD

RQD (%)	Kualitas Batuan	Rating
<25	Sangat jelek (<i>very poor</i>)	3
25-50	Jelek (<i>poor</i>)	8
50-75	Sedang (<i>fair</i>)	13

RQD (%)	Kualitas Batuan	Rating
75-90	Baik (<i>good</i>)	17
90-100	Sangat baik (<i>excellent</i>)	20

c. Spasi Diskontinuitas

Spasi diskontinuitas merupakan jarak tegak lurus antara dua bidang diskontinuitas yang berdekatan sepanjang garis pengukuran pada satu *scanline*.

$$\text{Spasi Diskontinuitas} = \frac{\text{panjang scanline}}{\Sigma \text{diskontinuitas}}$$

Tabel 3. Spasi Diskontinuitas

Deskripsi	Spasi Diskontinuitas (m)	Rating
Sangat lebar (<i>very wide</i>)	>2	20
Lebar (<i>wide</i>)	0,6-2	15
Sedang (<i>moderate</i>)	0,2-0,6	10
Rapat (<i>close</i>)	0,06-0,2	8
Sangat rapat (<i>very close</i>)	<0,06	5

d. Kondisi Bidang Diskontinuitas

Kondisi diskontinuitas terdiri dari beberapa parameter, yaitu kekasaran (*roughness*), bukaan (*separation*), kemenerusan (*persistence*), pelapukan (*weathering*), dan isian (*filling*).

e. Kondisi Air Tanah

Kondisi air tanah adalah kondisi permukaan lereng berdasarkan analisis visual, dinyatakan dalam keadaan umum yang meliputi kering, lembab, air menetes, dan air mengalir.

Parameter-parameter diatas dihitung dengan menilai masing-masing bobot, lalu dijumlahkan (2).

Tabel 4. Pembobotan RMR

N o.	Parameter	Selang Nilai
	Kuat Tekan (MPa)	>10 (4-10) (2-4) (1-2) Pakai UCS
1.	Batuan Utuh (Mpa)	>25 (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 Diskontinuitas (m)	>2 0,6-2 0,2-0,6 0,06-0,2 <0,06
	Bobot	20 15 10 8 5
4.	Kondisi Diskontinuitas	San gat kas ar Sed ikit kas ar Halu s Slickensided
	Bobot	6 5 3 1 0
	Separation	Tid ak <0,1 mm 0,1-1 mm 1-5 mm >5 mm

N o.	Parameter	Selang Nilai
	ada mm	
	Bobot	6 5 4 1 0
	Continuity	<1 m 1-3 m 3-10 m 10-20 m >20 m
	Bobot	6 4 2 1 0
	Weathering	Tid ak lap uk Sedi kit lapu k San gat lapu k Hancur
	Bobot	6 5 3 1 0
	Filling	Tid ak ada Ker as <5 mm Ker as >5 mm Lun ak <5 mm Lunak >5 mm
	Bobot	6 4 2 2 0
5.	Kondisi air tanah	Aliran /10 m Panjang g terow ongan (ltr/mi n) Tekan an air kekar/ maks tegang an utama Kondisi utama Ker ing Lem bab Bas ah Men etes Mengalir
	Bobot	15 10 7 4 0

2.2.7 Geological Strength Index (GSI)

Untuk mendapatkan nilai *GSI* dapat digunakan dengan 2 cara, yaitu dengan melakukan pengamatan di lapangan atau menggunakan pendekatan berdasarkan nilai *RMR*, dengan rumus berikut (1):

$$GSI = RMR_{dry} - 5$$

2.2.8 Metode Kesetimbangan Batas

Metode kesetimbangan batas (*limit equilibrium method*) dikenal juga sebagai metode irisan karena bidang longsoran dari lereng dibagi oleh beberapa irisan. Salah satu jenis metode irisan adalah metode *Morgenstern-Price*, yang digunakan untuk semua jenis bentuk bidang runtuh dan telah memenuhi seluruh kondisi kesetimbangan.

Generalized Hoek-Brown merupakan salah satu kriteria keruntuhan dari metode *Morgenstern-Price*. Metode ini dapat mengestimasi nilai kekuatan batuan dengan klasifikasi *GSI* yang ada.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian terapan (*applied research*) dan penelitian deskriptif. Penelitian terapan merupakan penelitian yang diarahkan untuk mendapatkan informasi yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

a. Studi Literatur

Dilakukan sebagai cara untuk mengumpulkan data dengan mencari sumber-sumber bacaan yang ada.

b. Observasi

Observasi dibutuhkan karena data-data yang didapatkan langsung dari lapangan yang akan diolah sesuai dengan studi kasus yang diangkat.

c. Dokumentasi

Dokumentasi itu sendiri dapat berbentuk tulisan, gambar, dan lainnya.

3.3 Teknik Pengambilan Data

- Data primer diperoleh langsung dari lapangan, berupa data parameter klasifikasi massa batuan.
- Data sekunder berupa data topografi, data laboratorium sifat fisik dan sifat mekanik, dan model geoteknik berdasarkan data pemboran.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Rock Mass Rating (RMR)

Analisis dilakukan melalui *surface mapping* dengan metode *scanline*. Dilakukan pengambilan data *strike* dan *dip* bidang diskontinuitas. Lalu mengidentifikasi bidang diskontinuitas tersebut dan dimasukkan ke parameter *RMR*.

a. Claystone (Litologi 1)

Litologi 1 diidentifikasi memiliki material *siltstone* dengan 1 set laminasi dan 3 set kekar. Dengan *strike dip* litologi 1 yaitu N106°E/24°. Dilakukan analisis berdasarkan parameter *RMR* sehingga didapatkan bobot parameter sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai *RMR* pada Litologi 1

Parameter	(set 1)	(set 2)	(set 3)
Kuat Tekan	1	1	1
RQD	20	20	20
Spasi	10	10	10
	4	4	4
	5	5	1
Kondisi	3	3	3
Diskontinuitas	6	6	2
	1	1	1
Kondisi Air Tanah	10	10	10
RMR	60	60	60

Nilai *RMR* dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai *RMR* keseluruhan lereng. Dengan rata-rata nilai *RMR* 60 termasuk ke dalam kelas III (batuan sedang).

b. Sandstone (Litologi 2)

Litologi 2 diidentifikasi memiliki material *sandstone* dengan 1 set laminasi. Untuk *strike dip* litologi 2 yaitu N106°E/22°. Dilakukan analisis berdasarkan parameter *RMR* sehingga didapatkan

bobot parameter sbb:

Tabel 6. Nilai *RMR* pada Lereng 2

Parameter		Bobot
Kuat Tekan		1
RQD		3
Spasi		5
Kondisi Diskontinuitas	Kemenerusan	0
	Lebar rongga	1
	Kekerasan	3
	Pengisi	2
	Pelapukan	1
Kondisi Air Tanah		10
RMR		26

Nilai *RMR* 26 pada *sandstone* (Litologi 2) termasuk ke dalam kelas IV (batuan buruk).

4.2. Analisis Geological Strength Index (GSI)

Dilakukan perhitungan nilai *GSI* berdasarkan pendekatan nilai *RMR*, dengan rumus:

$$GSI = RMR_{dry} - 5$$

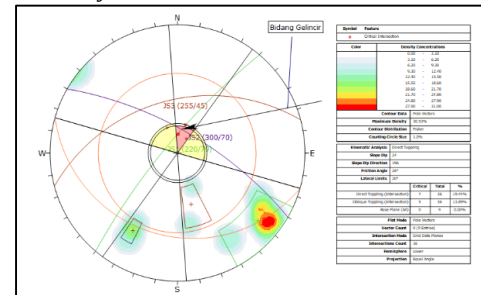
Berikut perhitungan nilai *GSI* dari 2 litologi:

Tabel 7. Nilai *GSI* dari 6 litologi

No.	Jenis Material	RMR _{dry}		GSI
		Nilai	Kelas	
1.	Claystone	65	III (batuan sedang)	60
2.	Sandstone	31	IV (batuan buruk)	26

4.3. Analisis Kinematik

a. Claystone



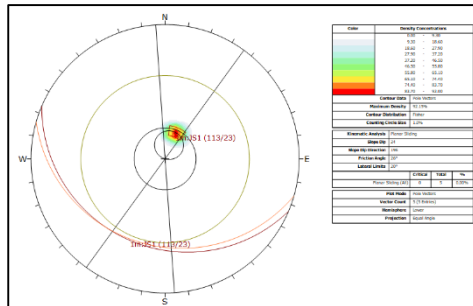
Gambar 6. Analisis Kinematik Claystone

Berdasarkan hasil olah data plot set kekar dan orientasi lereng pada program software Dips 7.0, model arah longsor menampilkan pada arah tegasan utama di arah timur dengan *trend/plunge* sebesar 10°/69°, pada *slope dip* sebesar 24°, *slope strike* sebesar 106°, *slope dip direction* 106° + 90° = 196°, dan *friction angle* sebesar 26°. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa Bidang Stabil memiliki potensi longsor *direct toppling* sebesar 19,44%. Angka ini menunjukkan bahwa lereng tersebut masih dalam kondisi aman berdasarkan Kepmen ESDM

1827/K/30/MEM/2018.

b. *Sandstone*

Berdasarkan hasil olah data plot set kekar dan orientasi lereng pada program software Dips 7.0, dengan *slope dip* sebesar 24° , *slope strike* sebesar 106° , *slope dip direction* $106^\circ + 90^\circ = 196^\circ$, dan *friction angle* sebesar 26° , menunjukkan bahwa Bidang Non Stabil memiliki potensi longsoran sebesar 0%. Angka ini menunjukkan bahwa lereng tersebut dalam kondisi aman berdasarkan Kepmen ESDM 1827/K/30/MEM/2018.



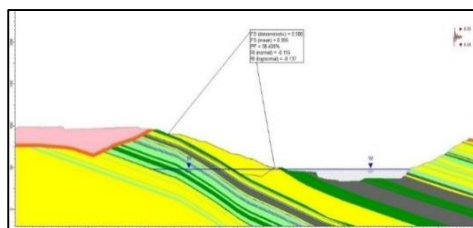
Gambar 7. Analisis Kinematik Sandstone

4.4. Analisis Balik

Dalam analisis balik, dilakukan penyesuaian properties kohesi dan sudut geser dalam pada material *sandstone* dan *claystone*, sehingga didapatkan nilai $FK < 1$ sesuai dengan historical lowwall DP Selatan yang terjadi pada akhir tahun 2019 dengan jenis longsoran bidang. Penyesuaian properties dilakukan pada *Cross Section A-A'* menggunakan metode Morgenstern-Price dengan kriteria keruntuhan Mohr Coulomb dari litologi logbor GTD-03, GTD-04, GTD-06, DHG-04, dan DMG-10. Data penyesuaian properties pada area *lowwall* Pit 3 DP Selatan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Balik

<i>Sandstone</i>		<i>claystone</i>		FK	PF (%)
c (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kN/m ³)	ϕ (°)		
329,05	43,45	307,5	37,32	3,784	0
164,53	21,73	153,75	18,66	3,003	0
82,27	10,87	76,88	9,33	1,523	0
69,63	9,24	65,35	7,93	1,292	0
62,94	8,32	58,82	7,14	1,164	0
56,65	7,49	52,94	6,43	1,047	18
53,82	7,12	50,29	6,11	0,995	58,4



Gambar 8. Penyesuaian Properties FK 0,995

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan data bahwa *sandstone* ($c=53,82$ kN/m² dan $\phi=7,12^\circ$) dan *claystone* ($c=50,29$ kN/m² dan $\phi=6,11^\circ$), memiliki nilai Faktor Keamanan (FK) mendekati 1 yaitu 0,995. Hasil analisis Faktor Keamanan dilakukan menggunakan Topo sebelum longsor dengan metode *block search* untuk menentukan bidang gelincir yang menyebabkan longsor.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

- Nilai RMR berdasarkan hasil perhitungan *surface mapping* di setiap lerengnya menggunakan 5 parameter, yaitu Kuat Tekan Batuan menggunakan manual indeks, RQD (*Rock Quality Designation*), spasi diskontinuitas, kondisi diskontinuitas, dan kondisi air tanah. Sedangkan nilai GSI (*Geological Strength Index*) didapatkan berdasarkan pendekatan nilai RMR dry. Dari 2 litologi yang diamati, didapatkan nilai RMR yaitu 26 dan 60. Sedangkan nilai GSI yang didapatkan yaitu 26 dan 60.
- Analisis kinematika pada Bidang Stabil (*claystone*) menunjukkan adanya potensi longsoran guling dengan PF sebesar 19,44%. Sedangkan analisis kinematika pada Bidang non-Stabil (*sandstone*) tidak menunjukkan adanya potensi longsoran. Berdasarkan hasil Analisis balik dengan simulasi penyesuaian angka kohesi dan sudut geser dalam (ϕ), kondisi lereng *lowwall* mengalami longsoran pada saat nilai properties *sandstone* ($c=53,82$ kN/m² dan $\phi=7,12^\circ$) dan *claystone* ($c=50,29$ kN/m² dan $\phi=6,11^\circ$) dengan $FK=0,995$.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan nilai FK mendekati kondisi sebenarnya di lapangan, diperlukan *updating surface mapping* yang dilakukan secara berkala.

Referensi

- Hoek E; BJW. *Rock Slope Engineering* (Third Edition). London: The Institution of Mining and Metallurgy; 1981.
- Bieniawski. *Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering*. Wiley; 1989.
- Soepandji BS dkk. *Stabilisasi Tanah dengan Sistem Consolod pada Konstruksi Jalan*. [Indonesia]; Fakultas Teknik Universitas Indonesia; 1993.
- Harries N; ND; P. *Slope Stability Radar for Managing Rock Fall Risk in Open Cut Mines*. In: 3rd CANUS Rock Mechanics Symposium. 2009.
- Moshab. *Geotechnical Considerations in Underground Mines - Guidelines*. Australia: Government of Western

- Australia; 1997.
6. [KepMen ESDM]. Keputusan Menteri ESDM No 1827/K/30/MEM/2018 Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik dan Benar.
 7. Bowles JE. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta: Erlangga; 1991.
 8. Karyono Ir, MT. Kemantapan Lereng Batuan. Universitas Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan; 2004.
 9. Rumbiak VSS. Analisis Perhitungan Tingkat Kestabilan Lereng menggunakan Metode Rock Mass Rating dan Slope Mass Rating pada Area West Wanagon Slope Stability di PT. Freeport Indonesia. [Papua]: Universitas Cenderawasih (UNCEN); 2016.
 10. Bria, Kornelis, dkk. Analisis Kestabilan Lereng Pada Tambang Batubara Terbuka Pit D Selatan PT. Artha Niaga Cakrabuana Job Site CV. Prima Mandiri Desa Dondang Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jogjakarta. 2017;
 11. Arif Irwandi. Geoteknik Tambang mewujudkan Produksi Tambang yang Berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama; 2016.
 12. Giani GP. Rock Slope Stability Analysis. Turin: A.A. Balkema Publishers; 1992.
 13. Sustriani Y. Pengaruh Struktur Kekar terhadap Kestabilan Lereng Dinding Bagian Barat Daya dan Timur Laut pada Desain Fase 6 Tambang Terbuka Batu Hijau PT. Newmont Nusa Tenggara Type: Skripsi Sarjana. [Semarang]: Universitas Diponegoro; 2012.
 14. Brady BHG, & BET. Rock Mechanics for Underground Mining Third Edition. Boston, USA: Kluwer Academic Publisher; 2004.
 15. Deere DU, & MRP. Engineering classification and index properties for intact rocks. New Mexico; 1966.