

Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode *Slope Mass Rating* (SMR) dan *Software Geoslope/W 2007* pada Tambang Air Laya Selatan Lokasi Suban

Di PT Bukit Asam (Persero) Tbk

(*Slope Stability Analysis using Slope Mass Rating (SMR) method and Software Geoslope/W 2007 at South Tambang Air Laya Location Suban in PT Bukit Asam (Persero) Tbk*)

Nabila Faradibah¹ Yayuk Apriyanti² Irvani²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

²Staf Pengajar, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

Abstract

PT Bukit Asam (Persero) Tbk was one of the Indonesian State Owned Enterprises which conduct to coal mining. During the process of coal mining, demolition overburden resulted in a change of force and also set up new structures and caused differences in stress distribution thereby changing the strength of the rock mass. This result the mining slope becomes unstable and could cause a lot of harm, therefore the analysis of slope stability was carried out. This study was conducted to determine the quality of the rock mass slope based on the value SMR (Slope Mass Rating), direction of failure using the analysis of kinematics by Dips software and Safety Factor value (SF) based on Morgenstern Price method using Software Geoslope / W 2007. The data used in this study includes data UCS, RQD, spacing of discontinuity, discontinuity conditions, groundwater conditions and data of discontinuity orientation. Data retrieval was divided into 9 scanline slopes. The analysis indicated quality of the rock mass and degree of slope stability based on the SMR for scanline I, VII and IX were very good with a very stable condition, Scanline II, III, IV, V, VI and VIII had good quality with a steady slope conditions. The Possibility of slope failure occurred only in several blocks for Scanline II, IV, V, VI and VIII. After the analysis of kinematics for Scanline III, IV and V had directions of failure to Scanline III was N 490 E, Scanline IV was N 500 E and Scanline V was N 480 E. Values of Safety Factor (SF) single slopes from 9 scanline was estimated to 3.254 - 44.737 (safe condition) and the overall slope of 1.85 to 4.09 (safe condition). It was concluded that overall the existing slope on the location Suban were in a safe condition for SF value >1.25.

Keywords: slope stability, slope mass rating, kinematics analysis, safety factor

1. Pendahuluan

Kestabilan lereng menjadi masalah yang membutuhkan perhatian lebih bagi kelangsungan kegiatan penambangan dan menjadi suatu hal yang menarik karena dapat menyebabkan kerugian, seperti terhambatnya proses produksi akibat pembenahan longsoran, kerusakan alat tambang jika tertimbun longsoran, bahkan menyebabkan kematian. Oleh karena itu sebelum dilakukan aktivitas penambangan perlu dilakukan desain lereng yang telah mempertimbangkan segi keamanan dan nilai ekonomis.

Area penambangan pada Pit Tambang Air Laya (TAL) Selatan (Suban) dipilih sebagai daerah penelitian karena banyak terdapat struktur geologi primer seperti sesar, kekar dan struktur-struktur karena pengaruh intrusi yang menyebabkan area penambangan batubara

pada area TAL Selatan (Suban) rawan potensi terjadi longsoran. Penelitian ini bertujuan mengetahui kualitas massa batuan, tingkat kestabilan lereng, jenis dan arah longsoran serta nilai faktor keamanan.

Lokasi Penelitian

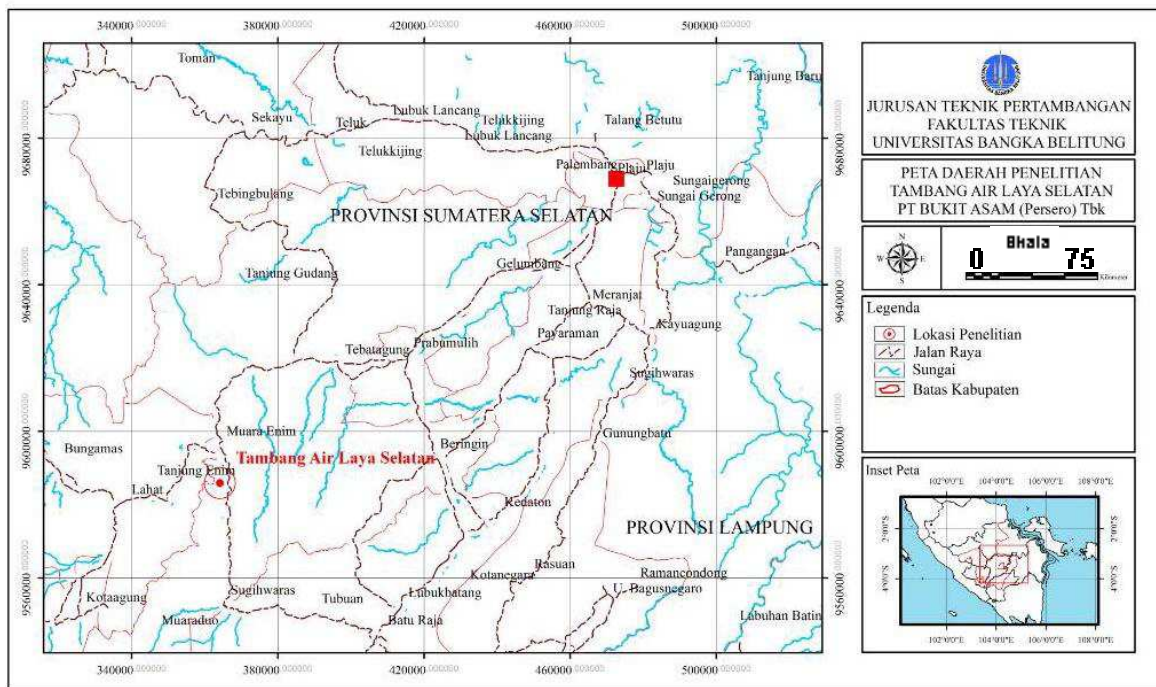
Kegiatan penelitian ini terletak di Suban Tambang Air Laya Selatan PT Bukit Asam (Persero) Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi tersebut dihubungkan dengan jalan darat ke arah barat daya sejauh ±200 km dan jalan kereta api sejauh ±165 km dari Kota Palembang. Secara geografis lokasi penelitian ini terletak pada koordinat X UTM 363963 dan Y UTM 9584831 (Gambar 1).

Tinjauan Pustaka

Geologi Regional

Formasi batubara Muara Enim terbentuk pada Miosen Atas dan menempati bagian dari Cekungan Sumatera Selatan. Cekungan ini akan

*korespondensi Penulis: (Nabila Faradibah) Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung.
Email : nabilafaradibah@gmail.com.
Hp : 082281725762.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

dibagi menjadi empat sub-bagian yaitu M1, M2, M3, dan M4 (Sunarjanto, 2008). Lapisan yang terdapat pada TAL Selatan meliputi Lapisan Tanah penutup, Lapisan Batubara A1, Lapisan *Interburden* A1 – A2, Lapisan Batubara A2, Lapisan *Interburden* A2 – B1, Lapisan Batubara B1, Lapisan *Interburden* B1 – B2, Lapisan Batubara B2, Lapisan *Interburden* B2 - C, Lapisan Batubara C.

Rock Mass Rating (RMR)

Berdasarkan pernyataan Bieniawski (1987), RMR merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas masa batuan yang diklarifikasikan berdasarkan 6 parameter yaitu: kuat tekan batuan utuh (UCS), *rock quality designation* (RQD), spasi diskontinuitas, kondisi diskontinuitas, kondisi air tanah dan arah penyesuaian diskontinuitas. RMR terkoreksi didapatkan dengan menjumlahkan RMR dasar dari enam parameter dengan bobot penyesuaian arah diskontinuitas.

Rock Mass Rating (RMR)

Menurut Romana (1985), SMR merupakan cara untuk menghitung kualitas massa batuan pada lereng. Parameter yang digunakan untuk nilai SMR yaitu RMR dan orientasi diskontinuitas perhitungan digunakan Persamaan 1.

$$SMR = RMR_{\text{dasar}} + (F1 \times F2 \times F3) + F4 \quad (1)$$

Keterangan :

F1 = kesejajaran antara kekar dan jurus lereng ($\alpha_j - \alpha_s$)

F2 = sudut kemiringan pada keruntuhan bidang (β_j)

F3 = hubungan muka lereng dan kemiringan kekar ($\beta_j - \beta_s$)

F4 = metode penggalian

Setelah mendapatkan nilai bobot dari masing-masing parameter, maka dijumlahkan kembali berdasarkan klasifikasi Romana (1985), sebagaimana diilustrasikan pada Table 1.

Tabel 1. Kelas massa batuan SMR

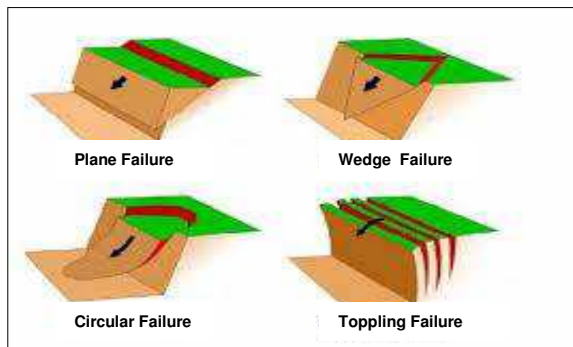
Profil	Deskripsi				
No kelas	V	IV	III	II	I
Rating	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
Kelas	Sangat Buruk	Buruk	Normal	Baik	Sangat Baik
Longsoran	Sangat Tidak Stabil	Tidak Stabil	Stabil Sebagian	Stabil	Sangat Stabil
Penyangga	Planar besar/seperti tanah	Planar/Baji Besar	Beberapa kekar/Banyak Baji	Beberapa Blok	Tidak ada

Analisis Kinematik

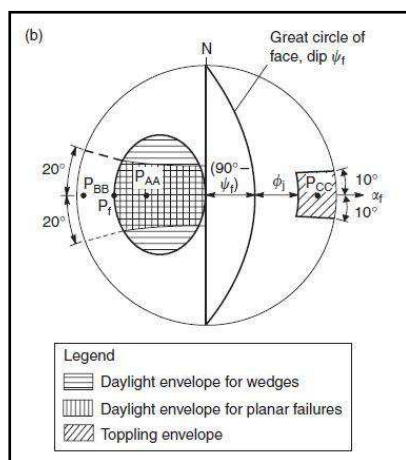
Wyllie dan Mah (2004), mengilustrasikan penggunaan analisis kinematik untuk lereng, dimana 2 bidang kekar dapat membentuk longsoran baji. Berikut jenis-jenis longsoran (Gambar 2 dan Gambar 3) :

1. Longsoran Busur (*Circular Failure*): terjadi pada batuan yang lunak atau bersifat tanah.
2. Longsoran Bidang (*Plane Failure*): longsoran ini memerlukan permukaan bebas pada kedua tepi bidang gesernya.
3. Longsoran Baji (*Wedge Failure*) Longsoran ini terjadi pada batuan yang mempunyai lebih dari satu bidang lemah.
4. Longsoran Guling (*Toppling Failure*): terjadi pada batuan dengan perlapisan terjal dan keras,

serta kemiringan bidang lemahnya berlawanan dengan kemiringan lereng.



Gambar 2. Kriteria longsoran (Hoek & Bray, 1981)



Gambar 3. Daylight envelope pada equal net stereonet (Wyllie & Mah, 2004)

Kestabilan Lereng

Lereng merupakan bagian dari permukaan bumi yang berbentuk miring (Wyllie & Mah, 2004). Sedangkan kemantapan lereng didefinisikan sebagai suatu keadaan yang stabil/mantap terhadap suatu bentuk dan dimensi dari lereng.

Faktor Keamanan

Kestabilan lereng (*slope stability*), memerlukan perhitungan faktor keamanan (*safety factor*) lereng pada Tabel 2. Secara teoritis merupakan perbandingan kekuatan geser material (*shear strength*) terhadap kekuatan geser yang bekerja, sehingga menyebabkan kelongsoran karena gaya beratnya (Hoek & Bray, 1991). Perhitungan faktor keamanan dapat digunakan Persamaan 2.

$$FK = \frac{\text{Gaya yang menahan}}{\text{Gaya yang mendorong}} \quad (2)$$

Tabel 2. Hubungan Nilai FK dan Kemungkinan Kelongsoran Lereng

Nilai FK	Kemungkinan Longsor
$FK < 1,07$	Kelongsoran biasa terjadi
$1,07 < FK < 1,25$	Kelongsoran pernah terjadi
$FK > 1,25$	Kelongsoran jarang terjadi

2. Metode Penelitian

Objek Penelitian

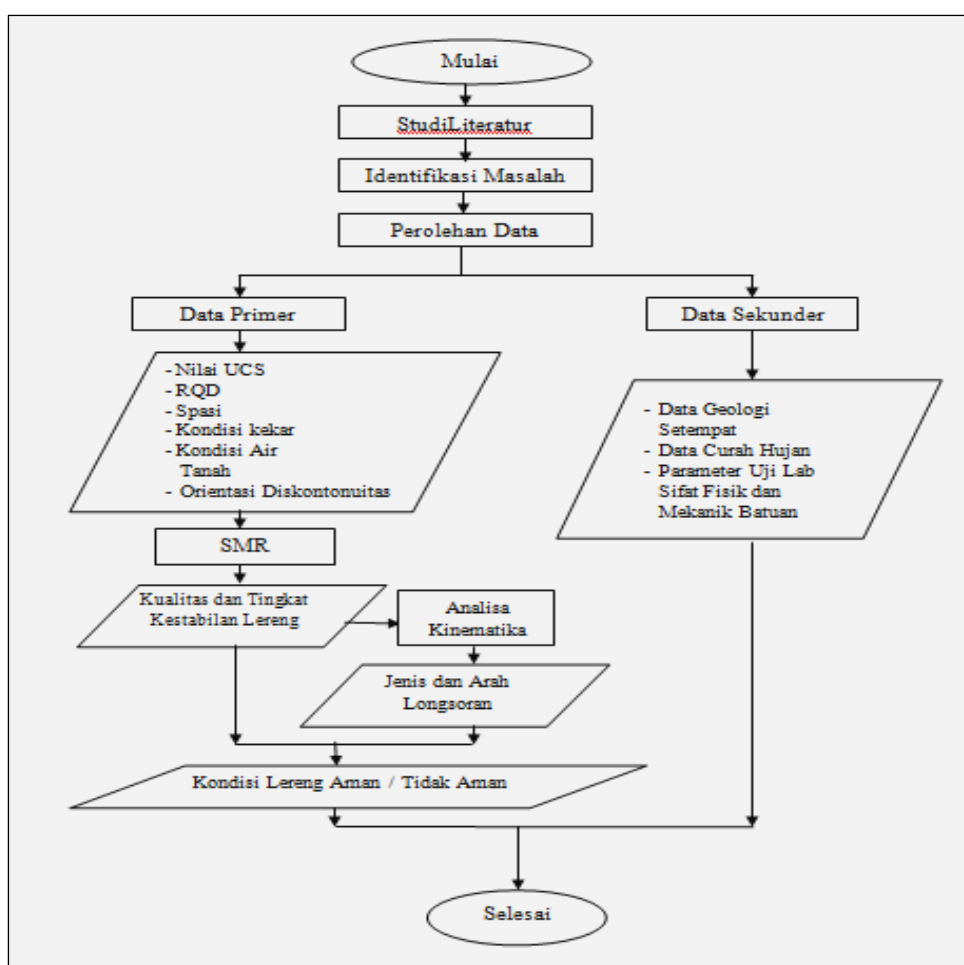
Beberapa objek penelitian dalam analisis Kestabilan lereng menggunakan Metode *Slope Mass Rating* (SMR) dan *Software Geoslope/W 2007* yaitu teknik pengolahan data baik itu data primer maupun data sekunder yang dilakukan adalah melakukan pengamatan lapangan terhadap kualitas massa batuan (RQD), spasi bidang diskontinuitas, kondisi air tanah, orientasi diskontinuitas dan kondisi kekar (panjang kekar, bukaan kekar, kekerasan, pengisi kekar dan pelapukan), selain itu melakukan pengujian kuat tekan sampel batuan dengan mesin *point load test*.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan persiapan merupakan tahap awal dari proses pelaksanaan suatu penelitian. Tahap persiapan diantaranya kegiatan observasi meliputi pengamatan secara langsung kondisi di lapangan melalui pengumpulan data primer, data sekunder, pengolahan data dan pembahasan, studi literatur, dengan mengumpulkan sumber referensi terkait mengenai kestabilan lereng diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

Tahap pengambilan data pada tahap ini dilakukan pengambilan dan pengumpulan data baik di lapangan maupun di lokasi kantor. Data yang diambil berupa data primer merupakan data perhitungan dari hasil pengujian dan pengamatan lapangan. Data sekunder adalah data penunjang yang berhubungan dalam penelitian ini, buku-buku atau jurnal yang berkaitan dengan penelitian data geologi daerah penelitian, data curah hujan dan data uji laboratorium parameter sifat fisik dan mekanik batuan. Teknik pengolahan data yang dilakukan adalah :

1. Karakteristik massa batuan, didapatkan dari pembobotan setiap data-data yang sudah diambil mengenai diskontinuitas batuan (PL, RQD, spasi diskontinuitas, panjang kekar, rongga, kekasaran, pengisi dan pelapukan) mengacu pada tabel yang sudah diberikan.
2. Nilai RMR_{dasar} , didapatkan dari jumlah pembobotan setiap nilai diskontinuitas yang terdiri dari 5 parameter yang tidak memasukkan parameter orientasi kekar dalam perhitungannya.
3. Nilai SMR, didapatkan dari nilai RMR yang dikoreksi oleh faktor-faktor penyesuaian yang tergantung kepada arah relatif kekar dan lereng.
4. Analisis stereografi, didapatkan dengan memasukkan nilai *strike* dan *dip* setiap kekar ke dalam Program *Dips*. Dari analisis ini dapat disimpulkan jenis dan arah runtutan berdasarkan hasil plot data pada program tersebut.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan *Rock Mass Rating* dasar (RMR_{dasar})

Proses pengukuran parameter RMR_{dasar} lapangan dilakukan dengan menggunakan metode rentang tali (*scanline*) pada setiap lereng. Nilai yang didapatkan dari uji kuat beban titik (*point load test*) ini adalah 0,64 – 4,72, untuk nilai RQD yang didapatkan pada kesembilan *scanline* sangat baik dengan nilai >100 dan pembobotan 20. Parameter selanjutnya adalah spasi diskontinuitas dimana untuk *Scanline* I – VI memiliki spasi lebar dan *Scanline* VII – IX memiliki spasi sangat lebar.

Pada Tabel 3 merupakan pembobotan dari hasil yang didapatkan pada tiap parameter untuk RMR_{dasar} . RMR_{dasar} yang tinggi dilihat pada *Scanline* VIII dan *Scanline* IX sebesar 84 dan RMR_{dasar} terkecil pada *Scanline* VI sebesar 69, selanjutnya bobot total dari nilai RMR_{dasar} yang diperoleh dari kelima parameter pada setiap *scanline* digunakan sebagai salah satu parameter yang diperlukan untuk memenuhi perhitungan SMR.

Tabel 3. Rekapitulasi bobot RMR_{dasar}

No	Parameter RMR_{dasar}					Bobot Total
	A1	A2	A3	A4	A5	
Bobot SC I	12	20	15	13	15	75
Bobot SC II	0	20	15	15	15	65
Bobot SC III	0	20	15	29	15	79
Bobot SC IV	7	20	15	15	15	72
Bobot SC V	0	20	15	29	15	79
Bobot SC VI	4	20	15	15	15	69
Bobot SC VII	0	20	20	29	15	84
Bobot SC VIII	7	20	20	15	15	77
Bobot SC IX	0	20	20	29	15	84

Kualitas Massa Batuan dan Tingkat Kestabilan Lereng menggunakan *Slope Mass Rating* (SMR)

Kualitas massa batuan didapatkan dari total bobot nilai RMR_{dasar} dan orientasi diskontinuitas. Nilai dari orientasi diskontinuitas ini diambil pada *scanline* di setiap lereng yaitu berupa pengambilan data jurus kekar, kemiringan kekar, arah kemiringan lereng, jurus lereng, kemiringan

lereng dan arah kemiringan lereng. Adapun rekapitulasi data orientasi diskontinuitas untuk perhitungan nilai SMR pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi data orientasi diskontinuitas

Scanline	Dip Kekar (β_j)	Dip Direction Kekar (α_j)	Dip Lereng (β_s)	Dip Direction Lereng (α_s)
SC I	74,22	115,36	70	0
SC II	24	261	43	50
SC III	59,89	47,51	50	42
SC IV	59,62	48,6	50	43
SC V	59,89	47,51	50	42
SC VI	59,89	47,92	40	32
SC VII	58,13	52,18	48	45
SC VIII	58,29	52	49	50
SC IX	58,13	52,18	48	45

Data Tabel 5 merupakan hasil kualitas SMR masa batuan, maka diperlukan data orientasi kekar untuk mendapatkan nilai F1, F2, F3 dan F4. Berdasarkan hasil pengklasifikasian tingkat kestabilan lereng pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa dari 9 *scanline* yang dianalisis dengan menggunakan metode SMR 2 diantaranya memiliki kondisi yang sangat stabil yaitu *Scanline* VII dan IX. Namun 7 *Scanline* lainnya memiliki kondisi yang stabil dimana terdapat kemungkinan untuk terjadinya keruntuhan/longsoran di beberapa blok saja pada *Scanline* I, II, III, IV, V, VI dan VIII. Hal ini perlu dilakukan analisis lebih mendetail lagi dengan menggunakan analisis kinematika agar dapat diketahui jenis dan arah keruntuhan/longsoran pada 7 *scanline* tersebut.

Tabel 5. Rekapitulasi data kualitas dan kestabilan massa batuan

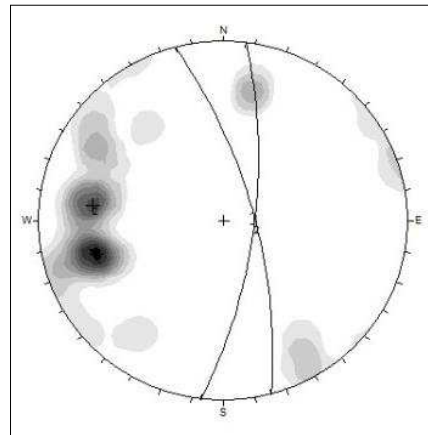
Sc	Nilai SMR	Kelas SMR	Kualitas	Tingkat Kestabilan	Runtuhan
I	74,1	II	Baik	Stabil	Beberapa Blok
II	61,4	II	Baik	Stabil	Beberapa Blok
III	73,9	II	Baik	Stabil	Beberapa Blok
IV	68,9	II	Baik	Stabil	Beberapa Blok
V	74,9	II	Baik	Stabil	Beberapa Blok
VI	69,7	II	Baik	Stabil	Beberapa Blok
VII	84,8	I	Sangat Baik	Sangat Stabil	Tidak Ada
VIII	71	II	Baik	Stabil	Beberapa Blok
IX	84,8	I	Sangat Baik	Sangat Stabil	Tidak Ada

Analisis Kinematika

Berikut adalah pengeplotan kedudukan set diskontinuitas pada diagram stereografis setiap *scanline*.

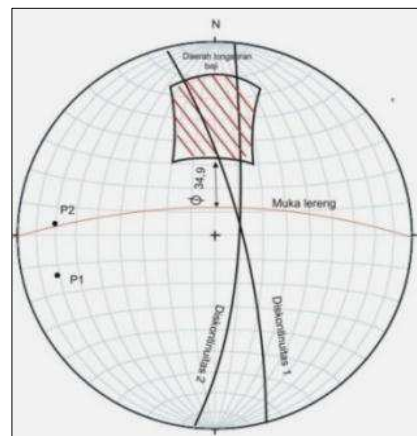
1. *Scanline* I: berdasarkan pengamatan dan

pengukuran, didapatkan kedudukan lereng N 270° E, 70°, panjang lereng 50 m dan ketinggian lereng 10 m. Analisa gaya dinamika dari proses pengelompokan diskontinuitas dengan bantuan Stereonet dan *Dips*, didapatkan kedudukan dari masing-masing set diskontinuitas adalah seperti pada Gambar 5.



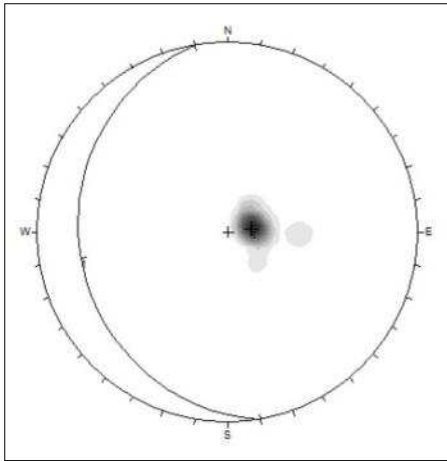
Gambar 5. Interpretasi set diskontinuitas *Scanline* I

Berdasarkan pola kinematikanya (Gambar 6) menunjukkan adanya model runturan baji karena terdapat dua bidang diskontinuitas yang saling berpotongan. Namun, sudut dari bidang lereng lebih kecil dibanding sudut diskontinuitas. Hal ini dapat dikatakan bahwa meskipun pola tersebut terlihat seperti longsoran baji akan tetapi longsoran baji tersebut tidak mungkin terjadi. Longsoran baji bisa terjadi jika sudut lereng lebih besar dari bidang diskontinuitas dan plotan kutub dari salah satu diskontinuitas tersebut berada di area *daylight*.



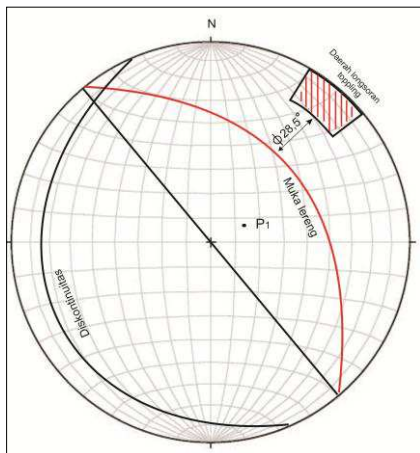
Gambar 6. Analisis kinematika pada *Scanline* I

2. *Scanline* II: Berdasarkan pengamatan dan pengukuran, didapatkan data kedudukan lereng N 320° E, 43°, panjang lereng 70 m dan ketinggian lereng 7 m. Analisa gaya dinamika dari proses pengelompokan diskontinuitas dengan bantuan Stereonet dan *Dips*, didapatkan kedudukan dari set diskontinuitas dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Interpretasi set diskontinuitas *Scanline II*

Berdasarkan pola set diskontinuitas menunjukkan adanya model runtuh guling karena arah diskontinuitas tidak searah dengan arah muka lereng atau saling berlawanan. Hal ini dapat dikatakan bahwa meskipun pola tersebut terlihat seperti longsoran guling akan tetapi longsoran guling tersebut tidak mungkin terjadi. Longsoran guling bisa terjadi jika plotan kutub dari salah satu diskontinuitas tersebut berada di area *daylight*.



Gambar 8. Analisis kinematika pada *Scanline II*

Begitu seterusnya dilakukan analisis kinematika mulai dari *Scanline I* hingga *Scanline IX*. Hasil keseluruhan dari analisis kinematika ini adalah *Scanline I, II, VI, VIII, VIII dan IX* tidak memiliki potensi untuk mengalami longsoran, sedangkan untuk *Scanline III, IV, dan V* memiliki potensi arah longsoran berupa longsoran bidang.

Analisis Kestabilan Lereng Tunggal

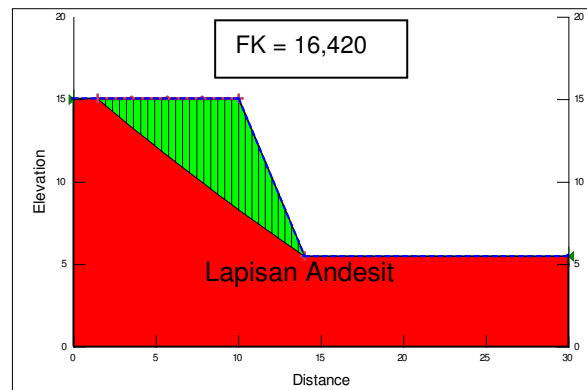
Analisa lereng tunggal ini bertujuan untuk mengetahui faktor keamanan lereng secara khusus dengan tinggi dan sudut lereng yang berbeda, data parameter sifat fisik ditunjukkan pada Tabel 4. Penginputan parameter tersebut dilakukan pada tiap lapisan batuan. Berikut ini

adalah salah satu tampilan dari analisis perhitungan nilai Faktor Keamanan lereng tunggal menggunakan Metode Morgenstern Price pada *Software Geoslope/W 2007* (Gambar 9).

Tabel 4. Rekapitulasi parameter sifat fisik dan mekanik batuan

Lapisan Batuan	Parameter Kestabilan Lereng		
	Lab. Test		
	Densitas (γ_w) kN/m ³	Kohesi (C) kPa	Sudut Geser Dalam (ϕ) Deg
Andesit	24,3	650,4	34,9
OB A1	21,5	65,6	28,5
Coal A1	12,4	276,9	29,1
IB A1-A2	20,7	185,2	29,5
Coal A2	12,4	276,9	29,1
IB A2-B1	22,5	161,1	28,7
Coal B1	12,4	276,9	29,1
IB B1-B2	22,1	257,1	29,1
Coal B2	12,4	276,9	29,1
IB B2-C	22,7	345,3	30,4
Coal C	12,4	276,9	29,1
Lower C	21,6	265,9	28,5

Scanline I (Lereng Andesit) pada Gambar 9 didapatkan nilai faktor keamanan pada *scanline I* sebesar 16,420 dengan tinggi lereng 10 m, lebar lereng 3,6 m dan sudut lereng 70°. Nilai FK yang didapatkan diperoleh dengan memasukkan parameter densitas 24,3 kN/m³, kohesi 650,4 kPa dan sudut geser dalam 34,9°.



Gambar 9. Analisa perhitungan FK *Scanline I* pada Lereng Andesit

Berdasarkan analisa kestabilan lereng tunggal diatas, maka rekapitulasi nilai FK dan geometri lereng dapat dilihat pada Tabel 7. Dari hasil rekapitulasi keadaan sebenarnya pada kondisi dilapangan (kondisi aktual), nilai FK yang diperoleh dari setiap *scanline* berada pada kondisi aman berkisar antara 3,254 sampai 44,737. Nilai tersebut masih diatas 1,25, maka kondisi lereng dinyatakan aman/stabil.

Tabel 7. Rekapitulasi nilai FK dan geometri lereng tiap *scanline*

Scanline	Tinggi Lereng (m)	Lebar Lereng (m)	Sudut Lereng (°)	Nilai FK
I	10	3,6	70	16,420
II	7	7,5	43	3,254
III	4	3,5	50	12,325
IV	4	3,5	50	12,325
V	4	3,5	50	12,325
VI	12	14	40	4,431
VII	4	3,6	48	44,737
VIII	4	3,5	49	25,244
IX	4	3,6	48	44,737

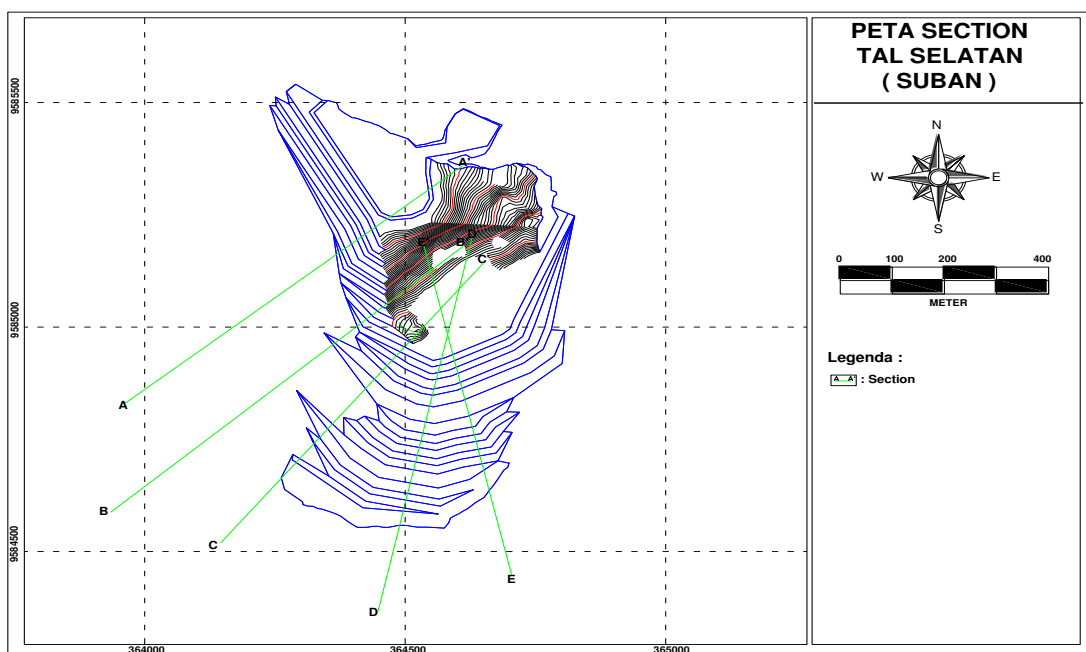
Analisis Kestabilan Lereng Keseluruhan

Perhitungan nilai FK pada lereng keseluruhan terbagi menjadi 5 bagian penampang yaitu *section A-A'*, *section B-B'*, *section C-C'*, *section D-D'* dan *section E-E'* (Gambar 10). Perhitungan nilai Faktor Keamanan (FK) setiap penampang sebagai berikut :

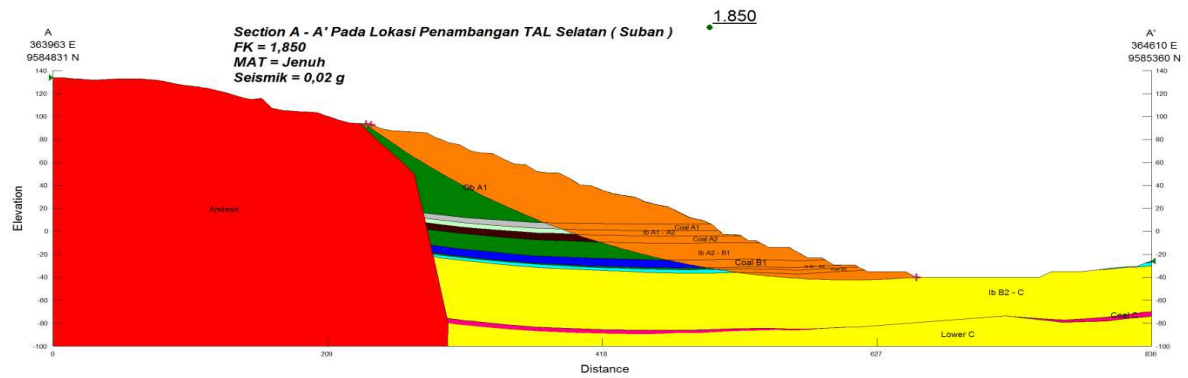
- Section A-A'*: pada lereng keseluruhan penampang A-A', dimana tinggi lereng keseluruhan berada pada elevasi 94 meter di atas permukaan laut (mdpl) dan terendah pada elevasi -40 mdpl dengan sudut kemiringan lereng keseluruhan 17° dan lebar jenjang 16-6 m, maka dari hasil perhitungan dengan menggunakan *Software Geoslope/W 2007*, nilai Faktor Keamanan yang diperoleh pada lereng keseluruhan penampang A-A' adalah 1.85 (Gambar 11).
- Section B-B'*: pada lereng keseluruhan penampang B-B', dimana tinggi lereng keseluruhan berada pada elevasi 131 mdpl dan terendah pada elevasi -1 mdpl dengan

sudut kemiringan lereng keseluruhan 15° dan lebar jenjang 27-8 m, nilai Faktor Keamanan yang diperoleh pada lereng keseluruhan penampang B-B' adalah 2,44 (Gambar 12).

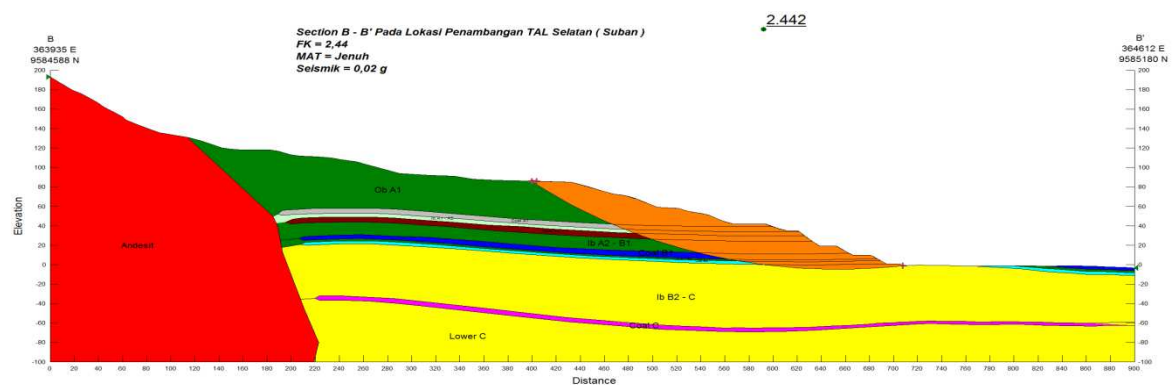
- Section C-C'*: pada lereng keseluruhan penampang C-C', dimana tinggi lereng keseluruhan berada pada elevasi 119 mdpl dan terendah pada elevasi 16 mdpl dengan sudut kemiringan lereng keseluruhan 13° dan lebar jenjang 25-6 m, nilai Faktor Keamanan yang diperoleh pada lereng keseluruhan penampang C-C' adalah 2,849 (Gambar 13).
- Section D-D'*: pada lereng keseluruhan penampang D-D', dimana tinggi lereng keseluruhan berada pada elevasi 119 mdpl dan terendah pada elevasi 19 mdpl, dengan sudut kemiringan lereng keseluruhan 17° dan lebar jenjang 30-16 m. Ditambah dengan adanya beban alat muat berupa HD 785 = 533 kPa yang berada pada elevasi 92 mdpl, nilai Faktor Keamanan yang diperoleh pada lereng keseluruhan penampang D-D' adalah 4,097 (Gambar 14)
- Section E-E'*: pada lereng keseluruhan penampang E-E', dimana tinggi lereng keseluruhan berada pada elevasi 110 mdpl dan terendah pada elevasi 19 mdpl, dengan sudut kemiringan lereng keseluruhan 12° dan lebar jenjang 26-15 m. Ditambah dengan adanya beban alat muat berupa HD 785 = 533 kPa yang berada pada elevasi 85 mdpl, nilai Faktor Keamanan yang diperoleh pada lereng keseluruhan penampang E-E' adalah 3,096 (Gambar 15).



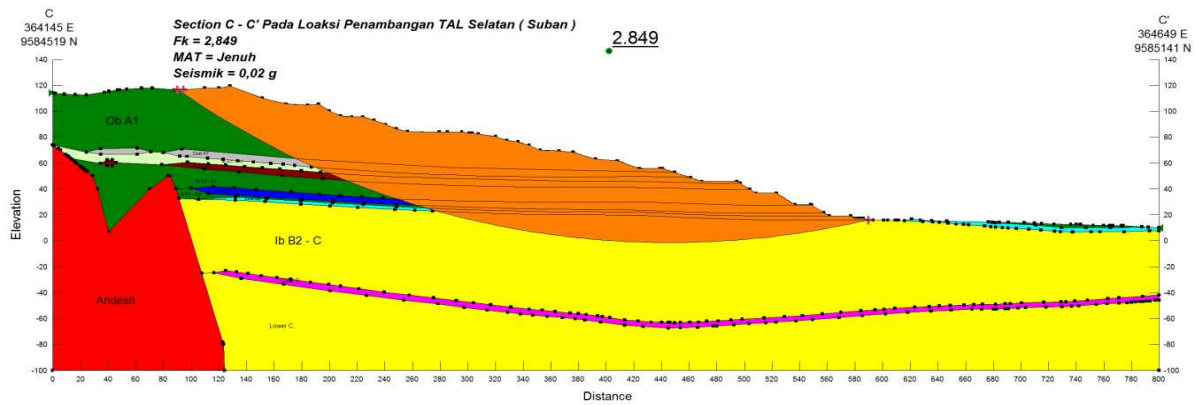
Gambar 10. Peta pembagian penampang TAL Selatan Suban



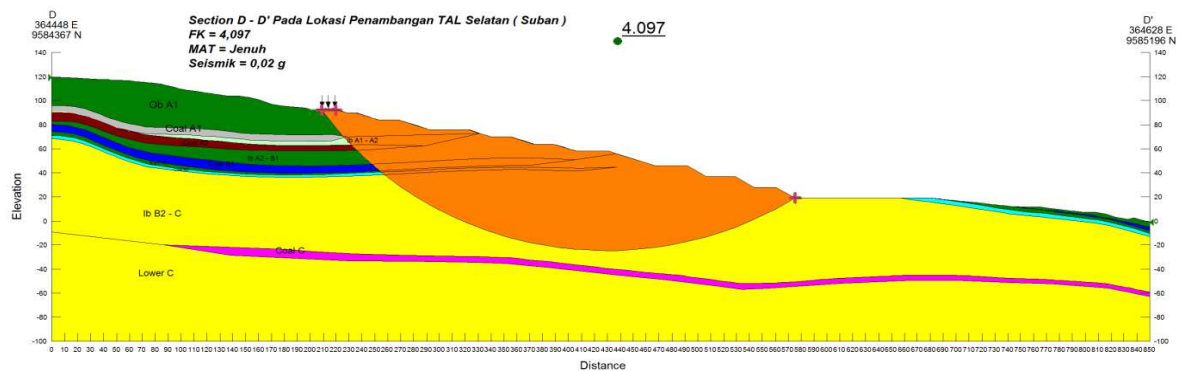
Gambar 11. Analisis lereng keseluruhan (*overall slope*) Section A-A'



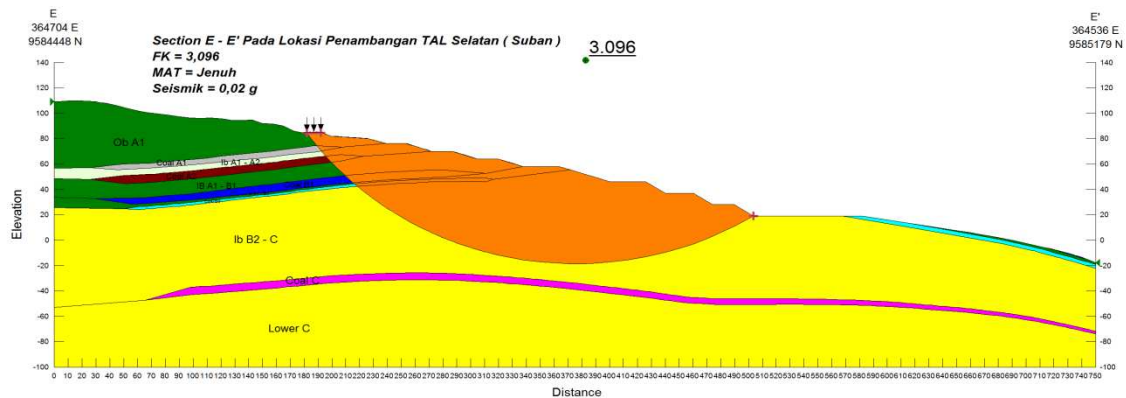
Gambar 12. Analisis lereng keseluruhan (*overall slope*) Section B-B'



Gambar 13. Analisis Lereng Keseluruhan (*overall slope*) Section C-C'



Gambar 14. Analisis lereng keseluruhan (*overall slope*) Section D-D'



Gambar 15. Analisis lereng keseluruhan (*overall slope*) Section E-E'

Berdasarkan pada analisa kestabilan lereng keseluruhan pada *section A-A'*, *B-B'*, *C-C'*, *D-D'* dan *E-E'*, nilai FK yang diperoleh dari keseluruhan lereng mulai dari 1,85 sampai dengan 4,09. Nilai tersebut termasuk dalam kategori kondisi lereng yang aman dikarenakan masih berada $>1,25$ seperti yang digunakan sebagai acuan di PTBA.

(kondisi aktual) didapatkan nilai FK mulai dari 3,254 sampai 44,737. Sedangkan lereng keseluruhan (*overall slope*) dihitung dengan menggunakan 5 buah penampang *A-A'*, *B-B'*, *C-C'*, *D-D'* dan *E-E'* didapat nilai FK mulai dari 1,85 hingga 4,09. Dengan ini disimpulkan bahwa keseluruhan lereng yang ada pada lokasi Suban berada pada kondisi yang aman.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kualitas massa batuan dan tingkat kestabilan lereng di PTBA pada lokasi TAL Selatan (Suban) berdasarkan klasifikasi *Slope Mass Rating* (SMR) untuk *Scanline VII* dan *IX* memiliki bobot SMR sebesar 84,5 yang berada pada kelas I dengan kualitas massa batuan sangat baik dan kondisi lereng sangat stabil. Sedangkan *Scanline I*, *II*, *III*, *IV*, *V*, *VI* dan *VIII* memiliki bobot SMR mulai dari 61,4-74,9 yang berada pada kelas II dengan kualitas massa batuan baik dan kondisi lereng stabil.
2. Berdasarkan analisa kinematika yang bertujuan untuk mendapatkan jenis dan arah longsoran, *Scanline I* memiliki kemungkinan keruntuhan baji, *Scanline II* memiliki kemungkinan keruntuhan *toppling*, *Scanline III*, *IV*, *V*, *VI* dan *VIII* memiliki kemungkinan keruntuhan/longsoran bidang, namun setelah dilakukan analisis kinematika, *Scanline III*, *IV* dan *V* memiliki potensi keruntuhan bidang. Adapun arah longsoran pada *Scanline III* adalah $N 49^{\circ} E$, *Scanline IV* adalah $N 50^{\circ} E$, *Scanline V* adalah $N 48^{\circ} E$. Sedangkan untuk *Scanline I*, *II*, *VI*, *VII*, *VIII* dan *IX* tidak memungkinkan terjadi keruntuhan/longsoran.
3. Nilai Faktor Keamanan (FK) pada lokasi TAL Selatan (Suban) berdasarkan Metode *Morgenstern Price* dengan *Software Geoslope/W 2007* yaitu lereng tunggal (*single slope*) dihitung pada keadaan sebenarnya

Daftar Pustaka

- Bieniawski, T. Z., 1973, *Engineering Classification of Jointed Rock Masses*, Trans S. Afr. Inst. Civ. Engrs.
- Bieniawski, T. Z., 1976, *Rock Mass Classification in Rock Engineering*, Proc. Symp. on Exploration, Johannesburg.
- Bieniawski, Z.T., 1989, *Engineering Rock Mass Classifications*, New York: Wiley
- Bowles, E. J., 1989, *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*, PT. Erlangga, Jakarta.
- Hoek, E., dan Bray, J.W., 1981, *Rock Slope Engineering*, 3rd Edition, IMM, London.
- Hoek, E. dan Brown, E.T., 1981, *Underground Excavations in Rock*. London : The Institute of Mining and Metallurgy
- Hoek, E., Brown, E.T., dan Bawden, W.F., 1995 *Support of Underground Excavations in Hard Rock*. Rotterdam, Balkema.
- Sunarjanto, 2008, *Stratigrafi Tambang Air Laya Tanjung Enim*, Satuan Kerja Geologi Bukit Asam, Tanjung Enim.
- Romana, 1985, *New Adjustment ratings for application of Bienawski classification to slopes*. In International Symposium on the Role of Rock Mechanics. Zacatecas, Mexico.
- Wyllie, D. C. dan Mah, C. W., 2004, *Rock Slope Engineering-Civil and mining*. Based on the third edition by E. Hoek dan J. Bray. London : Spon Press, Taylor dan Francis Group.