

## **Analisis Stabilitas Lereng untuk Mendukung Kegiatan Penambangan Batubara di Sektor X PT. Asmin Bara Bronang Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah**

Slope Stability Analisis for Support Activities in the Coal Mining Sector X PT. Asmin Bara Bronang, Central Kapuas, Kapuas, Central Kalimantan

<sup>1</sup>Jismon Tri Hadi, <sup>2</sup>Yuliadi, <sup>3</sup>A. Machali Muchsin

<sup>1,2,3</sup>Tenik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

email: <sup>1</sup>jismontri@gmail.com, <sup>2</sup>yuliadi\_ms@yahoo.com, <sup>3</sup>machali\_a@yahoo.com

**Abstract.** System open pit mine with open pit method requires the work of making a slope (bench). Therefore, the issue of the stability of a slope will not escape from open pit mining system. Modeling and analysis of slope stability in Sector X PT. Asmin Bara Bronang using limit equilibrium methods with the support of software *RockLab* and *Slide v.6.0*. Geotechnical mapping is done on the west side of Sector X is done with the installation of 2 scanline order to know the class of the rock mass. From the results of the mapping results obtained. Scanline 1 alone 60meter at Sandstone rock with RMR value of 55 and GSI 55 that can be classified at *fair rock*. Scanline 2 along 55 meters at Claystone rock with RMR value of 48 and GSI 48 that can be classified at *fair rock*. Based on the analysis conducted with reference to  $FK > 1.25$  seismicity factor of 0.03, and the condition groundwater saturated, gained value on the safety factor is generated for the entire slope geometry (overall slope) Section A' - A, the angle ( $\alpha$ ) = 20°, the maximum height (H) = 87 m, elevation +15 m, with  $FK = 1.257$ , Section B' - B, the angle ( $\alpha$ ) = 27°, the maximum height (H) = 107 m, elevation - 30 m, with  $FK = 1.262$ , Section C - C', angle ( $\alpha$ ) = 25°, the maximum height (H) = 155 m, elevation -50, with  $FK = 1.267$ , while for disposal recommendations for the design sector X angle 40° and a height of 30 meters.

**Keywords:** Bench, Slope, Safetyfactor

**Abstract.** Sistem tambang terbuka dengan metode open pit mengharuskan pekerjaan pembuatan lereng (*bench*). Oleh karena itu, masalah kestabilan suatu lereng tidak akan lepas dari sistem penambangan terbuka. Pemodelan dan analisis kestabilan lereng di Sektor X PT. Asmin Bara Bronang menggunakan metode kesetimbangan batas dengan dukungan dari perangkat lunak (*Program*) *RockLab* dan *Slide v.6.0* dalam menentukan nilai Faktor Keamanan yang masuk dalam rekomendasi nilai batas aman. Pemetaan Geoteknik yang dilakukan pada sisi barat Sector X dilakukan dengan pemasangan 2 scanline untuk bisa mengetahui kelas massa batuan. Dari hasil pemetaan didapat hasil. Scanline 1 sepanjang 60 meter pada batuan Sandstone dengan nilai *RMR* 55 dan *GSI* 55 sehingga bisa digolongkan pada *fair rock*. Scanline 2 sepanjang 55 meter pada batuan Claystone dengan nilai *RMR* 48 dan *GSI* 48 sehingga bisa digolongkan pada *fair rock*. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan acuan  $FK \geq 1,25$  faktor kegempaan sebesar 0,03, dan kondisi MAT (Muka Air Tanah) jenuh, didapat nilai rekomendasi faktor keamanan yang dihasilkan untuk geometri lereng keseluruhan (*overall slope*) Section A' - A, Sudut ( $\alpha$ )=20°, tinggi maksimum (H)=87 m, elevasi +15 m, dengan  $FK = 1,257$ , Section B' - B, Sudut ( $\alpha$ )=27°, tinggi maksimum (H)=107 m, elevasi - 30 m, dengan  $FK = 1.262$ , Section C - C', Sudut ( $\alpha$ )=25°, tinggi maksimum (H)=155 m, elevasi -50 m, dengan  $FK = 1,267$ , sedangkan untuk rekomendasi untuk desain disposal sektor X dengan sudut 40° dan tinggi 30 meter.

**Kata Kunci:** Bench, Lereng, Faktor Keamanan

### A. Pendahuluan

#### Latar Belakang

Studi geoteknik diperlukan dalam suatu desain penambangan untuk penentuan dimensi lereng agar proses penambangan berlangsung dalam kondisi aman sampai batas akhir penambangan. Dalam hal ini, PT. Asmin Bara Bronang bermaksud membuka tambang sampai elevasi -50 mdpl untuk mengeksplorasi batubara di Sektor X, untuk itu dilakukan studi geoteknik agar diperoleh desain stabilitas lereng dengan  $FK \geq 1.25$ . Saat ini di Sektor X PT. Asmin Bara Bronang telah mulai melakukan penambangan tapi

dalam pelaksanaannya terdapat keraguan terhadap rekomendasi desain lereng yang telah diberikan, sehingga diperlukan rekomendasi lereng yang lebih optimal

### Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan kestabilan lereng Sektor X di PT. Asmin Bara Bronang.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

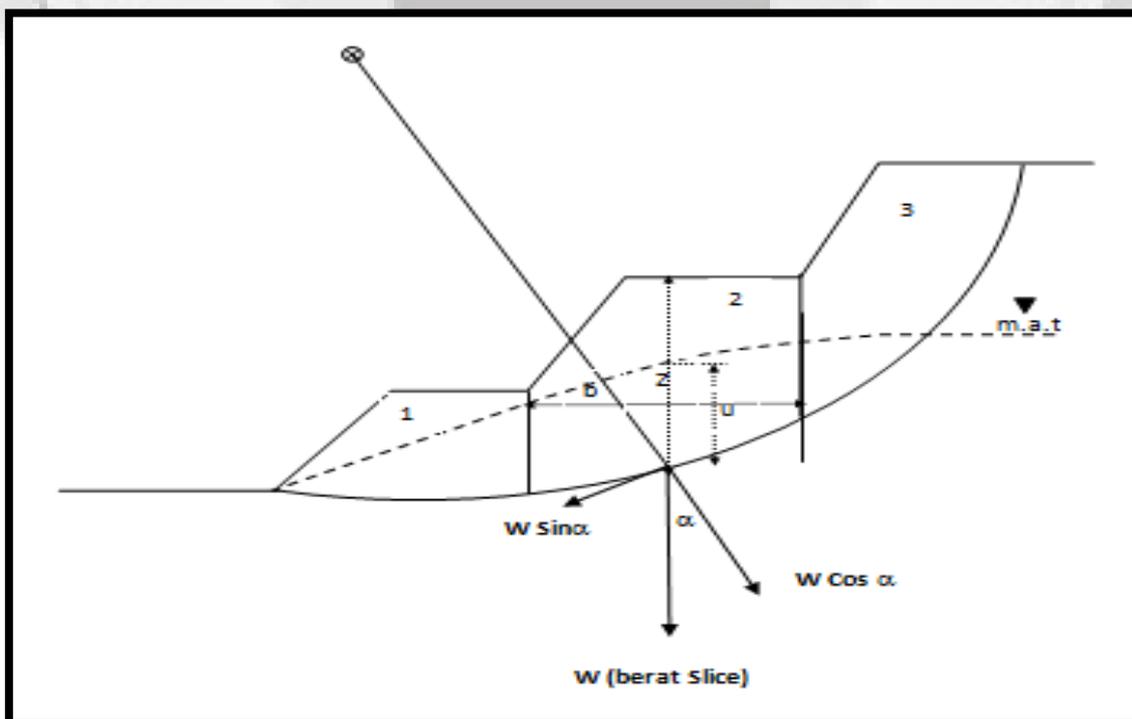
1. Untuk mengetahui klasifikasi massa batuan dengan cara melakukan pemetaan geoteknik permukaan dengan metode *Rock Mass Rating (RMR)*
2. Mengetahui parameter analisa stabilitas lereng yang meliputi kohesi (C), dan sudut geser dalam ( $\Phi$ ) berdasarkan hasil kombinasi antara pemetaan lapangan (*rock mass*) dan hasil pengujian laboratorium (*intack rock*)
3. Mengetahui kemiringan dan tinggi lereng bukaan tambang yang optimal pada Sektor X PT. Asmin Bara Bronang.
4. Mengetahui dimensi (tinggi dan kemiringan) dari rancangan disposal.

### B. Landasan Teori

Stabilitas dari lereng tambang merupakan suatu desain yang aman dari geometri lereng yang aman bila dilakukan penggalian. Stabilitas lereng tambang dikontrol oleh kondisi geologi daerah setempat, bentuk keseluruhan lereng pada daerah tersebut, kondisi air tanah setempat, dan juga oleh teknik penggalian yang digunakan dalam pembuatan lereng.

### Metode Analisis Stabilitas Lereng

Perhitungan stabilitas lereng pada penelitian dengan metode ini pada prinsipnya adalah menghitung besarnya kekuatan geser yang tersedia untuk menahan longsoran (*failure*) dibandingkan dengan besarnya tegangan geser yang bekerja sepanjang bidang longsor.



**Gambar 1.** Analisis Stabilitas Lereng Metode Kestimbangan Batas

$$FK = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum \left[ c \cdot b + W(1 - r_u) \tan \phi \cdot \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \phi \cdot \tan \alpha}{FK}} \right]$$

Dimana:

F = Faktor Keamanan

W = Berat segmen (ton)

$\alpha$  = Sudut yang dibentuk pada bidang gelincir pertemuan antara garis tengah setiap *slice* dengan jari-jari sumbu bidang gelincir ( $^{\circ}$ )

c = Kohesi (ton/m<sup>2</sup>)

b = Lebar *slice* (m)

$r_u$  = Nilai banding tekanan pori (*pore pressure ratio*)

$\phi$  = Sudut Geser Dalam ( $^{\circ}$ ).

### Klasifikasi Longsoran

#### 1. Longsoran Busur (Circular Failure)

Longsoran busur merupakan longsoran yang paling umum terjadi di alam, terutama pada tanah dan batuan yang telah mengalami pelapukan sehingga hampir menyerupai tanah.

#### 2. Longsoran Bidang (*Plane Failure*)

Longsoran bidang merupakan suatu longsoran batuan yang terjadi sepanjang bidang lurus yang dianggap rata, dapat di lihat gambar 2.

Bidang lurus tersebut dapat berupa sesar, rekahan (*joint*) maupun bidang perlapisan batuan.

#### 3. Longsoran Baji (*Wedge Failure*)

Merupakan longsoran yang terjadi pada batuan yang mempunyai lebih dari satu bidang lemah yang saling berpotongan membentuk baji, pada kondisi sederhana longsoran baji terdapat sepanjang garis potong kedua bidang lemah tersebut yang searah dengan kemiringan lereng.

#### 4. Longsoran Guling (*Toppling Failure*)

Longsoran guling terjadi pada lereng terjal untuk batuan yang keras dengan bidang-bidang lemah tegak atau hampir tegak dan arahnya berlawanan dengan arah kemiringan lereng.

### Pemetaan Geoteknik Permukaan

Kegiatan pemetaan permukaan dalam geoteknik merupakan kegiatan untuk dijadikan faktor koreksi terhadap nilai kekuatan sifat fisik dan mekanik batuan hasil pengujian coring bor (*intact rock*).

#### 1. Klasifikasi Massa Batuan dengan Sistem RMR

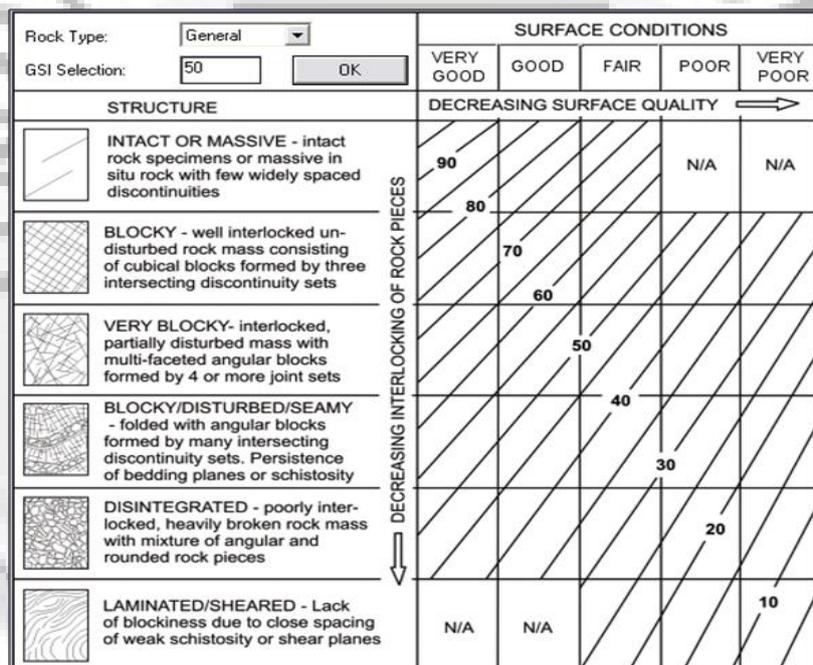
Sistem RMR adalah sistem pengelompokan kualitas massa batuan dengan cara memberi bobot atau rating pada parameter-parameter dasar batuan yang diamati Terdapat 5 (lima) parameter utama yang harus dikumpulkan untuk mendukung klasifikasi sistem RMR, seperti pada Tabel 1.

#### 2. Geological Strength Index (GSI)

Geological Strength Index (GSI) bertujuan untuk memperkirakan kekuatan suatu massa batuan yang disebabkan oleh kondisi geologi yang berbeda yang bisa menggambarkan kondisi kekuatan massa batuan tersebut, hal ini bisa dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 1.** Parameter RMR

NO.	PARAMETER	RANGE OF VALUE							
		Extremely Strong R6 Value Rating	Very Strong R5 Value Rating	Strong R4 Value Rating	Medium Strong R3 Value Rating	Weak R2 Value Rating	Very Weak R1 Value Rating	Extremely Weak R0 Value Rating	
1	Strength of intact rock	>250 MPa 15	100 - 250 MPa 12	50 - 100 MPa 7	25 - 50 MPa 4	5-25 Mpa 2	1-5 Mpa 1	< 1 Mpa 0	
2	RQD	Excellent Quality E 90% - 100% 20	Good Quality G 75% - 90% 17	Fair Quality F 50% - 75% 13	Poor Quality P 25% - 50% 8	Very Poor Quality VP < 25% 3			
3	Spacing of Discontinuities	Very Wide VW > 2 m 20	Wide W 0.6 - 2 m 15	Moderate M 200 - 600 mm 10	Close C 60 - 200 mm 8	Very Close VC < 60 mm 5			
4	Condition of discontinuities								
	a) Discontinuity length (persistence)	Very Low VL < 1 m 6	Low L 1-3 m 4	Medium M 3-10 m 2	High H 10-20 m 1	Very High VH > 20m 0			
	b) Separation (aperture)	None N 0 mm 6	Very tight joint VT < 0.1 mm 5	Tight joint T 0.1-1.0 mm 4	Moderately Open Joint M 1-5 mm 1	Open Joint O > 5 mm 0			
	c) Roughness	Very Rough VR 6	Rough R 5	Slightly Rough SR 3	Smooth SM 1	Slickensided SL 0			
	d) Infilling (gouge)	None N 6	Hard filling < 5mm H<5 4	Hard filling > 5 mm H>5 2	Soft filling < 5mm S<5 2	Soft filling > 5mm S>5 0			
e) Weathering	Unweathered UW 6	Slightly Weathered SW 5	Moderately Weathered MW 3	Highly weathered HW 1	Decomposed D 0				
5	Ground Water*)	Dry D 15	Slightly Moist SM 10	Occasional seepage OS 7	Frequent seepage FS 4	Abundant seepage AS 0			



**Gambar 2.** Parameter Geological Strenght Index

**C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

**Pemetaan Geoteknik**

$$\begin{aligned}
 A &= 1 + 2 + 3 + 5 & B &= 1 + 2 + 3 + (15) & C &= a + b + c + d + e \\
 &= 4 + 20 + 10 + 10 & &= 4 + 20 + 10 + 15 & &= 2 + 1 + 3 + 2 + 3 \\
 &= 44 & &= 49 & &= 11
 \end{aligned}$$

Klasifikasi RMR dan GSI :

- Basic RMR '89 = A + C = 44 + 11 = 55
- Basic RMR (Dry) '89 = B + C = 49 + 11 = 60
- GSI = Basic RMR (Dry) '89 + (-5) = 44 + (-5) = 55

**Tabel 2. Hasil Pemetaan Geoteknik**

ROCK TYPE			Name of Project : MAPPING RMR-SEKTOR X				
SEDIMEN			Location : ABB				
BENCH			Conducted by : ADI DAN EREN Date : 6 MAI 2016				
SEKTOR X			Checked by : HARIN Date : 6 MAI 2016				
			No. of Photograph : 6 of 1				
PARAMETER	CODE/VALUE	RATING	PARAMETER	CODE/VALUE	RATING	GSI (1)	
1. Strength of intact rock	R3	4	2. RQD	EQ	20		
3. Spacing of Discontinuities	M	10	5. Groundwater Condition	SM	10		
A. RATING (1+2+3+5) =		44	B. RATING(1+2+3) +15 =		49		
4. Condition of Discontinuities							
Joint set							
		SET 1*)		SET 1*)		SET 1*)	
Parameter	CODE/VALUE	RATING	CODE/VALUE	RATING	CODE/VALUE	RATING	CODE/VALUE
a) Length (persistence)	M	2					
b) Separation (aperture)	M	1					
c) Roughness	SR	3					
d) Infilling (gouge)	S-5	2					
e) Weathering	MW	3					
Joint Orientation (DD/D)							
C. RATING (a+b+c+d+e) =		11					
RMR And GSI Calculation							
D. Basic RMR '89 = A+C		55					
E. Basic RMR '89 (Dry)= B-C		60					
F. GSI (2) = E + (-5)		55					
*) SET 1 is joint with the highest fracture frequency							



**Data Hasil Uji Laboratorium Geomekanika**

Merupakan Data hasil pengujian sifat fisik dan mekanik dari coring hasil pengeboran , dalam jurnal ini hanya ditambihkan 1 titik pengeboran M1-075 G.

**Tabel 3. Hasil Uji Laboratorium M1-075G**

NO	SAMPLE	DEPTH (M)		LYTOLOGY	Density(g/cm <sup>3</sup> )		Kohesi (Mpa)		Sudut Geser Dalam (°)		UCS Mpa	Young's Modulus Mpa	Poisson Ratio
		FROM	TO		Natural	Dry	Peak	Residu	Peak	Residual			
1	M1-075 GA-1	9.4600	9.8400	SANDSTONE	2.200	2.090	0.071	0.060	35.20	33.40	5.760	267.31	0.28
2	M1-075 GA-2	18.100	18.470	CLAYSTONE	2.210	2.130	0.083	0.071	33.65	31.22	6.410	596.91	0.25
3	M1-075 GA-3	22.000	22.280	SILTSTONE	2.330	2.210	0.160	0.120	35.45	33.95	6.110	1612.4	0.26
4	M1-075 GA-4	31.000	31.300	COAL	1.380	1.310	0.061	0.057	17.40	16.50	4.250	584.70	0.24
5	M1-075 GA-5	45.000	45.330	ANDESIT	2.770	2.620	0.810	0.610	66.30	64.10	29.22	271.79	0.28
6	M1-075 GA-6	58.200	58.500	SANDSTONE	2.510	2.380	0.330	0.250	52.00	50.70	25.60	2509.9	0.23
7	M1-075 GA-7	74.000	74.350	CLAYSTONE	2.290	2.130	0.320	0.292	41.34	40.20	19.44	642.33	0.25
8	M1-075 GA-8	101.20	101.54	COAL	1.330	1.270	0.069	0.061	16.30	16.00	4.810	478.20	0.24
9	M1-075 GA-9	110.70	111.10	CLAYSTONE	2.180	1.950	0.391	0.362	44.50	43.56	18.32	452.94	0.25

**Karakteristik Massa Batuan**

Karakteristik massa batuan merupakan sebuah kondisi batuan jika kita menggabungkan hasil intack rock (inti bor) dengan hasil pemetaan lapangan, dalam kegiatan ini kita menggunakan perangkat lunak RockLab sebagai alat bantu, sehingga dengan menggabungkan dua parameter di atas kita bisa mendapatkan hasil material properties yang akan dianalisis dalam stabilitas lereng.

**Tabel 4. Hasil Uji Laboratorium M1-075G**

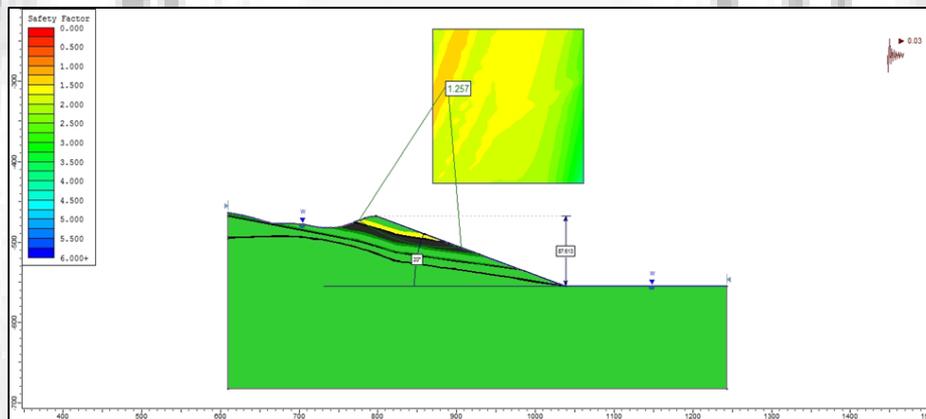
NO	LYTOLOGY	KOHESI (Mpa)	SUDUT GESER DALAM (°)
1	SANDSTONE 1	0.049	37.64
2	CLAYSTONE 1	0.043	28.14
3	SANDSTONE 2	0.049	37.64
4	COAL 1	0.057	16.50

5	SILTSTONE	0.046	32.31
6	COAL 2	0.057	16.50
7	CLAYSTONE 2	0.098	35.29
8	ANDESIT	0.610	64.00
9	CLAYSTONE 3	0.098	35.29
10	COAL 3	0.061	16.00
11	SANDSTONE 3	0.122	50.23
12	CLAYSTONE 4	0.099	34.87
13	COAL 4	0.061	16.00
14	CLAYSTONE 5	0.099	34.87
15	COAL 5	0.061	16.00
16	CLAYSTONE 6	0.099	34.87

**Analisis Kemantapan Lereng**

1. Section A' - A (M1- 111G)

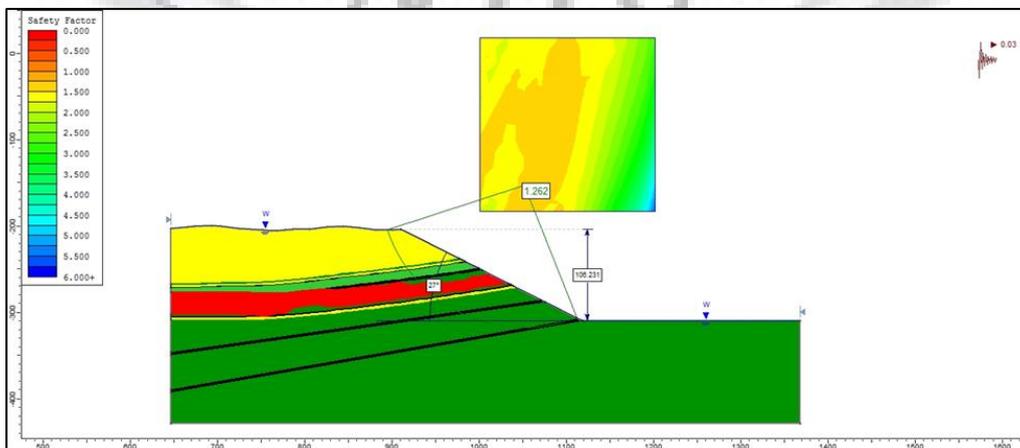
Nilai FK yang masuk dalam rekomendasi nilai batas aman sebesar 1,257 dengan kemiringan 20° dan tinggi 87 m, sedangkan pada awalnya 1.141 mempunyai sudut 25° dan tinggi 82 m dengan kondisi jenuh



**Gambar 3.** Hasil Analisis Section A-A'

2. Section B' - B (M1-075G)

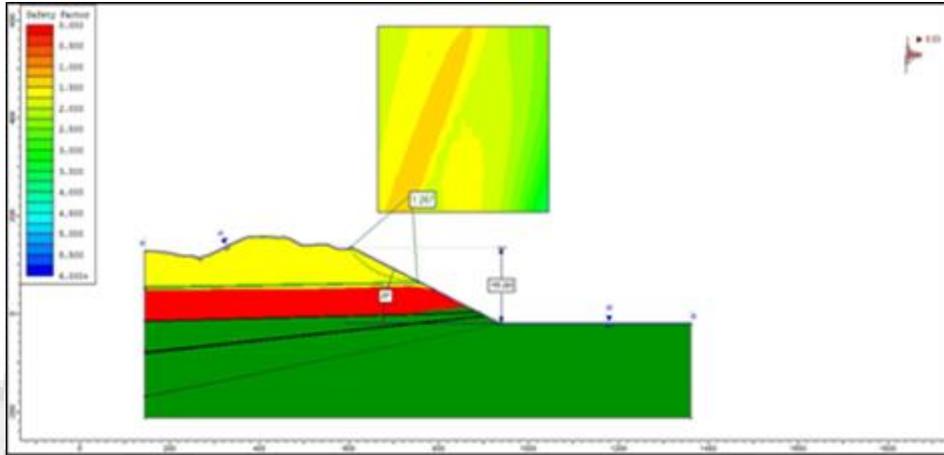
Nilai FK yang masuk dalam rekomendasi nilai batas aman sebesar 1,262 dengan kemiringan 27° dan tinggi 107 m, sedangkan pada awalnya mempunyai faktor keamanan 1.097 sudut 34° dan tinggi 107 m dengan kondisi jenuh.



**Gambar 4.** Hasil Analisis Section B-B'

### 3. Section C' – C (M1-178G)

Nilai FK yang masuk dalam rekomendasi nilai batas aman sebesar 1,267 (Tabel 4.10) dengan kemiringan  $25^\circ$  dan tinggi 155 m sedangkan pada awalnya mempunyai faktor keamanan 1.016 sudut  $32^\circ$  dan tinggi 167 m dengan kondisi jenuh.



**Gambar 5.** Hasil Analisis Section C-C'

#### D. Kesimpulan dan Saran

1. Pemetaan Geoteknik dalam rancangan tambang bertujuan untuk mendapatkan kondisi permukaan, dari hasil pemetaan di dapat scanline 1 dan 2 dapat di klasifikasikan kedalam fair Rock-Good Rock tapi lebih didominasi fair Rock.
2. Material Properties hasil pengolahan data yang akan kita gunakan dalam analisis merupakan hasil karakteristik batuan, sehingga terjadi penurunan kohesi dan sudut geser dalam pada setiap Sandstone, Claystone dan Siltstone.
3. Rekomendasi untuk desain lereng pit penambangan lereng keseluruhan (Overall Slope) penambangan PT Asmin Bara Bronang Sektor X adalah sebagai berikut :
  - Section A-A', Sudut ( $\alpha$ )= $20^\circ$ , tinggi maksimum (H)=87 m, elevasi +15 m, dengan FK = 1.257.
  - Section B- B', Sudut ( $\alpha$ )= $27^\circ$ , tinggi maksimum (H)=107 m, elevasi-30 m, dengan FK = 1.262.
  - Section C-C', Sudut ( $\alpha$ )= $25^\circ$ , tinggi maksimum (H)=155 m, elevasi -50 m, dengan FK = 1.267.
4. Rekomendasi untuk desain disposal Sektor X dengan sudut  $40^\circ$  dan tinggi 30 meter.

#### Daftar Pustaka

- Anonym, Slide ver.6 Software, Rockscience
- Bieniawski, Z.T., 1989, *Engineering Rock Mass Classification*, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 257h
- Bishop, AW., 1955. "The Use of the Slip Circle in the Stability of Slopes", *Geotechnique*, 5, 7-17.
- Bowles, J. E., 1984. *Physical and Geotechnical Properties of Soils*, McGraw - Hill Book Company, USA
- Gian Paolo Giani, 1992, *Rock Slope Stability Analysis*, A.A Balkema, Rotterdam, Brookfield.

- Hoek, E. and Bray, J.W., 1981, *Rock Slope Engineering 3<sup>rd</sup> Ed.*, The Institution Of Mining and Metallurgy London.London
- Made Astawa Rai, Dr. Ir, 1993, *Analisa Kemantapan Lereng: Proyeksi Stereografis dan Metode Grafis*”, *Kursus Geoteknik dan Perencanaan Tambang Terbuka*. Institut Teknologi Bandung.Bandung
- Made Astawa Rai, Dr. Ir. dan Suseno Kramadibrata,Dr. Ir, 2010, *Mekanika Batuan*, Institut Teknologi Bandung. Bandung

