

## ANALISA KESTABILAN LERENG TERHADAP LONGSORAN PADA PIT SIDEWALL BARAT PADA PT. KUASING INTI MAKMUR KECAMATAN BATHIN II PLAYANG KABUPATEN MUARA BUNGO PROVINSI JAMBI

Alamson Togatorop<sup>1</sup>, Analiser Halawa<sup>2</sup>, Yunita Kristina Tambunan<sup>3</sup>

Mahasiswa Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral  
Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede

<sup>2),3)</sup>Dosen Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains Dan Teknologi Td. Pardede  
Jl. DR. TD Pardede No. 8 Medan 20153, Sumatera Utara

<sup>1</sup> [alamsontogatorop24@gmail.com](mailto:alamsontogatorop24@gmail.com), [analiserhalawa@istp.ac.id](mailto:analiserhalawa@istp.ac.id), [yunitatambunan@istp.ac.id](mailto:yunitatambunan@istp.ac.id)

### ABSTRAK

Dalam perencanaan tambang terbuka, di samping cadangan bahan galian, teknis penambangan, ekonomi dan lingkungan, terkait faktor keamanan yang penting dalam operasi penambangan terbuka yaitu kestabilan lereng. PT. Kuansing Inti Makmur melakukan kajian bioteknik untuk mendukung rencana penambangan batu bara dengan memaksimalkan kemiringan, ketinggian lereng dan lebar (*Bench*) untuk memoptimalkan penambangan yang di perkirakan masih aman, penentuan desain lereng bukaan tambang didasarkan atas hasil kajian geoteknik yang difokuskan pada pemodelan dan analisa kestabilan lereng menggunakan metode bishop. Analisa kestabilan lereng dilakukan pada lereng tunggal (*single slope*) dan lereng keseluruhan (*overall slope*). Para meter masukan yang digunakan meliputi nilai sifat fisik dan mekanik. Kemudian dilakukan tahap pengolahan data untuk menghasilkan nilai faktor keamanan dengan batuan *software slide v 6.0* menurut metode bishop. Pengolahan data tersebut menghasilkan nilai faktor keamanan pada lereng tunggal (*single slope*) ke 1 sebesar 1,09 dengan kemiringan 45° dan tinggi 16,49 m kategori tidak aman, ke 2 sebesar 1,53 dengan kategori aman dengan sudut 45° dan tinggi 7,7 m, ke 3 sebesar 1,02 dengan kategori tidak aman dengan sudut 65° dan tinggi 21,87 m dan lereng keseluruhan (*operall slope*) sebesar 0,91 dengan sudut 43° dan tinggi 47,29 m kategori tidak aman yang merupakan lereng aktual. Dan karena didapatkan lereng yang tidak aman, dilakukan *redesign* pada lereng (*single slope*) ke 1 didapatkan faktor keamanan sebesar 1,7 dengan sudut 45° dan tinggi 10 m dan pada lereng ke 3 didapatkan FK sebesar 3,4 dengan sudut 45° dan tinggi 10 m dan untuk lereng keseluruhan didapatkan nilai FK sebesar 1,5 dengan sudut 33° dan tinggi 46,29 m kategori aman sehingga *redesign* lereng ini layak diterapkan pada pit *sidewall* barat di PT. Kuansing Inti Makmur.

Dari *redesign* lereng diatas diperoleh nilai FK yang aman dan akan dimulai dari kemiringan 45°, tinggi lereng 10 m dan lebar *bench* 6,5 m.

**Kata Kunci:** Faktor Keamanan, Geometri Lereng, Software Slide V 6.0

### ABSTRACT

*In open pit mining planning, in addition to mineral reserves, mining technical, economic and environmental aspects, the important safety factor in open pit mining operations is slope stability. PT. Kuansing Inti Makmur conducted a biotechnical study to support coal mining*

---

Jurnal Sains dan Teknologi - **ISTP** | 67

Alamson Togatorop, Analiser Halawa dan Yunita Kristina Tambunan  
ANALISA KESTABILAN LERENG TERHADAP LONGSORAN PADA PIT SIDEWALL BARAT  
PADA PT. KUASING INTI MAKMUR KECAMATAN BATHIN II PLAYANG KABUPATEN MUARA  
BUNGO PROVINSI JAMBI

plans by maximizing the slope, slope height and width (bench) to optimize mining which is estimated to be safe, the determination of the mine opening slope design is based on the results of geotechnical studies focused on modeling and analyzing slope stability using the Bishop method. Slope stability analysis was carried out on a single slope and an overall slope. The input meters used include the value of physical and mechanical properties. Then the data processing stage is carried out to produce the safety factor value with the slide v 6.0 software rock according to the bishop method. The data processing resulted in the safety factor value on the 1st single slope of 1.09 with a slope of  $45^\circ$  and a height of 16.49 m in the unsafe category, the second at 1.53 with a safe category with an angle of  $45^\circ$  and a height of 7.7 m, the third is 1.02 with an unsafe category with an angle of  $65^\circ$  and a height of 21.87 m and an overall slope (operall slope) of 0.91 with an angle of  $43^\circ$  and a height of 47.29 m in the unsafe category which is the actual slope. And because of the unsafe slope, redesign on the first slope (single slope) obtained a safety factor of 1.7 with an angle of  $45^\circ$  and a height of 10 m and on the third slope a FK of 3.4 with an angle of  $45^\circ$  and a height of 10 m was obtained. and for the overall slope, the FK value is 1.5 with an angle of  $33^\circ$  and a height of 46.29 m in the safe category so that this slope redesign is feasible to be applied to the west sidewall pit at PT. Kuansing Inti Makmur. From the slope redesign above, a safe FK value is obtained and will start from a  $45^\circ$  slope, a slope height of 10 m and a bench width of 6.5 m.

**Keywords:** Safety Factor, Slope Geometry, Slide V Software 6.0

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT. Kaunsing Inti Makmur melakukan penambangan dengan metode tambang terbuka (*stripe mine*). Dalam operasi penambangan terbuka, tidak terlepas dari rancangan lereng (*bench*). Rancangan lereng adalah salah satu faktor terpenting yang harus diperhatikan dalam keberlangsungan kegiatan penambangan. Lereng pada lokasi penelitian penambangan *Pit Sidewall* Barat terjadi longsor di elevasi 65 pada Tanggal 17 di Bulan Juli Tahun 2019. Lereng ini juga memiliki massa batuan berupa *Claystone*, *Sandstone*, *Mudstone*, dan Batubara. Pada lereng ini didapat tinggi lereng (H) 22 m, sudut lereng ( $\alpha$ )  $65^\circ$ , dan lebar *bench* (L) 10 m dan tinggi lereng keseluruhan (H) 47.29 m. Secara visual Longsor tersebut terjadi disebabkan karena dipengaruhi oleh tinggi lereng dan sudut lereng yang agak curam sehingga menghasilkan nilai faktor keamanan yang tidak aman. Faktor keamanan merupakan hal yang sangat perlu diperhatikan dalam rancangan geometri lereng. Nilai faktor keamanan dinyatakan aman  $FK > 1.3$  dan dinyatakan tidak aman  $FK < 1.3$  (Evert Hoek, 1981).

Sebagai upaya untuk mendapatkan lereng yang aman, untuk itu perlu redesign rancangan geometri lereng baru pada pit penambangan batubara guna mencegah runtuh/longsor.

## TINJAUAN UMUM

### Sejarah Profil Perusahaan PT. KIM

PT. Kuansing Inti Makmur Job Site Tanjung Belit adalah perseroan terbatas dalam negeri dimana kepemilikan murni dimiliki oleh pihak swasta yang didirikan pada tanggal 18 Januari 2006 dengan aktenotaris no.13 tanggal 7 Desember 2005 yang dibuat oleh Notaris Andrianto, SH di Pekanbaru.

Pada tahap awal operasi PT. Kuansing Inti Makmur bergerak dibidang kontraktor pertambangan, konsultan eksplorasi dan eksploitasi dan juga jasa perdagangan batubara. Untuk pengelolaan PT. Kuansing Inti Makmur ditangani oleh staf ahli yang profesional dibidangnya dengan kemampuan manajerial yang handal serta mempunyai kerja sama tim yang solid. Fakta membuktikan dalam tiga bulan operasinya sejak mulai beroperasi pada bulan Februari, perusahaan telah mengalami kemajuan yang cukup besar.



Daerah penyelidikan merupakan wilayah dengan bentuk morfologi berupa perbukitan

bergelombang sedang hingga kuat yang terletak pada ketinggian berkisar 110 – 350 meter dari permukaan laut. Bentuk morfologi ini dikontrol oleh litologi yang berasal formasi sinamar berupa batulempung, batulanau dan batupasir serta litologi dari endapan vulkanik kuarter berupa batuan konglomerat laharik. Sungai utama yang mengalir didaerah ini terdiri dari Sungai Tanjung Belit yang berada dibagian Barat lokasi dengan lebar sungai antara 5-10 meter.

## DASAR TEORI

### Lereng

Lereng adalah kenampakan permukaan alam yang memiliki beda tinggi. Apabila beda tinggi dua tempat tersebut dibandingkan dengan jarak lurus mendatar, akan diperoleh besarnya kelerengan (*slope*). Bentuk lereng tergantung pada proses erosi gerakan tanah dan pelapukan. Lereng memiliki parameter topografi yang terbagi dalam dua bagian, yaitu kemiringan lereng dan beda tinggi relief. Lereng dapat dianalisis melalui perhitungan Faktor Keamanan Lereng dengan melibatkan data sifat fisik dan mekanik (geoteknis) dan bentuk geometri lereng.

Stabilitas lereng sangat erat kaitannya dengan longsor atau gerakan tanah yang merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Pergerakan tanah ini terjadi karena perubahan keseimbangan daya dukung tanah dan akan berhenti setelah mencapai keseimbangan baru.

### Lereng Tambang Terbuka

Lereng tambang merupakan faktor teknologi dalam rancangan dan rencana penambangan. Faktor teknologi ini juga sering disebut sebagai pertimbangan teknik dalam rencana penambangan. Pertimbangan teknis dalam penambangan terbuka perlu mendapatkan perhatian yang serius. Karena hal ini menyangkut beberapa masalah.

### Geometri Bench

Dalam menentukan geometri jenjang (*bench*) terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, antara lain, sasaran produksi harian dan tahunan, ukuran alat mekanis yang digunakan, sesuai dengan *ultimate pit slope*, dan sesuai dengan kriteria *slope stability*. Elemen-elemen suatu jenjang terdiri dari tinggi, lebar dan kemiringan yang penentuan dimensinya dipengaruhi oleh :

1. alat-alat berat yang dipakai (terutama alat gali dan angkut),
2. kondisi geologi,
3. sifat fisik batuan,
4. laju produksi dan
5. iklim.

Tinggi jenjang adalah jarak vertikal diantara level horizontal pada *pit*; lebar jenjang adalah jarak horizontal lantai tempat di mana seluruh aktifitas penggalian, pemuatan dan pengeboran-peledakan dilaksanakan, dan kemiringan jenjang adalah sudut lereng jenjang. Batas ketinggian jenjang diupayakan sesuai dengan tipe alat muat yang dipakai agar bagian puncaknya terjangkau oleh *boom* alat muat. Disamping itu batas ketinggian jenjang pun harus mempertimbangkan aspek kesetabilan lereng, yaitu tidak longsor karena getaran peledakan atau akibat hujan. Geometri *bench* adalah tinggi *bench* (H), lebar *bench* (Sb) dan panjang *bench* (L). Kemudian bagian-bagian lain adalah puncak *bench* (*crest*), kaki *bench* (*toe*), muka *bench* (*bench face*), sudut lereng (a) dan *bank width*.

### Klasifikasi Longsoran

Berdasarkan kedudukan bidang lemah pada batuan, longsor yang sering terjadi adalah longsor busur (*circular failure*) yaitu longsor yang berbentuk busur biasanya terbentuk pada material yang umumnya homogen sedangkan pada material dengan heterogenitas kompleks sering terjadi longsor bidang (*plane failure*), longsor baji (*wedge failure*) dan juga longsor guling (*toppling*).

Berdasarkan proses longornya, longsor batuan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu: Longsor Bidang (*Plane Failure*)

Longsor bidang merupakan suatu longsor batuan yang terjadi sepanjang bidang lurus yang dianggap rata. Bidang lurus tersebut dapat berupa sesar, kekar (*joint*) maupun bidang perlapisan batuan. Longsor bidang akan terjadi bila seluruh kondisi di bawah ini terpenuhi:

- Bidang gelincir mempunyai arah jurus (*strike*) sejajar atau hampir sejajar dengan arah jurus muka lereng dengan perbedaan maksimal 20°.
- Kemiringan bidang gelincir harus lebih kecil dari pada kemiringan muka lereng ( $\psi < \psi_f$ ).
- Kemiringan bidang gelincir harus lebih besar daripada sudut geser dalam ( $\psi > \phi$ ).
- Harus terdapat bidang bebas (*release*) yang menjadi pembatas dikiri dan kanan blok yang menggelincir.

### Longsor Baji (*Wedge Failure*)

Longsor baji dapat terjadi pada suatu batuan jika terdapat lebih dari satu bidang lemah yang bebas dan saling berpotongan. Sudut perpotongan antara bidang lemah tersebut harus lebih besar dari sudut geser dalam batumannya. Bidang

lemah ini dapat berupa bidang sesar, (fault), kekar (joint) maupun bidang perlapisan.

Longsor Busur (*Circular Failure*)

Longsor Guling (*Toppling*)

Longsor guling terjadi apabila bidang-bidang lemah yang hadir di lereng mempunyai kemiringan yang berlawanan dengan kemiringan lereng dimana struktur bidang lemahnya berbentuk kolom.

Berdasarkan bentuk dan proses menggulingnya, maka longsor guling dibedakan menjadi tiga, yaitu :

- Longsor guling setelah mengalami benturan (flexural toppling).
- Longsor guling yang berupa blok (balok-balok).
- Gambaran kedua longsor diatas (block-flexural).

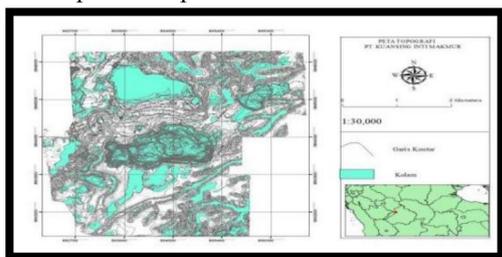
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

#### Peta Topografi

Peta topografi merupakan peta yang menggambarkan relief permukaan bumi dengan menggunakan garis kontur. Peta topografi dapat memudahkan dalam menggambar bentuk dua dimensi dari bentuk tiga dimensi rupa bumi. Data topografi juga memberikan informasi mengenai permukaan dan elevasi suatu daerah. Dalam penggunaannya, topografi data mengenai banyak hal yang berhubungan dengan ruang.

Keadaan topografi pada Pit Sidewall Barat cukup relatif curam dengan elevasi tertinggi yaitu 140 m pada sisi barat pit dan elevasi terendah yaitu 30 m terdapat dikiri pit sidewall barat PT.



Gambar Peta Topografi

#### Lithologi dan Ketebalan

Interpretasi dari *curva well log* menghasilkan data lithologi dan ketebalan lapisan dari masing-masing sumur. Penentuan lithologi didasarkan pada nilai dari Gamma Ray. Log Gamma Ray adalah metode yang digunakan untuk mengukur radiasi sinar gamma yang dihasilkan oleh unsur-unsur

radioaktif yang terdapat dalam lapisan batuan si panjang lubang bor.

**Tabel Data Borehole** setiap Perlapisan PT. Kuansing Inti Makmur (KIM)

BOREHOLE: BH-06					
PointID	Depth	Bottom	Thick	Seam	Graphic
BH-06	0	1.8	1.8		CLAY
BH-06	1.8	3.8	2		SILT
BH-06	3.8	7.5	3.7		SS 01
BH-06	7.5	10.85	3.35		GRAVEL
BH-06	10.85	12.4	1.55		BOULDER
BH-06	12.4	16.5	4.1		MS 01
BH-06	16.5	18.8	2.3		SS 02
BH-06	18.8	31.32	12.52		MS 02
BH-06	31.32	36.8	5.48		MS 03
BH-06	36.8	40.7	3.9		SS 03
BH-06	40.7	43	2.3		MS 04
BH-06	43	44	1	SEAM	100 A1
					COAL
BH-06	44	44.5	0.5		MS 05
BH-06	44.5	44.88	0.38	SEAM	100 A2
					COAL
BH-06	44.88	46	1.12		SS 04
BH-06	46	47.3	1.3	SEAM	200 A1
					COAL
BH-06	47.3	49.74	2.44		MS 06
BH-06	49.74	49.9	0.16	SEAM	200 A2
					COAL
BH-06	49.9	64	14.1		MS 07
BH-06	64	65.92	1.92	SEAM	300 A1
					COAL
BH-06	65.92	65.95	0.03		MSI 01
BH-06	65.95	67.43	1.48	SEAM	300A 2
					COAL
BH-06	67.43	79	11.57		MSI 02

Sumber : Data Perusahaan

#### Sifat Fisik dan Mekanik Batuan pada Pit Sidewall Barat

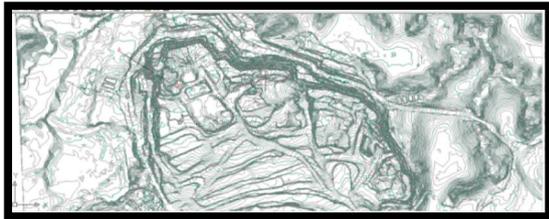
Sifat fisik dan mekanik tanah atau batuan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kesetabilan dari lereng karena berhubungan dengan besar kecilnya nilai kuat geser. Kelongsoran yang terjadi pada lereng merupakan peristiwa keruntuhan geser. Sehingga analisis kesetabilan lereng tanah atau batuan perlu mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah dan batuan karena berpengaruh terhadap kuat geser.

**Tabel Sifat Fisik dan Mekanik Batuan** Pit Sidewall Barat

Generalized Hoek-Brown							
Material name	Unit weight (kn/m <sup>3</sup> )	UCS (MPa)	mb	s	a	m	CSI
MS-01	22	175	1.306	0.0054	0.505	7	53
MS-02	22	155	0.347	0.0007	0.557	7	16
MS-03	22	320	1.562	0.0094	0.503	7	58
MS-04	22	280	1.935	0.0183	0.502	7	64
MS-05	22	275	1.054	0.028	0.507	7	47
MS-06	22	330	1.867	0.0164	0.502	7	63
MS-07	22	250	1.261	0.0048	0.505	7	52
SS01	22	225	3.062	0.0048	0.505	17	52
SS02	22	515	1.792	0.0009	0.514	17	37
CO1-A	12	390	1.231	0.0004	0.522	15	30
CO1-B	12	114	1.89	0.0016	0.51	15	42
CO2-A	12	390	1.231	0.0004	0.522	15	30
CO2-B	12	390	1.231	0.0004	0.522	15	30
CO3-A	12	280	1.276	0.0005	0.521	15	31
CO3-B	12	280	1.276	0.0005	0.521	15	31
CLAY	18	175	1.306	0.0054	0.505	7	53
SILT	18	310	1.354	0.006	0.504	7	54
SAND	18	315	1.174	0.0039	0.506	7	50
GRAVEL	18	520	1.935	0.0183	0.502	7	64
BOULDER	18	101	1.739	0.0131	0.503	7	61
MSIntermediate1	22	275	1.054	0.028	0.507	7	47
MSIntermediate2	22	290	1.261	0.0043	0.505	7	52

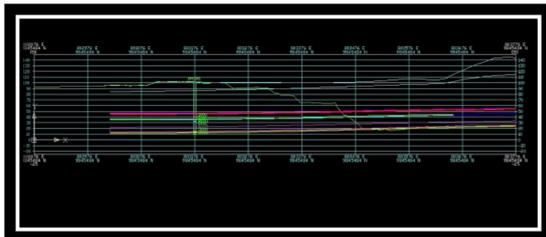
## 4.2 Pembahasan Pengolahan Data Penampang (Section)

Section batubara adalah bentuk sayatan dari 3D dimensi dari daerah penelitian apabila disayat antar lubang bor. Sistem batubara dapat memberikan informasi tanpa kemenurunan batubara sebelum batubara dikeadaan aslinya dilapangan. Sebelum mendapatkan section batubara sebelumnya harus membuat section 3D terlebih dahulu.



Gambar Garis Sayatan (Section Line)

Section line adalah garis sayatan yang akan digambarkan dalam bentuk 2D. Section line pada gambar 4.4 memiliki 1 (satu) section line yaitu section line A-A' dengan koordinat 984548451 N ; 802876 E yang diolah dengan menggunakan software minescape 5.7. Setelah garis section 3D dibentuk selanjutnya dapat menampilkan data section dari lapisan batubara dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Sumber : Data Perusahaan  
Gambar Penampang (Section) Sidewall Barat

### 4.2.1.2 Geometri Lereng

Geometri lereng yang dapat mempengaruhi kestabilan lereng meliputi tinggi lereng, kemiringan

lereng dan lebar, baik itu lereng tunggal (Single slope) maupun lereng keseluruhan (overall slope). Dalam penelitian ini lereng di ukur hanya pada lereng tunggal (single slope) 1 sedangkan pada lereng tunggal 2 dan 3 tidak bisa di ukur secara langsung karena tidak adanya akses bagi manusia untuk dapat naik ke atas lereng. Untuk kemiringan lereng tunggal 1 diperoleh dengan mengukur secara vertikal menggunakan kompas brunton, kemiringan lereng tersebut adalah 65° dan tinggi 22 m dan lebar bench 5 m



Pada pengukuran geometri lereng di lokasi penelitian tepatnya pada koordinat N 0804532 / S 98455990 di ketahui :

$$\begin{aligned} \alpha &: 65^\circ \\ \beta &: 35^\circ \\ X &: 20 \text{ m (jarak antara } \alpha \text{ dan } \beta) \\ HI &: 1.6 \text{ M (tinggi alat)} \\ \text{Penyelesaian} &: \\ \text{Tinggi Lereng (y)} &= \frac{(x) \sin \alpha \times \sin \beta + HI}{\sin(\alpha - \beta)} \end{aligned}$$

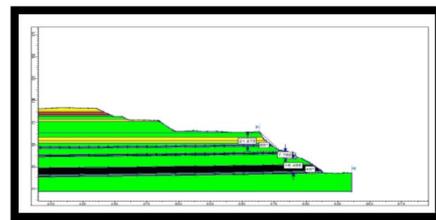
$$y = \frac{(20) \sin 65^\circ \times \sin 35^\circ + 1.6}{\sin(65^\circ - 35^\circ)}$$

$$y = \frac{(20) 0.90 \times 0.57 + 1.6}{\sin 30^\circ}$$

$$y = \frac{(20) 0.51 + 1.6}{0.5}$$

$$y = 20 \times 0.25 + 1.6$$

$$y = 22 \text{ m}$$



Setelah dilakukan sayatan pada data topo untuk mengetahui geometri lereng serta untuk pembuatan boundary dengan menggunakan software minescape 5.1 dan di sempurnakan menggunakan Autocad 2007.

**Tabel Geometri Lereng Tunggul**

Lereng	Tinggi (Meter)	Kemiringan (Degree)	Lebar (Meter)
Single Slope 1	16.49	45°	5
Single Slope 2	7.7	45°	5
Single Slope 3	21.87	65°	10

**Analisa Kesetabilan Lereng Aktual**

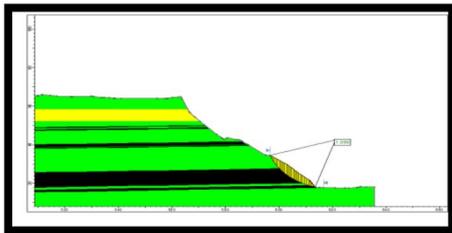
Pada penelitian ini analisa kesetabilan lereng hanya dilakukan pada pit sidewall barat dengan metode analisis **Bishop**. Hasil faktor keamanan dapat dilihat pada sub bab berikut ini.

**Analisis Faktor Keamanan Lereng Tunggul (Single Slope)**

Dengan memasukkan data input parameter geoteknik yang sudah di analisis seperti di **Tabel 4.2** di atas maka di dapat Faktor Keamana (FK) untuk lereng tunggal (*single slope*) adalah sebagai berikut :

1. Analisis Faktor Keamanan *Single Slope* ke satu (1)

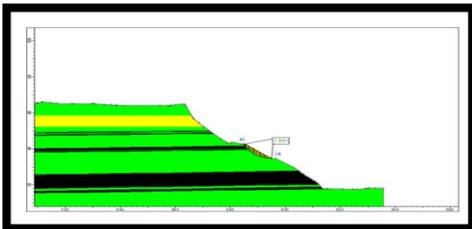
Dengan tinggi lereng 16.49 m dan sudut 45°, didapat nilai Faktor Keamanan sebesar 1.09 menggunakan metode bishop yang terlihat pada **Gambar 4.6**



**Gambar** Faktor Keamanan Metode Bishop *Single Slope* (1)

2. Analisis Faktor Keamanan *Single Slope* ke 2

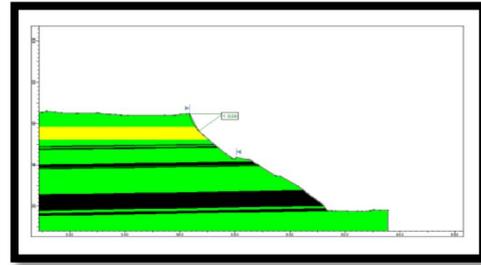
Dengan tinggi lereng 8.24 m dan sudut 45°, didapat nilai FK sebesar 1.53 dengan menggunakan metode bishop, seperti yang terlihat pada **Gambar 4.7**.



**Gambar** Faktor Keamanan Bishop *Single Slope* (2)

3. Analisis Faktor Keamanan *Single Slope* ke 3

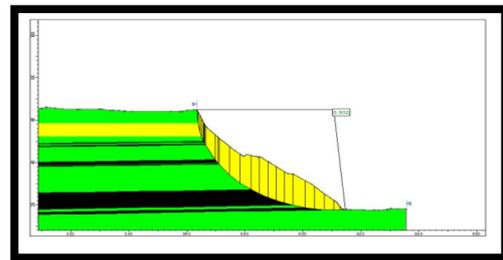
Dengan tinggi lereng 21.87 m meter dan sudut 65°, didapat nilai Faktor Keamanan sebesar 1.02 metode bishop seperti pada **Gambar 4.8**.



**Gambar** Faktor Keamanan Metode Bishop *Single Slope* (3)

4. Analisa Kesetabilan Lereng Keseluruhan (*Overall Slope*)

Dengan tinggi lereng 47.29 m meter dan sudut keseluruhan (*Overall Slope*) 43°, didapat nilai Faktor Keamanan sebesar terlihat 0.91 dengan metode bishop seperti pada **Gambar 4.9**.



**Gambar** Faktor Keamanan *Overall Slope*

Setelah selesai dilakukan perhitungan terhadap geometri lereng aktual dengan menggunakan metode bishop diketahui bawah lereng yang aman dan tidak aman:

**Tabel** Faktor Keamanan *Single Slope* dan *Overall Slope*

Faktor Keamanan <i>Single Slope</i> dan <i>Overall Slope</i>				
No	Kemiringan (derajat )	Tinggi (M)	Lebar (M)	Faktor Keamanan <i>Single Slope</i>
				FK Metode Bishop
1	45	16.49	5	1.09
2	45	8.24	5	1.53
3	65	21.87	10	1.02
4	43	47.29	-	FK <i>Overall Slope</i> Metode Bishop 0.91

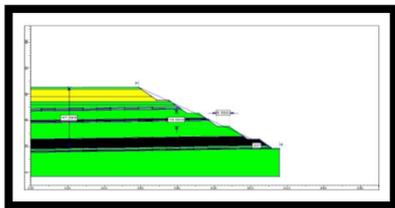
**Analisa Data**

Berdasarkan hasil data dan pengolahan data pada sub bab sebelumnya diketahui nilai faktor keamanan yang tidak aman terletak pada geometri lereng 1 dan 3 dan lereng keseluruhan atau *Overall Slope*.

**Redesign Pada Geometri Lereng**

Sebelumnya pada bab 3 dasar teori dijelaskan bahwasanya salah satu faktor penyebab ketidakstabilan lereng adalah faktor geometri lereng karena seperti yang diketahui geometri lereng sangat dapat mempengaruhi kestabilan lereng baik itu lereng tunggal maupun lereng keseluruhan. Lereng *pit sidewall* barat saat ini untuk lereng tunggal (*single slope*) ke 1 mempunyai ketinggian 16.49 meter dengan sudut 45 ° sedangkan lereng keseluruhan (*overal slope*) mencapai 47.29 meter dengan sudut *overall* 43°.

*Redesign* dilakukan hanya pada lereng yang tidak aman yaitu pada lereng tunggal pertama (1) dan ke tiga (3) dengan cara membagi lereng menjadi 4 *bench* dengan ketinggian lereng masing-masing adalah 10 meter dan kemiringan 45° Seperti terlihat pada **Gambar 4.10**. Maka dari itu total *Single Slope* pada lereng *pit sidewall* barat adalah sebanyak 5 *Single slope*.



**Gambar Redesign Geometri Lereng**

Maka desain ini juga akan secara otomatis merubah geometri lereng keseluruhan dan mendapatkan kesetimbangan baru pada lereng karena pada desain ini sudut kemiringan lereng keseluruhan berubah menjadi lebih landai yaitu dari 43° menjadi 33 °. Berikut bisa dilihat pada **Tabel 4.5** geometri lereng sebelum dan sesudah *redesign*.

**Tabel Geometri Lereng Sesudah Dan Sebelum Redesign**

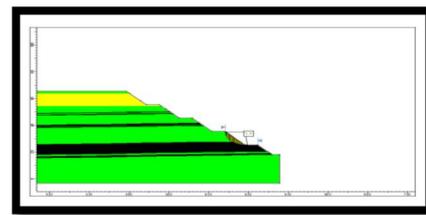
Lereng	Aktual			Redesign		
	Kemiringan (°)	Tinggi (M)	Lebar (m)	Kemiringan (°)	Tinggi (M)	Lebar (M)
Single Slope	45	16.49	5	45	10	6.5
	45	8.24	5	45	10	6.5
	65	21.87	10	45	10	6.5
Overal Slope	43	-	-	33	-	-
Total Slope				5		

Untuk mencari lebar *bench* minimum mengacu pada *design* empiris yang di kembangkan oleh **Call And Nicholas Inc (Ryan & Pryor, 2000 Dalam Stacey, 2009)** Dengan mempertimbangkan tingkat minimum batuan jatuh. Maka penentuan lebar minimum *bench* dapat di cari dengan persamaan :

Lebar *bench* minimum =  $0,2 \times (\text{bench height}) + 4,5$   
 Berdasarkan rumus di atas di dapat lebar *bench* sebesar 6,5 meter.

**Redesign Lereng Tunggal Ke 1 ( Single Slope)**

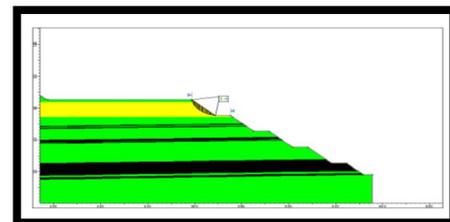
Berikut hasil perhitungan geometri *redesign* menggunakan *software slide* versi 6.0 dengan tinggi 10 meter dan kemiringan 45° didapat nilai Faktor Keamanan sebesar 1.7 dengan menggunakan metode *bishop*.



**Gambar Redesign Lereng Tunggal ke 1**

**Redesign Lereng Tunggal ke 3 (Single slope)**

Berikut hasil perhitungan geometri *redesign* menggunakan *software slide* versi 6.0 dengan tinggi 10 meter dan kemiringan 45° didapat nilai Faktor Keamanan sebesar 3.4 dengan menggunakan metode *bishop*.



**Gambar Redesign Lereng Tunggal ke 3**

Setelah dilakukan *redesign* dengan mengubah geometri lereng yang sebelumnya pada lereng aktual terdapat 3 *single slope* menjadi 5 *single slope*. Maka nilai Faktor Keamanan yang didapat di kategorikan aman dan Nilai Faktor Keamanan yang baru ini juga diharapkan dapat mencegah potensi longsor yang dapat terjadi. Dan Juga setelah di lakukan *redesign* maka kekuatan dari lereng tersebut dapat bertambah seiring dengan dibukanya material baru dan berubahnya geometri lereng. Dimana desain ini juga menguntungkan dari segi ekonomis karena material penyusun pada lereng merupakan batubara yg memang bahan baku utama PT. Kuansing Inti

Makmur yang pastinya bernilai ekonomis. Maka desain ini sesuai dengan prinsip geoteknik “*Tercapainya Desain Yang Optimum Adalah Kompromi Antara Lereng Yang Ekonomis Dan Cukup Aman*” (Hoek And Bray 1973).

**Perbandingan Nilai Faktor Kemanan Aktual dan Redesign**

Nilai Faktor Keamanan setelah dilakukan *redesign* dengan perhitungan Faktor Keamanan didapat Faktor Keamanan yang aman pada *single slope* sebesar FK >1.3 dari yang sebelumnya pada kondisi aktual Faktor Keamana sebesar <1.3 begitu juga untuk *overall slope* berikut nilai Faktor Keamanan lebih jelas dapat

**Tabel 4.5** Perbandingan Faktor Kemanan Aktual dan Redesign

NO	Kemiringan Aktual	Kemiringan Redesign	FK Aktual	FK Redesign
1	45	45	1.09	1.7
2	65	45	1.02	3.4
<i>Overall Slope</i>	45	33	0.91	1.5

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil pembasahan dari bab sebelumnya dapat siimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya nilai lereng tunggal (*Single Slope*) ke 1, 2 dan 3 dan Faktor Keamanan lereng keseluruhan (*Overall Slope*) dikategorikan tidak aman pada lereng ke 1 dan 3 sedangkan lereng tunggal ke 2 aman.
2. Rekomendasi geometri lereng yang aman adalah dengan melakukan *Redesign* pada lereng yang kritis yaitu lereng tunggal (*Single Slope*) 1 dan 3 dengan cara membagi lereng menjadi 5 *single slope* dengan tinggi setiap *single slope* yang di *redesign* adalah 10 meter dan kemiringan 45 ° serta lebar *bench* 6.5 m. Maka Faktor Keamanan yang diperoleh untuk *Single Slope Redesign* 1 dan 3 sebesar 1.7 dan 3.4 dengan metode bishop, sedangkan Faktor Keamanan *Overall Slope Redesign* diperoleh Faktor Keamanan sebesar 1.5.
3. Pada lereng *single slope* ke 2 dikatagorikan aman tanpa dilakukan *redesign* dengan Faktor Keamanan 1.5 dengan sudut 45° dan tinggi 8 m dan lebar *bench* 5 m, akan tetapi untuk *redesign* lereng semua *single slope* diubah geometri lerengnya, untuk mendapatkan nilai faktor keamanan *overall slope* yang aman.

4. Hasil perhitungan nilai faktor keamanan dipengaruhi oleh geometri lereng.

**DAFTAR PUSTAKA**

Bowles, J E, 1989, *Sifat-Sifat Fisik Dan Geoteknis*, Erlangga, Jakarta 562 h

Call R.D 1992. Slope Stability. In *SME Mining Engineering Handbook*, ed. H. L. Hartman, 2<sup>nd</sup> ed., Vol 1, Chapter 10.4. Littleton, Colorado:AIME

Harahap, A. (2010) *Analisa Kemantapan Lereng*. Fakultas FTTM : Institut Teknologi Bandung (ITB).

Hoek and Bray, J. w. (1981). *Rock Slope Engineering : Civil and Mining : 4<sup>rd</sup> Ed, institution of Mining and Metallurgi*, London.

Irwandi Arif. (2016) *Geoteknik Tambang*. Gramedia Jakarta : Pustaka Umum.

Peter Stacey, Dkk, 2009. *Guidelines For Open Pit Slope Design*

Tengku Tibri, Dkk, 2017. *Kajian Awal Geoteknik Untuk Rekomendasi Rancangan Geometri Lereng Tambang Di Kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat Sumatera Utara*. Institut teknologi medan.

Zainul Syafar Dkk, 2016. *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop Pada Penambangan Nikel*. Universitas Muslim Indonesia. Universitas Hasanuddin.