

# Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode *Bishop* Pada Area Penambangan di PT. Ghaniyyah Nusantara Indah Jorong Gantiang Baruak Lubuak Aluang Sumatera Barat

Pinto Prinanda\*, Yoszi Mingsi Anaperta\*\*

Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

[\\*pintoprinanda97@gmail.com](mailto:*pintoprinanda97@gmail.com)

[\\*\\*yosziperta@ft.unp.ac.id](mailto:**yosziperta@ft.unp.ac.id)

**ABSTRACT.** PT. Ghaniyyah Nusantara Indah is one of the companies engaged in the procurement of goods and services which was founded in July 2018 in the city of Padang, one of the companies engaged in the clay mining business in the city of Padang. Located in Jorongantiang Baruak, Lubuk Alung, West Sumatra. PT. Ghaniyyah Nusantara Indah produces when the slopes formed as a result of the mining process or which are a means of supporting mining operations are unstable, it can cause disruption to production activities, as well as endangering work safety. The actual geometry in the field has an overall slope height of 18,064 m with a slope of 69° and the actual slope value for saturated slope is 1.086. This study aims to plan the geometry of the overall slope to obtain a safe slope FK value of 1.25. This research was conducted using the Bishop method to obtain the FK value of the overall slope. The actual slope geometry is changed, for the overall slope height is 18.064 m with an angle of 69° so that the FK value in saturated condition is 1.086. Furthermore, slope modification was carried out by making a bend on the slope using the Bishop method and the FK value for the overall slope in a saturated condition was 1,264. From the data analysis, the results for single slope 1 with a height of 7,982 obtained FK in a saturated condition of 1,938, while for single slope 2 with a height of 10,081 obtained FK in a saturated condition of 2,048. So it can be concluded that after redesigning the slope geometry using the Bishop method, the slope can be declared in a safe condition.

**Keywords :** Actual geometry, Bishop simplified, Hoek and Bray, Factor of Safety

## 1. PENDAHULUAN

PT. Ghaniyyah Nusantara Indah merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang pengadaan barang dan jasa yang didirikan pada bulan Juli 2018 di Kota Padang, salah satu perusahaan yang bergerak dibidang usaha pertambangan *clay* di Kota Padang. Kegiatan penambangan yang diterapkan adalah sistem tambang terbuka dengan metode Quarry.

Dalam kegiatan penambangan, masalah kestabilan lereng sangat banyak ditemukan, misalnya lereng pada penambangan *open pit*, penimbunan *overburden*, dan lain-lain. Apabila lereng-lereng yang terbentuk sebagai akibat dari proses penambangan maupun yang merupakan sarana penunjang operasi penambangan tidak stabil, maka dapat menyebabkan gangguan pada kegiatan produksi, selain juga membahayakan keselamatan pekerja.

Dalam keadaan tidak terganggu (alamiah), tanah atau batuan umumnya berada dalam keadaan stabil atau seimbang. Perubahan kestabilan lereng dapat terjadi akibat pengangkatan, penurunan, penggalian, penimbunan, erosi, atau aktivitas lain di sekitar lereng tersebut. Untuk mengatasi perubahan itu, lereng akan berusaha untuk mencapai kondisi stabil yang baru secara alamiah. Cara ini biasanya berupa proses degradasi atau pengurangan beban, terutama dalam longsoran-longsoran atau gerakan-gerakan lain sampai tercapai keadaan kesetimbangan yang baru. (Arif Irwandi : 2016).

Berdasarkan pengamatan pada saat melakukan observasi yang telah dilakukan pada 11-18 Desember 2020 di PT. Ghaniyyah Nusantara Indah, penulis menemukan adanya lereng yang cukup terjal yang berkemungkinan terjadinya longsoran di area penambangan dan mengganggu aktivitas penambangan. Jenis material pembentuk lereng adalah *clay*. Geometri lereng tersebut adalah 69° dan tinggi 18 meter



**Gambar.1. Lereng PT. Ghaniyyah Nusantara Indah**

Untuk menghindari terjadinya longsor di sisi lain tebing tersebut dan mendapatkan geometri lereng yang ideal, diperlukan perencanaan geoteknik yang matang serta metode apa yang akan digunakan. Jika tidak dilakukan analisis kestabilan lereng serta penanganan yang maksimal terhadap longsor tersebut, dapat menyebabkan kerugian nantinya seperti kegiatan penambangan yang terganggu, biaya yang akan dikeluarkan untuk membersihkan longsor, belum ada kajian perencanaan lereng di PT. Ghaniyyah Nusantara Indah bahkan bisa menyebabkan kerugian korban jiwa.

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis ingin membahas lebih lanjut dan menjadikannya sebuah kajian penelitian dengan judul “*Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop Pada Area Penambangan Di PT. Ghaniyyah Nusantara Indah Jorong Gantiang Baruak Lubuk Aluang Sumatera Barat*”.

## 2. KAJIAN TEORI

### 2.1. Sejarah Perusahaan

PT. Ghaniyyah Nusantara Indah merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dan telah berinvestasi di Kabupaten Padang Pariaman. Bahan galian yang telah ditambang adalah *clay*. Kegiatan penambangan *clay* telah dilaksanakan sejak tahun 2020 setelah memperoleh Kuasa Pertambangan Eksploitasi

berdasarkan Keputusan Gubernur Sumatera Barat, nomor : 570/896 periz/DPM&PTSP/IV/2020 pada 3 April 2020 Tentang persetujuan peningkatan izin usaha pertambangan eksplorasi produksi mineral bukan logam dengan jangka waktu 5 tahun. Secara administrasi lokasi IUP tersebut berada di Jorong Gantiang Koto Baruak, kec. Lubuk Alung Sumatera Barat. Dengan luas IUP 21,6 Ha. Kegiatan penambangan yang diterapkan adalah sistem tambang terbuka dengan metode *quarry*.

PT. Ghaniyyah Nusantara Indah memperoleh Kuasa Pertambangan Eksploitasi dari Gubernur Sumatera Barat berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Sumatera Barat, nomor : 570/896-periz/DPM&PTSP/IV/2020 pada 3 April 2020.

Izin tersebut kemudian dilakukan penyesuaian dari Kuasa Pertambangan (KP) menjadi Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi sesuai dengan yang telah diamanatkan Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009. Perubahan istilah perizinan tersebut dituangkan dalam Keputusan Gubernur Sumatera Barat, nomor :570/896-periz/DPM&PTSP/IV/2020 pada 3 April 2020.

Berdasarkan data dari peta geologi, jenis tanah batuan geologi kabupaten Padang Pariaman terdiri dari Aluvium, Kipas aluvium, Tuf Batuapung dan andesit (basal): Tuf, Tuf Batuapung Horenblenda hipersten, Aliran yang tak teruraikan, Tuf Kristal yang telah mengeras, Ultrabasa, Batuan Granitik miosen, Batugamping perem, Andesit dari kaldera danau Maninjau, Andesit dari gunung Singgalang dan Gunung Tandikat, Batuan Gunungapi Oligo-Miosen, Granit dan Anggota Batugamping. Sebaran jenis batuan geologi Kabupaten Padang Pariaman di dominasi oleh aluvium yang berada pada bagian Selatan wilayah kabupaten serta jenis batuan Tuf Batuapung dan andesit (basal) yang berada pada bagian Utara wilayah Kabupaten Padang Pariaman

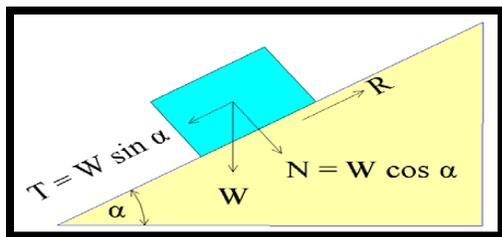
### 2.2 Kestabilan lereng

Pengertian lereng adalah bagian dari permukaan bumi yang berbentuk miring. Sedangkan kemantapan lereng didefinisikan sebagai suatu kondisi atau keadaan yang mantap/stabil terhadap suatu bentuk dan dimensi lereng (Duncan, et al,

2004). Pembuatan geometri lereng dengan dimensi tertentu yang dilakukan dalam aktifitas penggalian tambang terbuka adalah merupakan gangguan terhadap keseimbangan yang dapat mengakibatkan kelongsoran. Bentuk dari gangguan tersebut biasanya berupa proses degradasi atau gerakan - gerakan lain mulai dari rayapan (*creep*) sampai longsoran (*failure*). Proses degradasi atau gerakan- gerakan tersebut tidak akan berhenti sebelum mencapai suatu keadaan keseimbangan yang baru dalam bentuk dan dimensi yang baru pula (Duncan, et al, 2004).

Suatu cara yang umum untuk menyatakan kestabilan suatu lereng batuan adalah dengan faktor keamanan. Faktor ini merupakan perbandingan antara gaya penahan yang membuat lereng tetap stabil, dengan gaya penggerak yang menyebabkan terjadinya longsor (Duncan, et al, 2004). Secara matematis faktor kestabilan lereng dinyatakan sebagai berikut:

- F = Faktor kestabilan lereng,
- R = Gaya penahan, berupa resultan gaya - gaya yang membuat lereng tetap stabil
- FP = Gaya penggerak, berupa resultan gaya-gaya yang menyebabkan lereng longsor.



**Gambar 2.** Keseimbangan benda pada bidang miring

Pada keadaan  $F > 1,25$  lereng dalam keadaan stabil,  $F = 1,0$  lereng dalam keadaan seimbang tetapi jika ada gangguan maka akan longsor atau dapat dikatakan kritis,  $F < 1,0 =$  lereng dalam keadaan tidak stabil (Duncan, et al, 2004).

**2.3 Kuat Geser**

Kuat geser terdiri dari kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Untuk analisis stabilitas lereng untuk jangka panjang digunakan harga kuat geser efektif maksimum ( $c, \phi$ ). Untuk lereng yang sudah mengalami gerakan atau material pembentuk lereng

yang mempunyai diskontinuitas tinggi digunakan harga kuat geser sisa ( $cr = 0; \phi r$ ).

Oleh sebab itu kekuatannya tergantung pada gaya yang bekerja antar butirnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kekuatan geser terdiri atas:

2.2.1 Bagian yang bersifat kohesif,

tergantung pada macam tanah/batuan dan ikatan butirnya.

2.2.2 Bagian yang bersifat gesekan, yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.

Kekuatan geser tanah dapat dinyatakan dengan rumus:

$$S = C' + (\tau - \mu) \tan \phi$$

dimana:

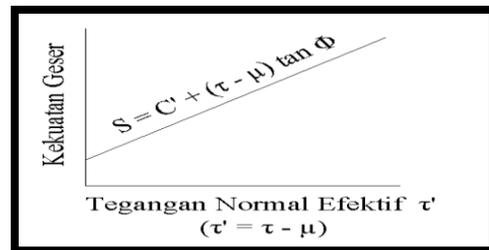
S = kekuatan geser

$\tau$  = tegangan total pada bidang geser

$\mu$  = tegangan air pori

$C'$  = kohesi efektif

$\phi$  = sudut geser dalam efektif



Sumber: Irwandy Arif (2016)  
**Gambar 3.** Kekuatan Geser Tanah

**2.4 Berat Isi**

Berat isi diperlukan untuk perhitungan beban guna analisis stabilitas lereng. Berat isi dibedakan menjadi berat isi asli, berat isi jenuh, dan berat isi terendam air yang penggunaannya tergantung kondisi lapangan.

## 2.5 Klasifikasi Berat Isi Tanah dan Batuan

Klasifikasi berat isi tanah asli serta faktor pengembangannya menurut (Das M Braja 1990), dapat dilihat seperti tabel berikut:

**Tabel 1.** Properties Tanah

No	Jenis Tanah	Kohesi C (kN/m <sup>2</sup> )	Sudut Gesek (Ø)	Bobot isi $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
1	Lempung Lunak	18	0	12
2	Lempung Sedang	48	0	15
3	Lempung Kaku	100	0	17
4	Pasir Lepas	0	28	12
5	Pasir Sedang	0	32	16
6	Pasir Padat	0	38	20
7	Lempung Lunak Pasir Lepas	18	28	13
8	Lempung Lunak Pasir Sedang	18	32	15
9	Lempung Lunak Pasir Padat	18	38	18
10	Lempung Sedang Pasir Lepas	48	28	14
11	Lempung Sedang Pasir Sedang	48	32	15
12	Lempung Sedang Pasir Padat	48	38	18
13	Lempung Kaku Pasir Lepas	100	28	15
14	Lempung Kaku Pasir Sedang	100	32	16
15	Lempung Kaku Pasir Padat	100	38	18

Sumber: Das M Braja (1990)

## 2.6 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng diantaranya (Zufialdi Zakaria, 2009):

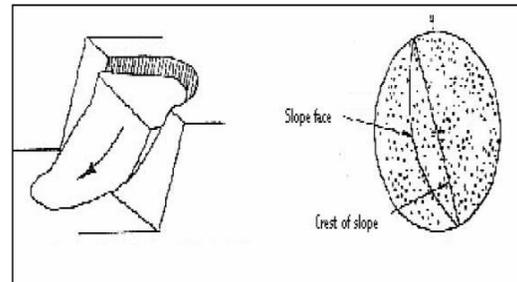
1. Geometri Lereng
2. Sifat Fisik dan Mekanik Material
3. Hidrogeologi
4. Cuaca/Iklim

## 2.7 Jenis jenis longsoran

Secara umum longsoran terdiri dari 4 jenis. Adapun 4 jenis longsoran tersebut adalah sebagai berikut (Duncan, et al, 2004).

### 2.7.1 Longsoran Busur (Circular Failure)

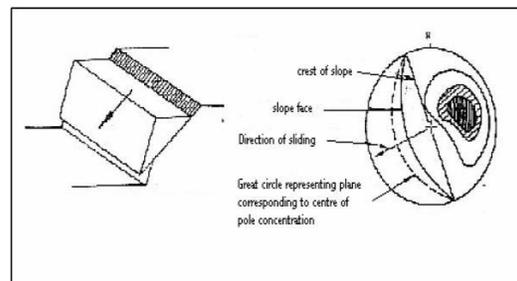
Jenis longsoran ini adalah yang paling umum terjadi di alam (tipikal longsoran tanah/soil). Pada batuan yang keras, jenis longsoran ini hanya dapat terjadi jika batuan tersebut sudah lapuk dan mempunyai bidang-bidang diskontinu yang rapat (heavily jointed), atau menerus sepanjang sebagian lereng sehingga menyebabkan longsoran geser dipermukaan. Yang lebih sering terjadi adalah gabungan antara longsoran bidang dan longsoran busur, terutama lereng-lereng buatan. Longsoran busur dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4** .Longsoran busur

### 2.7.2 Longsoran Bidang (Plane Failure)

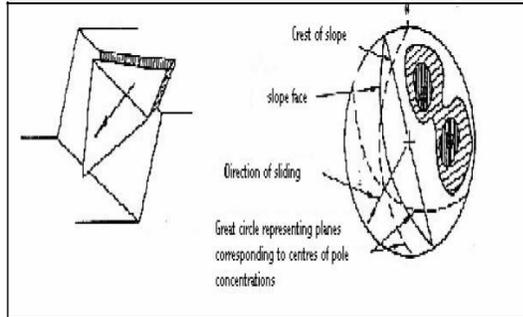
Longsoran jenis ini terjadi pada batuan yang mempunyai bidang lurus bebas (day light) yang mengarah ke lereng dan bidang luncurnya pada bidang diskontinu seperti: sesar, kekar, liniasi atau bidang perlapisan. Fenomena lainnya yang memicu longsoran jenis ini yaitu bila sudut lereng lebih besar dari sudut bidang lurus serta sudut geser dalam lebih kecil dari sudut bidang luncurnya. Biasanya terjadi pada permukaan lereng yang cembung dengan kemiringan bidang kekar rata-rata hampir atau searah dengan kemiringan lereng. Longsoran bidang dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5**. Longsoran Bidang

### 2.7.3 Longsoran Baji (Wedge Failure)

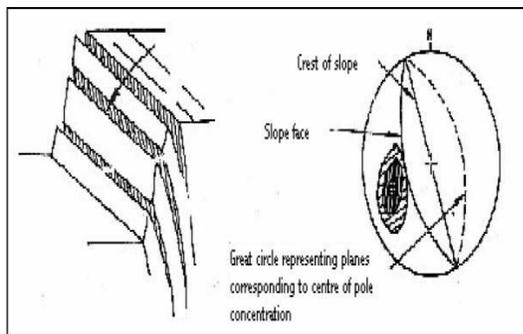
Model longsor ini hanya bisa terjadi pada batuan yang mempunyai lebih dari satu bidang lemah atau bidang diskontinu yang bebas, dengan sudut antara kedua bidang tersebut membentuk sudut yang lebih besar dari sudut geser dalamnya. Fenomena yang paling sering terjadi adalah garis perpotongan dua bidang kekar mempunyai kemiringan ke arah kemiringan lereng. Longsor baji dapat dilihat pada gambar [6].



Gambar 6. Longsor baji

2.7.4 Longsor Guling (Toppling Failure)

Longsor toppling akan terjadi pada lereng yang terjal pada batuan keras dengan bidang - bidang diskontinu yang hampir tegak atau tegak, dan longsor dapat berbentuk blok atau bertingkat. Bila longsor terjadi pada massa batuan yang kuat dengan fenomena kekar yang relatif tegak, maka rekahan tariknya akan melendut terus dan miring ke arah kemiringn lereng. Longsor guling dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Longsor guling

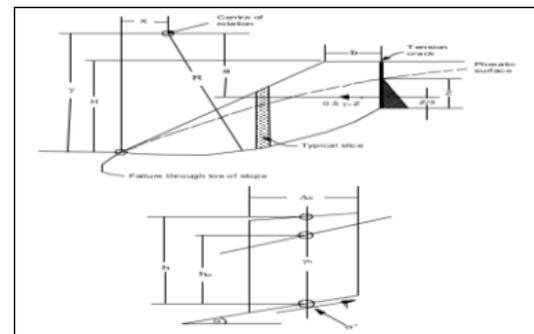
2.8 Metode Bishop Simplified

Metode Bishop yang disederhanakan merupakan salah satu metode yang menggunakan prinsip kesetimbangan batas dalam menentukan faktor keamanan dari suatu massa material yang berpotensi longsor. Metode ini memenuhi kesetimbangan gaya

pada arah vertikal dan kesetimbangan momen pada titik pusat lingkaran runtuh. Gaya geser antar irisan diabaikan (Duncan, et al, 2002) [13]. Untuk menghitung nilai faktor keamanan dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (c' b_i + W_i (1 - r_u) \tan \phi) \left( \frac{1}{\cos \theta_i (1 + \tan \phi / F)} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i}$$

- Dimana,
- F = faktor aman
  - $\theta_i$  = sudut ( $^\circ$ )
  - $c'$  = kohesi tanah efektif (kN/m<sup>2</sup>)
  - $b_i$  = lebar irisan ke-i (m)
  - $W_i$  = berat irisan tanah ke-i (kN)
  - $v'$  = sudut gesek dalam efektif ( $^\circ$ )
  - $\mu_i$  = tekanan air pori irisan ke-i (kN/m<sup>2</sup>)
  - $r_u$  = rasio tekanan air pori
  - $\partial$  = berat volume tanah (kN/m<sup>2</sup>)
  - $\mu$  = tekanan air pori (kN/m<sup>2</sup>)
  - $h$  = tinggi irisan rata - rata (m).



Gambar 8. Metoda Bishop yang disederhanakan

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian terapan (applied research) dengan memberikan solusi atas permasalahan yang ada di lapangan dengan menggabungkan antara teori dan data dilapangan untuk pemecahan masalah. Dalam penelitian ini, pengukuran dan pengujian memegang peran sentral sehingga berdasarkan bentuk datanya tergolong penelitian kuantitatif.

3.2. sifat fisik dan mekanika tanah

Data yang diambil harus benar, akurat dan lengkap serta relevan dengan permasalahan yang ada. Data yang diambil dikelompokkan menjadi :

Data Primer

Pengukuran data primer dikumpulkan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Pengamatan dan pengukuran dilakukan dengan cara mengambil data orientasi lereng.

### 1. Geometri Lereng

Cara pengambilan data geometri lereng dilakukan dengan menggunakan meteran, dan data ketinggian lereng dan sudut lereng di dapat dari design geometri akhir perusahaan, data tersebut nantinya diolah menggunakan *software* tambang, yaitu *Rocscience Slide Version 6.0*.

### 2. Bobot isi tanah

Untuk menghitung bobot isi tanah dan bobot isi kering digunakan rumus :

$$\text{Berat isi } (\gamma) = \frac{W_2 - W_1}{V} \text{ gram/cm}^3$$

Dimana :

$W_2$  = Berat cincin + tanah (*gram*)

$W_1$  = Berat cincin kosong (*gram*)

$V$  = Volume cincin ( $\text{cm}^3$ )

Sedangkan bobot isi kering digunakan rumus :

$$\text{Bobot isi kering } (\gamma_d) = (\gamma) = \frac{\gamma}{1 + \omega}$$

Dimana :

$\gamma_d$  = Bobot isi kering ( $\text{gram/cm}^3$ )

$\gamma$  = Bobot isi ( $\text{gram/cm}^3$ )

$\omega$  = Kadar air

Data yang diperoleh dari hasil pengujian akan memiliki satuan  $\text{gram/cm}^3$ . Data tersebut kemudian dikonversi kedalam satuan  $\text{KN/m}^3$ , yang artinya data yang diperoleh akan dikalikan dengan faktor konversi sebesar  $9,807 \text{ m/s}^2$ .

### 3. Kadar Air

Semakin besar kandungan air dalam tanah, maka tekanan air pori menjadi semakin besar juga. dengan demikian kuat geser tanah menjadi

semakin kecil, sehingga ketabilan lereng berkurang. Untuk mendapatkan kadar air dapat digunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Kadar air } (\omega) = \frac{W_w - D_w}{D_w - T_w} \times 100\%$$

$W_w$  = berat tanah basah + cawan (*gram*)

$D_w$  = berat tanah kering + cawan (*gram*)

$T_w$  = berat cawan (*gram*)

$\omega$  = kadar air dinyatakan dalam persen

### 3. Kohesi dan Sudut Geser Dalam

Cara pengujiannya siapkan alat pengujian kuat geser, lalu cetak sampel tanah kedalam cincin kuat geser lalu padatkan, selanjutnya masukkan cincin + sampel kedalam alat kuat geser, kunci lah alat kuat geser tersebut. Selanjutnya masukan air secara perlahan pada wadah alat kuat geser hingga penuh, kasih pemberat berupa piringan baja seberat 3 kg. Lalu putar alat kuat geser dan lihat jarum pada pembaca alat kuat geser sampai berapa dia berhenti.

Adapun rumus untuk mengetahui tegangan normal adalah sebagai berikut :

Tegangan Normal ( $\sigma$ ) =  $N / A$

( $\sigma$ ) = Tegangan normal ( $\text{kg/cm}^2$ )

$N$  = Beban Yang diberikan ( $\text{Kg}$ )

$A$  = Luas cetakan ( $\text{cm}^2$ )

Adapun rumus untuk menghitung tegangan geser adalah sebagai berikut :

Tegangan Normal ( $\tau$ ) :  $S / A$

( $\tau$ ) = Tegangan Normal

$S$  = Beban geser ( $\text{Kg}$ )

$A$  = Luas Cetakan ( $\text{m}^2$ )

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Pengeboran dan Pengambilan Sampel

Penulis melakukan pengambilan sampel di lapangan menggunakan alat *hand bor*, sampel dari hasil pengeboran tersebut selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium sehingga di dapat hasil berupa nilai bobot isi material dengan satuan  $\text{kN/m}^3$ , nilai kohesi (c) dari material dengan satuan (kPa) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Nilai kohesi dan sudut geser dalam didapat dari *Direct Shear Test*. Kemudian penulis melakukan pengambilan data di lokasi penelitian lereng di PT. Ghaniyyah Nusantara Indah dengan mengambil data orientasi lereng (tinggi, lebar jenjang dan kemiringan lereng) pada lereng tersebut.

## 4.2 Pengujian Sampel

Pengujian sampel bertujuan untuk mengetahui jenis dan karakteristik material dari sampel di lokasi penelitian. Pada kegiatan ini dilakukan beberapa jenis pengujian, yaitu penentuan bobot isi dan uji kadar air. Pengujian terhadap sampel dilaksanakan di Laboratorium Tambang Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Negeri Padang.

### 4.2.1 Uji penentuan kadar air

Pengujian kadar air terhadap sampel bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kadar air yang terkandung dalam material penyusun lereng di lapangan. Adapun data hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada tabel 3.

banyak lagi. Hal tersebut merupakan salah satu penyebab tingginya keragaman spesies ikan di terumbu karang.

**Tabel 2.** Hasil pengujian kadar air

Hasil Pengujian	Sampel A	Sampel B	Sampel C	Rata-rata
Kadar air	31,15 %	33,54 %	32,9 %	32,53 %

### 4.2.2 Uji Bobot Isi

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan bobot isi natural, bobot isi kering dan bobot isi jenuh berat isi/bobot isi tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya ( $\text{gram/cm}^3$ ).

**Tabel 3.** Data pengujian bobot isi dalam keadaan natural

Berat Tanah+ Berat Cincin (gr)	Berat Cincin (gr) (w1)	Volume cincin ( $\text{cm}^3$ )	Bobot Isi $\text{gr/cm}^3$	Rata-rata bobot isi Natural ( $\text{gr/cm}^3$ )
150,38	54,91	64,3	1,48	14,51
149,03	54,12	64,3	1,47	14,41
148,51	54,96	64,3	1,45	14,21
				14,37

**Tabel 4.** Data hasil pengujian berat jenis

Sampel	Berat Jenis	Rata-rata Berat jenis
A	2,42	2,19
B	1,93	
C	2,24	

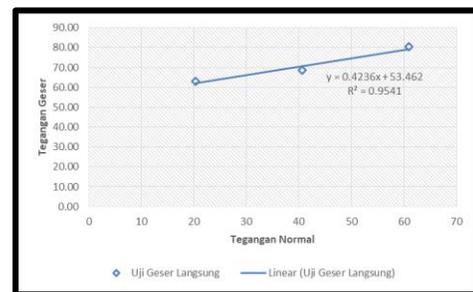
### 4.2.4 Pengujian kuat geser lansung

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan parameter kekuatan tanah, yaitu kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Berikut hasil pengujian geser langsung. Diameter :

6,32cm, Luas : 31,35 $\text{cm}^2$

**Tabel 5.** Hasil pengujian kuat geser langsung

No	Beban normal (kg)	Beban geser (s) (kg)
1	6,5	20,1
2	13	21,9
3	19,5	25,7

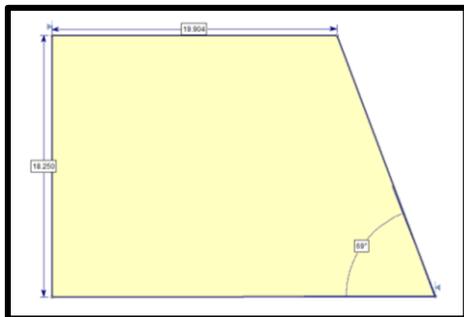


**Gambar 9.** Grafik Uji Geser Langsung

### 4.3 Analisis FK lereng menggunakan metode Bishop Simplified

Metode Bishop yang disederhanakan merupakan metode sangat populer dalam analisis kestabilan lereng dikarenakan perhitungannya yang sederhana, cepat dan memberikan hasil perhitungan faktor keamanan yang cukup teliti. Kesalahan metode ini apabila dibandingkan dengan metode lainnya yang memenuhi semua kondisi kesetimbangan seperti Metode Spencer atau Metode Kesetimbangan Batas Umum, jarang lebih besar dari 5%. Metode ini sangat cocok digunakan untuk pencarian secara otomatis bidang runtuh kritis yang berbentuk busur lingkaran untuk mencari faktor keamanan minimum.

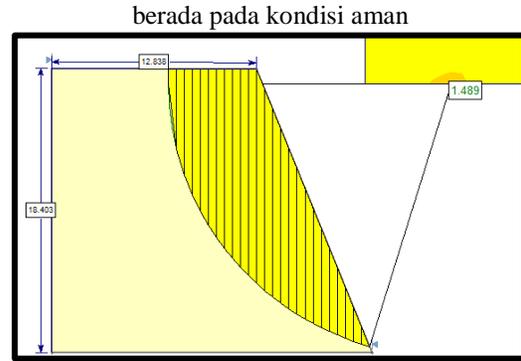
Analisis dilakukan menggunakan aplikasi Rocscience Slide Version 6.005 berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan metode Bishop Simplified untuk jenis material yaitu Clay nilai kohesi, sudut geser dalam, bobot isi tanah, dan bobot isi kering untuk masing-masing material didapat setelah dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik terlebih dahulu, sedangkan untuk geometri lereng didapat dari data pengukuran dilapangan dan data dari perusahaan PT.Aro Suka Mandiri.



**Gambar 10.** Geometri Lereng Aktual PT. Ghaniyyah Nusantara Indah

#### 4.3.1 FK Lereng dalam kondisi natural

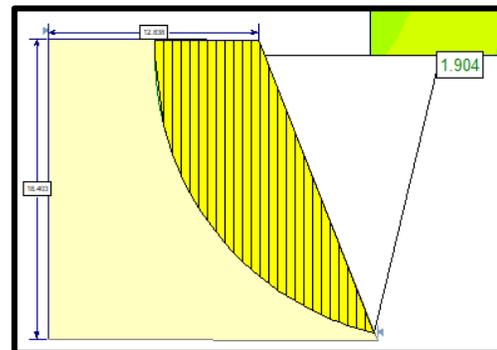
Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi kering adalah sebesar 1,493 dapat dilihat pada gambar di bawah, artinya lereng



**Gambar11.** FK lereng aktual pada kondisi Natural

#### 4.3.2 Analisis FK lereng dalam kondisi kering

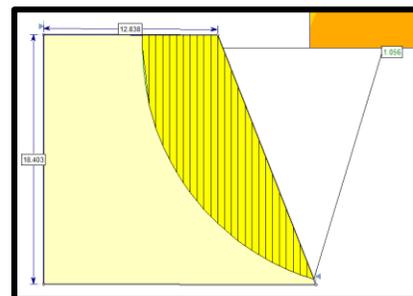
Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi kering adalah sebesar 1.938 dapat dilihat pada gambar di bawah, artinya lereng berada pada kondisi aman



**Gambar12.** FK lereng aktual pada kondisi kering

#### 4.3.3 Analisis FK lereng pada keadaan jenuh

Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng jenuh adalah sebesar 1,086  $FK < 1,25$  artinya lereng berada pada kondisi tidak aman.



**Gambar 13.** FK lereng aktual pada kondisi jenuh

**Tabel 6.** Nilai faktor lereng aktual sebelum dimodifikasi

Tinggi (m)	Sudut	Metode	Faktor Keamanan Aktual		
			Natural	Kering	Jenuh
18,064	69°	Bishop	1,489	1,904	1,056

**4.4 modifikasi Lereng aktual dengan merubah sudut**

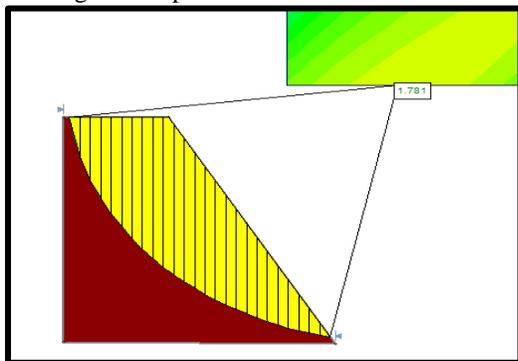
**4.4.1 FK Lereng dalam kondisi natural**

- 1) Modifikasi lereng dengan merubah sudut dalam keadaan natural
  - a) Modifikasi lereng single slope dalam keadaan natural

Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan (FK)

  - Kadar Air (w) = 31,15%
  - Berat jenis (GS) = 2,24
  - Bobot isi Natural ( $\gamma$ ) = 14,37 KN/m<sup>3</sup>
  - Nilai Kohesi = 53,46 KN/m<sup>2</sup>
  - Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) = 22,96
  - Tinggi Lereng (H) = 18,064 m
  - Sudut = 600
  - Faktor Keamanan (FK) = 1,781

. Dari hasil diatas dapat dilihat FK > 1,25 artinya lereng berada pada kondisi aman.

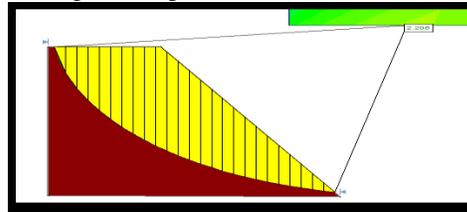


Gambar 14.. Modifikasi single slope natural

**4.4.2 FK Lereng dalam kondisi kering**

- Modifikasi lereng dengan merubah sudut dalam keadaan kering
- a) Modifikasi lereng single slope dalam keadaan kering
- Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan (FK)
- Kadar Air (w) = 33,54%
  - Berat jenis (GS) = 1,93
  - Bobot isi kering ( $\gamma_d$ ) = 10,24 KN/m<sup>3</sup>
  - Nilai Kohesi = 53,46 KN/m<sup>2</sup>
  - Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) = 22,96

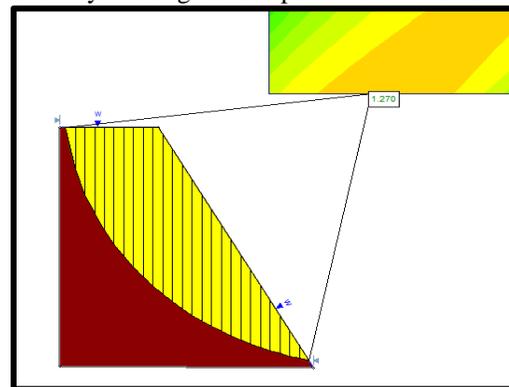
Tinggi Lereng (H) = 18,064 m  
 Sudut = 600  
 Faktor Keamanan (FK) = 2,206  
 . Dari hasil diatas dapat dilihat FK > 1,25 artinya lereng berada pada kondisi aman.



Gambar15 . Modifikasi single slope kering

**4.4.2 FK Lereng dalam kondisi jenuh**

- 1) Modifikasi lereng *single slope* dalam keadaan jenuh
- Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan (FK)
- Kadar Air (w) = 31,15%
  - Berat jenis (GS) = 2,24
  - Bobot isi jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) = 16,63 KN/m<sup>3</sup>
  - Nilai Kohesi = 53,46 KN/m<sup>2</sup>
  - Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) = 22,96
  - Tinggi Lereng (H) = 18,064 m
  - Sudut = 60<sup>0</sup>
  - Faktor Keamanan (FK) = 1,270
- . Dari hasil diatas dapat dilihat FK > 1,25 artinya lereng berada pada kondisi aman.



Gambar16. Modifikasi *single slope* jenuh

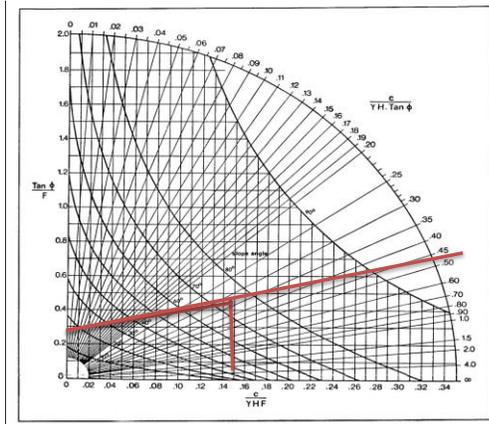
**4.5 Analisis FK aktual dengan perbandingan menggunakan metode Hoek and Bray**

Diketahui :

- Tinggi lereng (H) : 18,064 m
- Sudut kemiringan: 69°
- Bobot isi asli ( $\gamma$ ) : 14,37 KN/m<sup>3</sup>
- Bobot isi kering ( $\gamma_d$ ) : 10,24 KN/m<sup>3</sup>
- Bobot isi jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) : 16,63 KN/m<sup>3</sup>

Kohesi (c) : 53,46 KN/m<sup>2</sup>  
 Sudut geser dalam (ø) : 22,96°

4,5,1 Analisis FK lereng aktual dalam kondisi Kering



Gambar 17. Chart analisis lereng pada keadaan Kering

Lereng aktual keadaan Kering

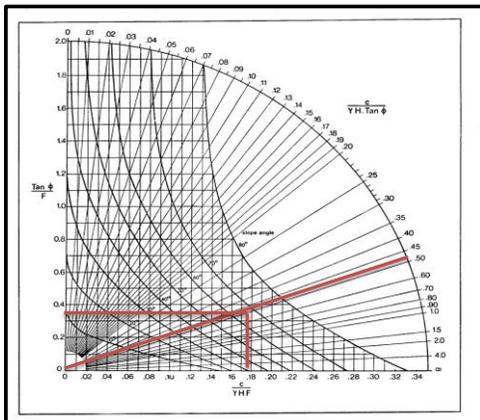
$$\frac{c}{(yd) \times H \times \tan 22,96^\circ} =$$

$$\frac{53,46}{10,24 \times 18,064 \times 0,424} = 0,68$$

Lereng aktual keadaan jenuh

$$\frac{c}{(\gamma_{sat}) \times H \times \tan 22,96^\circ} =$$

$$\frac{53,46}{16,63 \times 18,064 \times 0,424} = 0,41$$



Gambar Chart analisa lereng pada keadaan Jenuh

a)  $\frac{c}{(\gamma_{sat}) \times H \times F} = 0,177$

$$\frac{53,46}{16,63 \times 18,064 \times F} = 0,177$$

$$F = \frac{53,46}{10,73 \times 21,497 \times 0,177} = 1,309$$

b)  $\frac{\tan \phi}{F} = 0,33$

$$\frac{0,424}{F} = 0,33$$

$$F = \frac{0,424}{0,33} = 1,28$$

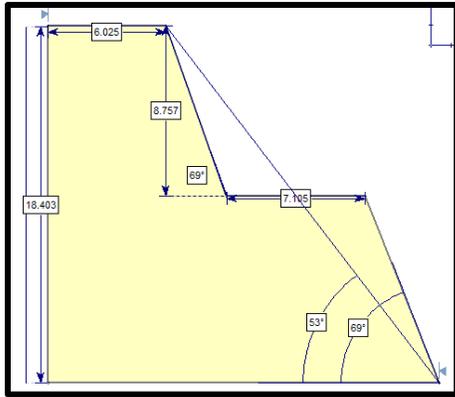
Tabel 7. Nilai FK lereng aktual dengan metode (hoek and bray)

Tinggi (m)	Sudut	Faktor Keamanan Aktual	
		Kering	Jenuh
18,064	69°	1,57	1,28

4.5 Modifikasi lereng dengan membuat bend

Dari hasil analisis kestabilan lereng pada masing-masing titik pengamatan, terlihat bahwa lereng memiliki nilai faktor keamanan FK < 1,25 pada kondisi lereng jenuh. Nilai faktor keamanan FK < 1,25 artinya lereng berada pada kondisi tidak aman/kemungkinan terjadinya longsor disekitar lereng penambangan.

Berdasarkan hasil FK yang diperoleh maka penulis melakukan modifikasi pada lereng dengan melakukan perubahan pada geometri lereng tersebut. Perubahan yang dilakukan dengan mengurangi tinggi lereng dan sudut kemiringan lereng pada masing-masing titik pengamatan berdasarkan analisis software slide 6.0. sehingga penulis memodifikasi sudut kemiringan lereng tunggal 66° dan overall 56° pada masing-masing titik pengamatan, seperti di bawah ini.

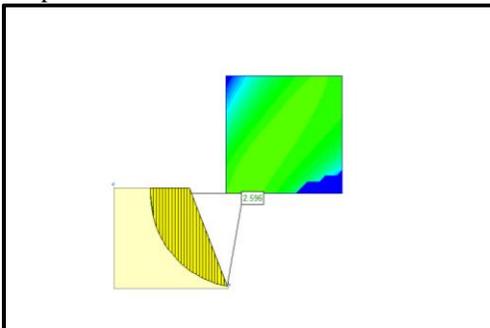


Gambar 19. Geometri Modifikasi lereng

#### 4.6 Analisis FK lereng menggunakan metode Bishop Simplified

##### 4.6.1 Analisis FK Lereng single slope 1 Dalam Keadaan natural

Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng natural adalah sebesar 1,781, dengan nilai kadar air ( $\omega$ ) sebesar 31,15%, berat jenis (GS) sebesar 2,24, nilai bobot isi kering ( $\gamma_d$ ) sebesar 10,24 KN/m<sup>3</sup>, nilai bobot isi natural ( $\gamma$ ) sebesar 14,37 KN/m<sup>3</sup>, nilai kohesi sebesar 53,46 KN/m<sup>2</sup>, serta nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) sebesar 22,96. Dari hasil diatas dapat dilihat pada gambar di bawah, artinya lereng berada pada kondisi aman.

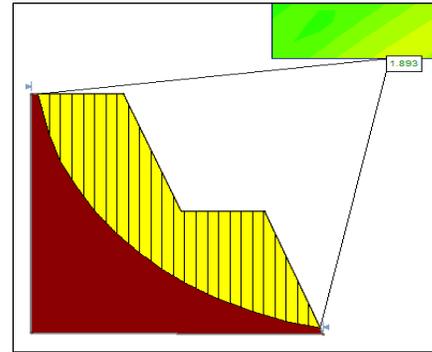


Gambar 20. FK lereng pada kondisi natural PT.Ghanniah Nusantara Indah

##### 4.6.2 Analisis Modifikasi Lereng Overall slope dalam keadaan natural

Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor modifikasi lereng dengan keadaan natural adalah sebesar 1,893, dengan nilai kadar air ( $\omega$ ) sebesar 31,15%, berat jenis (GS) sebesar 2,42, nilai bobot isi kering ( $\gamma_d$ ) sebesar 10,24 KN/m<sup>3</sup>, nilai bobot isi natural ( $\gamma$ ) sebesar 14,37 KN/m<sup>3</sup>, nilai kohesi sebesar 53,46 KN/m<sup>2</sup>, serta nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) sebesar 22,96. Dari hasil diatas dapat

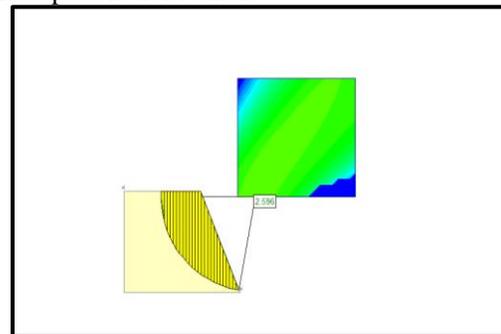
dilihat pada gambar di bawah, artinya lereng berada pada kondisi aman.



Gambar 21. FK lereng pada kondisi overall slope keadaan natural

##### 4.6.3 Analisis FK Lereng single slope modifikasi lereng dengan merubah sudut dalam keadaan kering

Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng natural adalah sebesar 2,206, dengan nilai kadar air ( $\omega$ ) sebesar 33,54%, berat jenis (GS) sebesar 1,93, nilai bobot isi kering ( $\gamma_d$ ) sebesar 10,24 KN/m<sup>3</sup>, nilai kohesi sebesar 53,46 KN/m<sup>2</sup>, serta nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) sebesar 22,96. Dari hasil diatas dapat dilihat pada gambar di bawah, artinya lereng berada pada kondisi aman.

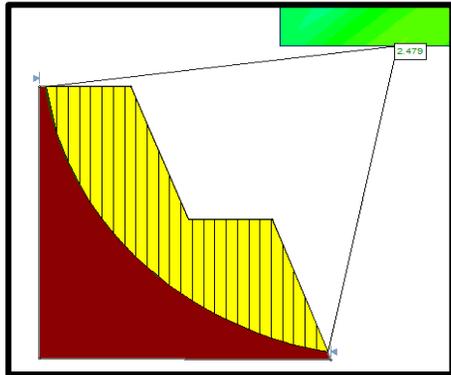


Gambar 22 . modifikasi single slope kering PT.ghaniyyah Nusantara Indah

##### 4.6.4 Analisis FK Lereng overall slope kering

Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng jenuh adalah sebesar 2,479, dengan nilai kadar air ( $\omega$ ) sebesar 33,54%, berat jenis (GS) sebesar 1,93, nilai bobot isi kering ( $\gamma_d$ ) sebesar 10,24 KN/m<sup>3</sup>, nilai kohesi sebesar 53,46 KN/m<sup>2</sup>, serta nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) sebesar 22,96. Dari hasil diatas

dapat dilihat pada gambar di bawah, artinya lereng berada pada kondisi aman.

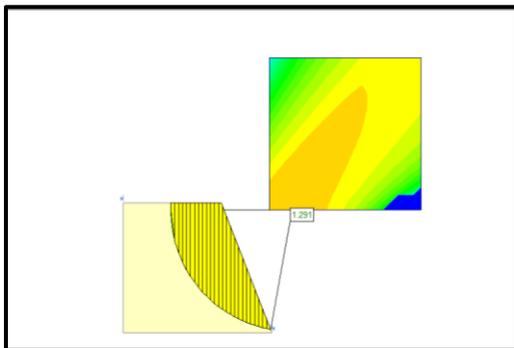


Gambar23.

Modifikasi overallslope kering

#### 4.6.5 Analisis FK Lereng modifikasi single slope jenuh

Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng natural adalah sebesar 1,270, dengan nilai kadar air ( $\omega$ ) sebesar 31,15%, berat jenis (GS) sebesar 2,24, nilai bobot isi jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) sebesar 16,63 KN/m<sup>3</sup>, nilai kohesi sebesar 53,46 KN/m<sup>2</sup>, serta nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) sebesar 22,96. Dari hasil diatas dapat dilihat pada gambar di bawah, artinya lereng berada pada kondisi aman.

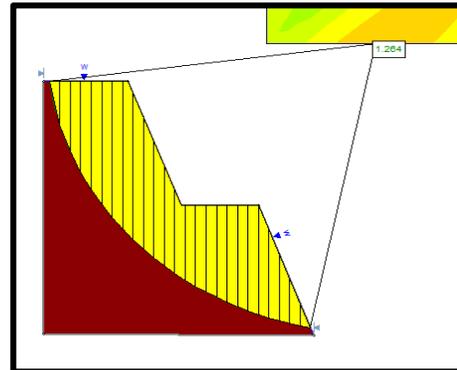


Gambar24. Modifikasi single slope jenuh

#### 4.6.6 Analisis FK Lereng overal Slope dengan Kondisi Jenuh

Berdasarkan analisis menggunakan software slide 6.0 diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng jenuh adalah sebesar 1,264, dengan nilai kadar air ( $\omega$ ) sebesar 32,9%, berat jenis (GS) sebesar 2,24, nilai bobot isi jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) sebesar 16,63 KN/m<sup>3</sup>, nilai kohesi sebesar 53,46 KN/m<sup>2</sup>, serta nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) sebesar 22,96. Dari hasil diatas

dapat dilihat pada gambar di bawah, artinya lereng berada pada kondisi aman.



Gambar25. Modifikasi overallslope jenuh

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan data yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan diantaranya:

1. Berdasarkan hasil pengamatan kondisi lereng di lokasi penambangan PT. Ghaniyyah Nusantara Indah memiliki sudut kemiringan lereng  $69^\circ$  dan mendapat sudut yang amanya  $60^\circ$  dengan ketinggian 18,068 m, dan melakukan pengujian di laboratorium didapatkan nilai kadar air sebesar 32,53 %, bobot isi natural sebesar 14,63 KN/m<sup>3</sup>, bobot isi kering sebesar 10,24 KN/m<sup>3</sup>, serta bobot isi jenuh sebesar 16,63 KN/m<sup>3</sup>. Sudut geser dalam sebesar  $22,96^\circ$  dan kohesi sebesar 53,46 KN/m<sup>2</sup>.
2. Berdasarkan analisis lereng dengan menggunakan program software *rocsience slide v.60* dengan metode *Bishop* didapat faktor keamanan untuk lereng aktual dalam kondisi lereng jenuh FK <1,25 yaitu sebesar 1.064, dalam keadaan natural FK 1,486, dalam keadaan kering didapat FK 1,758 dan analisis manual menggunakan metode *Hoek and Bray* didapat faktor keamanan untuk titik pengamatan dalam kondisi lereng jenuh adalah FK <1,25 yaitu sebesar 1,28, dimana kondisi tersebut sangat rentan untuk terjadinya runtuh/longsoran.
3. Berdasarkan hasil FK yang diperoleh penulis melakukan perubahan pada geometri lereng yaitu dengan merubah sudut pada lereng aktual dimana kemiringan aktual  $69^\circ$ . selanjutnya dengan cara merubah sudut  $60^\circ$  maka yang di

dapat FK jenuhnya yaitu 1,270 dan selajutnya memodifikasi lereng dengan membuat jenjang pada lereng, dimana secara *overall slope* dengan sudut kemiringan menjadi  $57^\circ$  dan untuk *single slope* sudut kemiringannya dibuat dengan modifikasi yaitu *single slope 1*  $69^\circ$  endapatkan Fk dalam keadaan jenuh yaitu (1,938) ,*single slope 2*  $69^\circ$  mendapatkan FK dalam keadaan jenuh yaitu (2,048) ,*overall slope* dengan sudut  $57^\circ$  mendapatkan FK dalam keadaan Jenuh yaitu (1,264).

## A. SARAN

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di atas, maka penulis menyarankan kepada perusahaan agar mengkaji ulang geometri lereng tambang yang ada saat ini, karena geometri lereng saat sekarang ini berpotensi mengalami kelongsoran.
2. Peneliti juga menyarankan pada saat pengkajian ulang lereng, perhitungkan keadaan saat lereng jenuh, agar memperkecil kemungkinan terjadinya longsor pada lereng jika dalam keadaan jenuh.
3. Pengkajian ulang geometri lereng agar mencapai keadaan aman dengan FK besar dari 1,25 maka penanggulangannya dengan pengurangan sudut lereng tambang tersebut.
4. Penanggulangan dengan pengurangan sudut lereng lebih baik dengan metode pembuatan jenjang pada lereng, agar tidak perlu malakukan pembongkaran material/lereng yang banyak. Hal ini dapat menguntungkan dalam segi ekonomis bagi perusahaan.

## 5.2 Saran

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di atas, maka penulis menyarankan kepada perusahaan agar mengkaji ulang geometri lereng jalan tambang yang ada saat ini, karena geometri lereng saat sekarang ini berpotensi mengalami kelongsoran.
2. Pengkajian ulang geometri lereng agar mencapai keadaan aman dengan FK besar dari 1,3 maka penanggulangannya dengan pengurangan sudut lereng tambang tersebut.

## Daftar Pustaka

- A.Muri Yusuf. 2005. Metodologi Penelitian (Dasar-Dasar Penyelidikan Ilmiah). Padang: UNP Press.
- Abramson, L. W. 2002. Slope Stability and Stabilization Methods. John Wiley&Sons. Hoboken. United States of America
- Anoim. 2009. Batas Izin Usaha Pertambangan PT. MSPS Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat
- Braja, M.Das. 1995. Mekanika Tanah Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis. Jilid 12. Erlangga. Jakarta.
- Cherianto, Octovian. 2014 Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop di Kawasan Citrand. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Ginan, Ginanjar Kosim., Maryanto., dan Dono Guntoro. 2015. Analisis Balik Longsoran Low Wall Pit B3 di Tambang Batubara PT BJA menggunakan Metode Probabilistik Monte Carlo. Universitas Islam Bandung
- Gostab, Akbar Perdana. 2013. Evaluasi Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batubara Di Pit Arjuna PT. Putra Muba Coal Kabupaten Musi Banyu Asin Sumatera Selatan. Upn "Veteran" Yogyakarta.
- Horner. P.C, 1988. "Earthworks", ICE Works Construction Guides. Thomas Telford. United States of America
- Ifnanta, A., & Anaperta, Y. M. (2020). Analisis Kestabilan Lereng Tambang Di Area Penambangan Andesit PT. Mineral Sutera Pesisir Selatan Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat. Bina Tambang, 5(1), 116-130.
- Kornelis Bria. 2010. Analisis Kestabilan Lereng Pada tambang batubara Terbuka Pit D Selatan PT. Artha Niaga Cakra Buana Job Site CV. Prima Mandiri Desa Dondang Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur.
- Mulyadi,Hendri. 2011. Analisis Kestabilan Lereng Penggalian Pada Penambangan Batubara Di Daerah Blok Payang PT Gunung bayan Pratamacoal

Kabupaten Kutai Barat, Muara Tae, Kalimantan Timur. Universitas Pembangunan Nasional.

Prayoga , Sonny. 2005. Analisa Kestabilan Lereng Dinding Akhir di PIT AB Monyet PT. KPC, Sangatta, Kalimantan Timur. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Putra, Ilham Setiawan. 2016. Analisis Balik Lereng High Wall pada Penambangan Batubara Area Central, Pit Timur, PT Kuansing Inti Makmur, Desa Tanjung Belit Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi. Universitas Negeri Padang.

Sandra, H., & Anaperta, Y. M. (2018). Analisis Kesetabilan Lereng Studi Kasus Area Tambang Rakyat di Bukit Tui S0 28'43.15" E100 24'16.24"-S0 28'43.15" E100 24'15.28" Kecamatan Padang Panjang Barat Kabupaten Padang Panjang. Bina Tambang, 3(4), 1657-1670.