

ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE BISHOP PADA LERENG LONGSOR DI KELURAHAN MANUTAPEN, KECAMATAN ALAK, KOTA KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR

ANALYSIS OF SLOPE STABILITY WITH THE BISHOP METHOD ON LANDSLIDES IN MANUTAPEN SUB-DISTRICT, ALAK DISTRICT, KUPANG CITY, EAST NUSA TENGGARA

Maria Goreti Tefa, Woro Sundari dan Ika F. Krisnasiwi

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
E-mail: mariagoretitefa06@gmail.com, worosundari@gmail.com dan ikafitri_0102@yahoo.co.id

Abstrak

Permukaan tanah tidak selalu membentuk bidang datar, adapun permukaan tanah yang memiliki perbedaan pada dua elevasi yang membentuk sudut tertentu sehingga disebut dengan suatu lereng (*slope*). Lereng yang terbentuk secara alami maupun buatan kemungkinan akan terjadi longsor apabila gaya pendorong lebih besar dari gaya penahan yang ada di wilayah tersebut sehingga perlu dilakukan analisis kestabilan lereng untuk menentukan faktor keamanan yang dinyatakan dalam angka. Pada analisis yang dilakukan di Kelurahan Manutapen, Kecamatan Alak, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur data yang digunakan adalah data primer berupa geometri lereng dan data sifat fisik tanah yaitu: kadar air (%), bobot isi tanah (), berat jenis dan batas-batas atterberg. Data mekanik tanah yaitu pengujian kuat geser langsung berupa: kohesi (*c*), dan sudut geser dalam (). Metode yang digunakan adalah metode bishop yang disederhanakan. Dari analisis tersebut diperoleh nilai $FK = 0,410$ yang menunjukkan keadaan lereng tidak stabil. Kemudian dilakukan redesain lereng dengan menggunakan *software slide 6.0* sehingga diperoleh nilai $FK = 1,640$ yang menunjukkan kondisi lereng dalam keadaan stabil.

Kata Kunci: Analisis Kestabilan Lereng, Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Tanah

Abstract

*The land surface does not always form a flat plane, while the land surface which has a difference in two elevations forms a certain angle so it is called a slope. Slopes that are formed naturally or artificially are likely to cause landslides if the driving force is greater than the resisting force in the area, so it is necessary to carry out a slope stability analysis to determine the safety factor expressed in numbers. In the analysis conducted in Manutapen Village, Alak District, Kupang City, East Nusa Tenggara, the data used were primary data in the form of slope geometry and soil physical properties, namely: water content (%), soil bulk density (), specific gravity and soil boundaries. Atterberg limit. Soil mechanical data, namely direct shear strength testing in the form of: cohesion (*c*), and internal shear angle (). The method used is the simplified bishop method. From this analysis, it was obtained that the value of $FK = 0.410$ indicated that the slope was unstable. Then a slope redesign was carried out using *slide 6.0* software so that a value of $FK = 1.640$ was obtained which indicated that the slope was in a stable condition.*

Keywords: Analysis Of Slope Stability, Physical And Mechanical Properties Of The Soil

PENDAHULUAN

Permukaan tanah tidak selalu membentuk bidang datar. Adapun permukaan tanah yang memiliki perbedaan pada dua elevasi yang membentuk sudut tertentu sehingga disebut dengan suatu lereng (*slope*). Lereng dapat terbentuk secara alami maupun secara sengaja dibuat oleh manusia. Lereng yang terbentuk secara alami seperti: lereng bukit, sedangkan lereng yang

terbentuk secara sengaja dibuat oleh manusia seperti: lereng bendungan, lereng pembuatan jalan, lereng tambang terbuka.

Lereng mempunyai kemiringan yang tidak tentu sehingga berpotensi terjadinya longsor apabila dalam kondisi tidak stabil. Longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi pada lereng – lereng yang terbentuk secara alami maupun secara buatan. Longsor dapat terjadi

karena ketidakseimbangan antara gaya yang di daerah lereng lebih besar dari gaya penahan yang ada pada lereng wilayah tersebut. Adapun sering terjadinya longsor pada musim hujan maupun kondisi ketinggian lereng yang tinggi. Hal ini yang sering terjadi longsor di Kelurahan Manutapen pada beberapa RT yang berdampak pada lingkungan dan rumah – rumah warga yang ada disekitarnya.

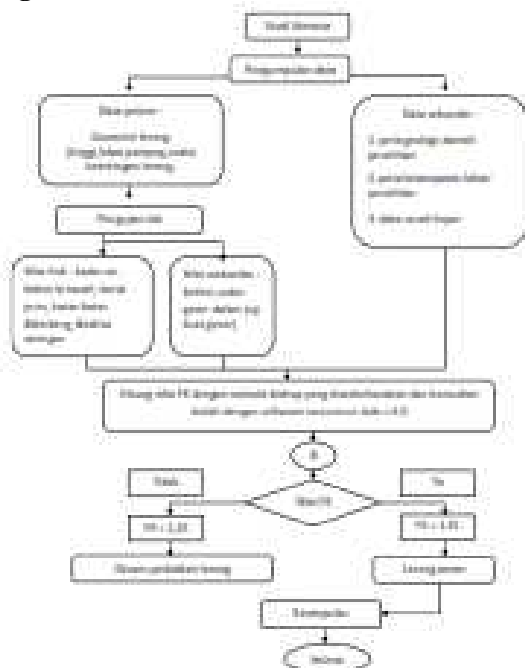
Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting juga pada perencanaan konstruksi – konstruksi sipil dan tambang terbuka. Kemantapan lereng yang tidak stabil sangatlah berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya. Tinggi dan rendahnya Kestabilan lereng diketahui dengan menghitung besarnya faktor keamanan.

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul: “Analisis kestabilan lereng dengan metode bishop pada lereng di kelurahan manutapen, kecamatan alak, Kota Kupang, nusa tenggara timur”.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah pada lokasi di kelurahan manutapen.
2. Mengetahui perhitungan nilai factor keamanan pada lereng menggunakan metode bishop yang disederhanakan.
3. Mengetahui redesain lereng dalam menstabilkan lereng berdasarkan perhitungan actual dengan metode bishop yang disederhanakan pada software rocscience slide 6.0

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

LANDASAN TEORI

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah dan memiliki sudut kemiringan tertentu dengan bidang datar (Braja M. Das). Lereng merupakan suatu bidang yang memiliki kemiringan tertentu dan berpotensi terjadi kelongsoran apabila berada dalam kondisi yang tidak stabil (Wesley dan Pranyoto). Lereng dapat terjadi secara alami maupun sengaja dibuat oleh manusia dengan tujuan tertentu.

Lereng Secara Alami

Lereng alami terbentuk karena proses alam. Lereng – lereng alam yang sudah ada selama bertahun – tahun dapat terjadi longsor / runtuh karena adanya perubahan topografi, hilangnya kuat geser tanah, gempa cuaca, aliran air tanah dan perubahan tegangan. Umumnya keruntuhan – keruntuhan yang terjadi tidak dapat dipahami secara baik karena sedikitnya ilmu yang dilakukan pada lereng – lereng alam tersebut.

Mengetahui letak bidang runtuh lama pada lereng alam dapat memudahkan untuk memahami dan memprediksi perilaku lereng tersebut. Terkadang terjadinya keruntuhan/longsor disebabkan oleh longsor tanah sebelumnya. Material yang paling berpengaruh pada analisis stabilitas lereng yaitu tanah lempung (*clay*).

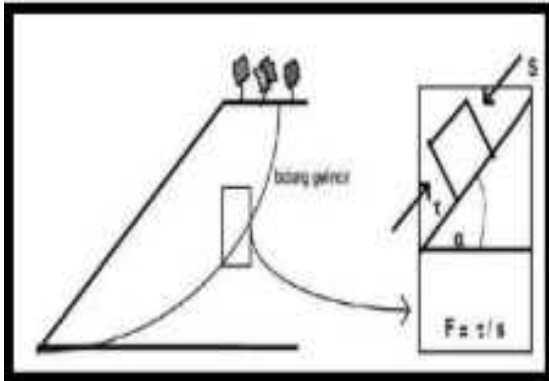
Lereng Buatan

Lereng yang dibuat dengan tanah asli misalnya tanah dipotong untuk pembuatan jalan atau saluran irigasi. Lereng yang terbentuk secara buatan dapat dibedakan menjadi 3 bagian yaitu: galian, timbunan, dan dinding penahan tanah.

Teori Analisis Kestabilan Lereng

Sebuah lereng dikatakan stabil apabila lereng tersebut tidak mengalami kelongsoran. Kemantapan lereng sangat dipengaruhi oleh kekuatan geser tanah untuk menentukan daya tahan tanah terhadap keruntuhan. Analisis kestabilan lereng pada umumnya berdasarkan konsep keseimbangan plastis batas (*limit plastic equilibrium*) (Hardiyatmo, 2010). Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, penulis menggunakan dasar-dasar teori analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metode bishop yang disederhanakan. Faktor keamanan berupa perbandingan antara gaya penahan dengan gaya penyebab longsor.

$$FK = \frac{G}{G} \frac{p}{p} \frac{h_2}{h_1} \frac{L_1}{L_2}$$



Gambar 2. Sketsa Lereng dan Gaya yang Bekerja

Tabel 1. Nilai Faktor Keamanan Kejadian / Intensitas Longsor

FK < 1,25	Longsor terjadi biasa/sering (lereng labil)
FK = 1,25	Longsor pernah terjadi (lereng krisis)
FK > 1,25	Longsor jarang terjadi (lereng relative stabil)

• Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Lereng

Keruntuhan pada lereng alami maupun lereng buatan disebabkan karena adanya perubahan antara lain: topografi, seismik, aliran air tanah, kehilangan kekuatan, perubahan tegangan, dan cuaca. Material pembentuk lereng cenderung untuk menggelincir dikarenakan akibat adanya gaya – gaya luar yang bekerja pada material pembentuk lereng. Meskipun suatu lereng sudah stabil dalam jangka waktu yang lama akan menjadi keadaan tidak stabil karena beberapa faktor yaitu:

1. Jenis dan lapisan penyusun tanah pembentuk suatu lereng.
2. Bentuk geometris penampang lereng.
3. Penambahan kadar air pada tanah (misalnya terdapat rembesan air atau infiltrasi hujan).
4. Berat dan distribusi beban.
5. Getaran atau gempa.

Faktor – Faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng dapat menghasilkan tegangan geser pada seluruh massa tanah. Penyebab naiknya tegangan yaitu naiknya berat unit tanah karena pembasahan, adanya tambahan beban eksternal, bertambahnya kesuraman lereng karena erosi alami atau penggalian

dan bekerjanya beban guncangan. Selain itu penyebab turunnya tegangan yaitu penyerapan air, kenaikan tekanan air pori, beban guncanga atau beban berulang, proses pelapukan dan regangan berlebihan pada lempung sensitif.

Suatu Gerakan akan terjadi kecuali tahanan geser pada setiap permukaan runtuh yang mungkin lebih besar dari tegangan geser yang bekerja (Bowles, 1991).

• Cara - Cara Menstabilkan Lereng

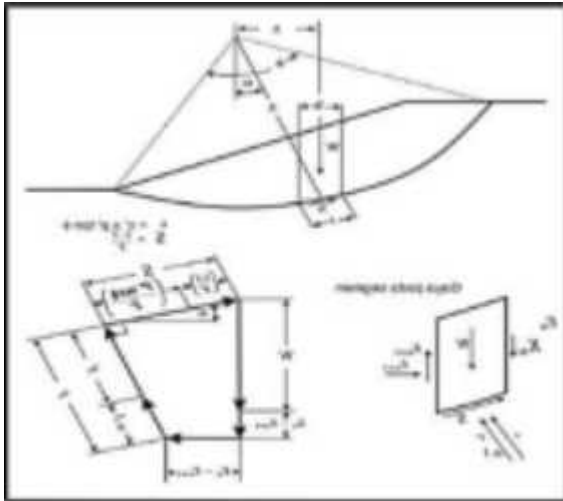
Langkah umum yang dipakai dalam menangani longsor antara lain: pemetaan geologi topografi daerah yang longsor, pemboran untuk mengetahui bentuk perlapisan tanah/batuan dan pemasangan slope indicator untuk mencari bidang geser yang terjadi. Selain itu dilakukan pula pengambilan tanah tidak terganggu, terutama pada bidang geser untuk dipelajari besar kecilnya kekuatan tahanan gesernya.

Adapun beberapa cara yang dipakai untuk menjadikan lereng supaya stabil dapat dibagi dalam 2 golongan yaitu (Wesley dan Pranyoto, 2010):

1. Memperkecil gaya penggerak atau momen penggerak dengan cara mengubah bentuk lereng yang bersangkutan, seperti:
 - a. Mengubah lereng lebih datar atau mengurangi sudut kemiringan
 - b. Memperkecil ketinggian,
 - c. Mengubah lereng menjadi lereng bertingkat (*multi slope*)
2. Memperbesar gaya melawan atau momen melawan:
 - a. Dengan memakai “*counterweight*”, yaitu tanah timbunan pada kaki lereng.
 - b. Dengan mengurangi tekanan air pori di dalam lereng.

• Metode Bishop yang di Sederhanakan

Metode yang paling populer dalam analisis kestabilan lereng. Anggapan yang dipakai pada metode ini yaitu besarnya gaya geser antar-irisan ialah sama dengan nol ($X=0$) dan bidang runtuh berbentuk sebuah busur lingkaran. Kondisi kesetimbangan yang dapat dipenuhi oleh metode ini adalah kesetimbangan momen pada pusat lingkaran bidang keruntuhan untuk setiap irisan dan kesetimbangan gaya dalam arah vertikal untuk setiap irisan, sedangkan kesetimbangan gaya dalam arah horisontal tidak dapat dipenuhi.



Gambar 3. Gaya – Gaya yang pada Tiap Irisan (Bishop yang disederhanakan)

- a. Metode ini pada dasarnya sama dengan metode swedia, tetapi dengan memperhitungkan gaya-gaya antar irisan yang ada. Metode Bishop mengasumsikan bidang longsor berbentuk busur lingkaran.
- b. Pertama yang harus diketahui adalah geometri dari lereng dan juga titik pusat busur lingkaran bidang luncur, serta letak rekahan.
- c. Upaya menentukan titik pusat busur lingkaran bidang luncur dan letak rekahan pada longsor busur dipergunakan grafik 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. Kekurangan 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 mendapatkan secara otomatis bidang runtuh kritis yang berbentuk busur lingkaran dan untuk mencari faktor keamanan minimum.

Bishop menganggap bahwa jumlah gaya – gaya samping vertikal pada masing – masing irisan ($X_n + X_{n+1}$) disamakan dengan nol, sehingga:

$$\text{Jadi, FK} = \frac{\sum [c \cdot b + (W - b \cdot u) \tan \phi'] \left(\frac{1}{\cos \alpha (1 + \tan \phi' \tan \alpha / F)} \right)}{\sum W \sin \alpha}$$

Dengan:

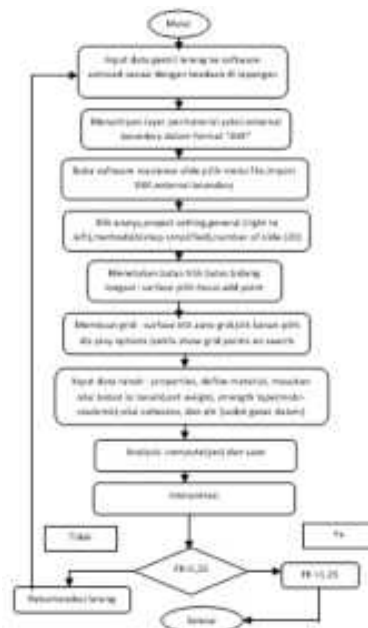
- FK = faktor keamanan
- c = kohesi tanah efektif (kN/m²)
- ϕ' = sudut geser dalam tanah efektif (derajat)
- b = lebar irisan tanah ke-i (kN)
- W = berat irisan tanah ke-I (kN)

- Θ = sudut yang didefinisikan dalam
- u = tekanan air pori pada irisan ke-i (kN/m²)
- α = sudut irisan (derajat)

Dengan kata lain, pada cara Bishop diasumsikan resultan gaya-gaya pada batas vertikal segmen bekerja pada arah horizontal. Dengan asumsi ini, juga karena faktor keamanan pada setiap segmen dijadikan sama, maka besarnya ($E_n - E_{n+1}$) menjadi tertentu, sehingga P dapat diketahui; baik parameter tegangan efektif ataupun parameter tegangan total dapat digunakan pada persamaan – persamaan ini, meskipun persamaan – persamaan tersebut hanya menunjukkan parameter – parameter tegangan efektif. Perhitungan nilai faktor aman dengan menggunakan *simplified bishop method* ini dibutuhkan cara coba-coba (*trial and error*) karena nilai factor aman F nampak di kedua sisi persamaannya. Akan tetapi, cara ini telah terbukti menghasilkan nilai faktor aman yang mendekati hasil hitungan dengan cara lain yang lebih teliti.

• **Software Rocscience Slide V 6.0**

Untuk membantu menentukan faktor keamanan lereng pada penelitian ini digunakan program Slide 6.0. Perhitungan analisis kestabilan lereng dengan program ini memerlukan data-data yang diketahui lebih dahulu yaitu parameter geser tanah (kohesi, sudut geser dalam dan berat isi tanah) dan geometri lereng (tinggi dan sudut kemiringan lereng). Dalam penelitian nantinya akan digunakan metode Bishop untuk pada program slide.



Gambar 4. Program Slide V 6.0

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Sifat Fisik Tanah

Tabel 2. Sifat Fisik Tanah

Hasil Pengujian sifat fisik tanah	atas	tengah	bawah
Kadar air (%)	17,28 (%)	19,73(%)	17,38(%)
Bobot isi (γ)	1,58	1,69	1,67
Berat isi tanah	2,254	2,200	2,229
Batas-batas Atterberg			
Bats cair	36,73	38,37	26,03
Batas plastis	6%	%	%
Indeks plastis	19,01	12,43	16,95
	%	%	%
	22,26	25,86	9,01%
	%	%	

• Sifat Mekanik Tanah

Tabel 3. Sifat Mekanik Tanah

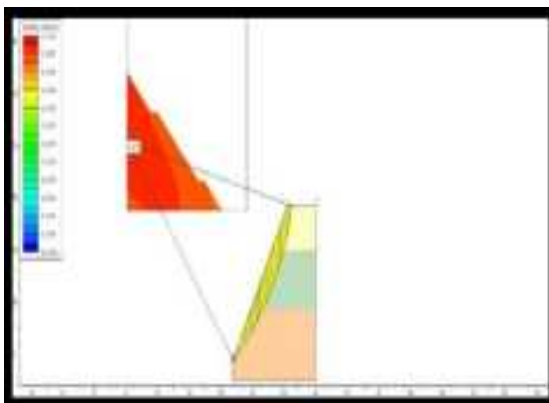
Hasil pengujian sifat mekanika tanah	Sampel atas	Sampel tengah	Sampel bawah
Kuat geser(c)	0,64 kpa	1,42 kpa	0,25 Kpa
Sudut geser dalam(ϕ)	26,089°	20,219°	36,313°

• Profil Geometri Lereng

Profil lereng atau geometri lereng di lokasi penelitian yang bertempat di kelurahan, Kecamatan Alak, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur terdiri dari 1 jenjang atau *single bench*:

- Lebar lereng : 13 m
- Tinggi lereng : 16 m
- Sudut lereng : 60°
- Panjang Bidang Miring : 17 m

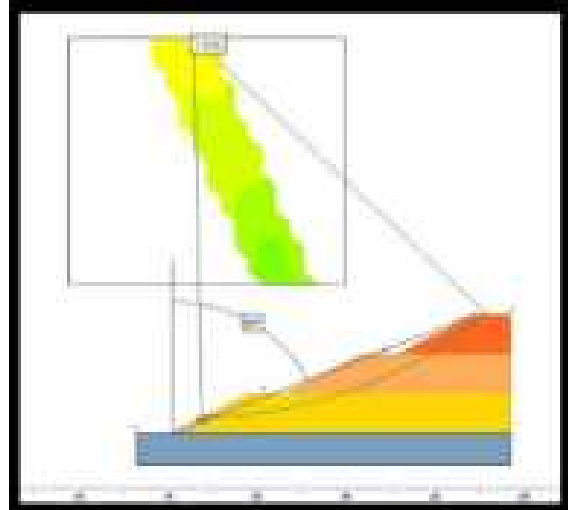
• Metode Bishop yang disederhanakan



Gambar 5. Hasil Perhitungan FK Metode Bishop yang disederhanakan (FK=0,410)

• Rekomendasi Perbaikan Lereng

- Tinggi lereng : 9,50 m
- Sudut lereng : 30°
- Panjang Bidang Miring 1 : 5 m
- Lebar lereng : 20,99 m
- Lebar Bens : 2 m



Gambar 6. Rekomendasi Lereng FK = 1.640

Tabel 4. Perbandingan Perhitungan *Software Rocscience Slide* dengan Perhitungan Aktual Metode Bishop yang disederhanakan

No	Sebelum Redesain	Sesudah Redesain
1.	Perhitungan Software Rocscience Slide FK = 0,410	Perhitungan Software Rocscience Slide FK = 1,640
2.	Perhitungan Aktual Metode Bishop Yang Disederhanakan FK = 0,47	Perhitungan Aktual Metode Bishop Yang Disederhanakan FK = 1,64

KESIMPULAN DAN SARAN

• Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dengan hasil analisis sifat fisik dan mekanik pada material pembentuk lereng pada lokasi penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pengujian Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah pada area lereng lokasi penelitian sebagai berikut:

1. Sampel Atas

Sifat fisik sampel atas pada lokasi penelitian adalah:

- Kadar Air = 17,28 %
- Berat Jenis = 2,404 gr/cm³
- Bobot Isi = 15,49 kN/m³

- d. Batas Atterberg
- Batas Cair = 41,27%
 - Batas Plastis = 19,01 %
 - Indeks Plastisitas = 22,26 %
- Sifat Mekanik sampel atas pada lokasi penelitian adalah:
- a. Kohesi = 0,64 kPa
 - b. Sudut Geser Dalam = 26,089°
2. Sampel Tengah
- Sifat fisik sampel tengah pada lokasi penelitian adalah:
- a. Kadar Air = 19,73 %
 - b. Berat Jenis = 2,118 gr/cm³
 - c. Bobot Isi = 16,57 kN/m³
- d. Batas Atterberg
- Batas Cair = 38,29 %
 - Batas Plastis = 12,43 %
 - Indeks Plastisitas = 25,86 %
- Sifat Mekanik sampel tengah pada lokasi penelitian adalah:
- a. Kohesi = 1,42 kPa
 - b. Sudut Geser Dalam = 20,219°
3. Sampel Bawah
- Sifat fisik sampel bawah pada lokasi penelitian adalah:
- a. Kadar Air = 17,38%
 - b. Berat Jenis = 2,383 gr/cm³
 - c. Bobot Isi = 16,38 kN/m³
- d. Batas Atterberg
- Batas Cair = 25,96 %
 - Batas Plastis = 16,95%
 - Indeks Plastisitas = 9,01%
- Sifat Mekanik sampel bawah pada lokasi penelitian adalah:
- a. Kohesi = 0,25 kPa
 - b. Sudut Geser Dalam = 36,313°

Perhitungan Secara Data Aktual Metode bishop yang disederhanakan Dengan Menggunakan *Software Rocscience Slide 6.0* Nilai faktor keamanan lereng berdasarkan metode bishop yang disederhanakan sebagai berikut:

- a. Metode Bishop Yang Disederhanakan Dari Perhitungan *Software* FK=0,410 Sedangkan Perhitungan Manual FK= 0,47
- b. Perhitungan Manual Redesain Lereng Yang Aman Menggunakan *Software Rocscience Slide 6.0*
 - a. Rekomendasi Lereng
 - Tinggi lereng : 9,50 m
 - Sudut lereng : 30°
 - Lebar Lereng : 20,99 m
 - Panjang Bidang Miring : 5 m
 - Nilai FK Software : 1,640
 - Nilai FK Hitung Manual : 1,64

• Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka penulis menyarankan:

1. Perlu melakukan pengawasan yang baik saat pengujian sampel tanah terutama pada saat uji kuat geser langsung.
2. Upaya yang dapat dilakukan dalam mencegah terjadinya longsoran pada lereng adalah dengan mendesain geometri lereng bench hingga mencapai kondisi yang dapat dikategorikan stabil dengan nilai FK 1,25.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Irwandy.,2016, Geoteknik Tambang, Jakarta.
- Cherianto.octavian., 2014, Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop Studi Kasus Kawasan Citraland Sta.1000m.
- Das, Braja M. Mekanika Tanah 1. Erlangga. Jakarta.
- Darwis.H., 2018, Dasar – dasar Mekanika Tanah, Yogyakarta: universitas Muhammadiyah makassar.
- Hardiyatmo.H.C., 2007.Mekanika Tanah 1, Yogyakarta: UGM Press.
- Herianto. 1983. Analisa Kestabilan Lereng. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Tri Astuti, R Fita., 2016, Analisa Stabilitas Lereng dengan Menggunakan Simplified Bishop Method Studi Kasus Kelongsoran Ruas Jalan Batas Kota LiwaSimpang Gunung Kemala Sta.263+650, Bukit Barisan Selatan, Lampung Barat. Universitas Lampung.