

STUDI PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN LERENG DAN JUMLAH TRAP TERHADAP BAHAYA LONGSOR

Mawardi ¹⁾, Hellyward J. ²⁾

¹⁾ Mahasiswa, Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas

²⁾ Dosen, Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas
Kandang Limun, Bengkulu, 38371, Telp. (0736)344087, laman : www.unib.ac.id

Corresponding author : mawardi@unib.ac.id

ABSTRAK

Longsor merupakan fenomena alam yang biasa terjadi, hal ini dikarenakan alam akan selalu menjaga kesetimbangannya. Longsor yang terjadi di desa Talang saling, Seluma. Areal yang longsor ini merupakan kawasan kantor dan jalan perlintasan kendaraan. Studi ini bertujuan untuk menganalisis kehandalan lereng sekitar area yang longsor, yaitu melakukan analisis stabilitas lereng areal tersebut. Studi ini juga memberikan solusi menyelesaikan masalah longsor ini, agar lereng aman terhadap bahaya longsor, yaitu dengan membuat pemodelan lereng yang di potong sehingga lereng menjadi landai, dan membuat pemodelan lereng yang di buat trap-trap sehingga berat masa tanah lereng menjadi ringan, menyebabkan lereng aman terhadap bahaya longsor. Metoda analisisnya menggunakan metode kesetimbangan batas, untuk mendapatkan angka keamana lereng (FK). Penelitian ini melakukan uji sifat fisis maupun uji mekanik sampel tanah asli yang diambil di lokasi lereng yang longsor dan melakukan pengukuran sudut kemiringan lereng. Hasil uji sifat fisis maupun uji mekanik sampel tanah dan sudut kemiringan lereng dijadikan input pada hitungan dan analisis stabilitas lereng untuk memperoleh angka keamanan lereng (FK). Hasil pengujian uji sifat fisis maupun uji mekanik tanah asli adalah : tanah lempung, dan sudut kemiringan lerengnya 15° . Dari analisis stabilitas lereng pada lereng asli semua lereng mempunyai FK yang kurang dari 1,5 jadi lereng mempunyai performan tidak aman. Pada analisis stabilitas lereng yang dimodelkan : lereng dengan trap, pada lereng 1 adalah 3 trap dengan kemiringan sudut yang aman 15° dari model ini didapat angka keamanan $FK = 1,78 > 1,5$ (lereng aman). Pemodelan lereng 2 adalah model lereng yang aman adalah lereng dengan sudut kemiringan 13° didapat angka keamanan $FK = 1,59 > 1,5$ (lereng aman). Pemodelan lereng 3 adalah dengan pemodelan 2 trap dengan model sudut kemiringan lerengnya sebesar 14° didapat angka keamanan $FK = 1,963 > 1,5$ (lereng aman).

Kata Kunci : Metode kesetimbangan batas, Stabilitas Lereng, Terasering

ABSTRACT

Landslides are a natural phenomenon that usually occurs, this is because nature will always maintain its balance. Landslides that occurred in Talang Salhan Village, Seluma. The area that collapsed was an office area and a vehicle crossing. This study aims to analyze the reliability of the slopes around the landslide area, namely carrying out an analysis of the slope stability of the area. This study also provides a solution to solve this landslide problem, so that the slope is safe from the danger of landslides, namely by modeling slopes that are cut so that the slope becomes sloping, and modeling slopes that are made of traps so that the weight of the slope becomes light, causing the slope safe from the danger of landslides. The analysis method uses the limit equilibrium method, to obtain slope safety figures (FK). This research carried out physical and mechanical properties tests of original soil samples taken at the location of the landslide slope and measured the angle of slope of the slope. The results of physical properties tests and mechanical tests of soil samples and slope angles are used as input for calculating and analyzing slope stability to obtain slope safety figures (FK). The results of the physical properties and mechanical tests of the original soil are: clay soil, and the slope angle is 15° . From the slope stability analysis on the original slopes, all slopes have an FK of less than 1.5, so the slopes have unsafe performance. In the modeled slope stability analysis: slope with traps, on slope 1 there are 3 traps with a safe slope angle of 15° . From this model, the safety figure $FK = 1.78 > 1.5$ (safe slope) is obtained. Slope modeling 2 is a safe slope model, namely a slope with a slope angle of 13° , with a safety figure $FK = 1.59 > 1.5$ (safe slope). Modeling slope 3 is by modeling 2 traps with a slope angle model of 14° , obtaining a safety figure of $FK = 1.963 > 1.5$ (safe slope).

Key Words : *limit equilibrium method, slope stability, terraces*

PENDAHULUAN

Permukaan tanah mempunyai topografi yang berbeda sehingga membentuk suatu lereng (*Slope*). Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan. Lereng dapat terjadi alami ataupun karena buatan manusia dengan tujuan tertentu. Manusia memanfaatkan lereng dengan membangun bangunan sebagai rumah tinggal, gedung perkantoran, bendungan dan lain sebagainya. Hal ini membuat tanah mengalami pergeseran sehingga tak dapat mempertahankan kestabilannya. Salah satu akibat dari kestabilan ini adalah longsor.

Pemilihan lokasi didasari adanya beberapa lereng yang longsor, dan akan longsor, kawasan yang longsor berlokasi di desa Talang Saling, Kabupaten Seluma, berada pada titik kordinat 4°04'39.7"S - 102°33'22.6"E. Wilayah desa Talang Saling yang longsor ini merupakan areal perkantoran. Sebagai tempat vital untuk perkantoran, kawasan ini diharapkan tidak terjadi longsor lagi di kemudian hari, oleh sebab itu maka setiap lereng yang ada di daerah tersebut sangat perlu dilakukan analisis stabilitas lerengnya, hal ini untuk memastikan lereng tersebut aman dari bahaya longsor. Ukuran kestabilan lereng diketahui dengan menghitung besarnya faktor keamanan.

Analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metode *Fellenius* merupakan salah satu cara perhitungan analisis stabilitas lereng. Perhitungan dengan menggunakan metode ini cukup sederhana, cepat, dan memberikan hasil yang cukup teliti dengan mengubah bentuk lereng terasering. Analisis ini bertujuan untuk mencari nilai minimum angka keamanan yang dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*). Seiring kemajuan zaman, saat ini analisis stabilitas lereng menjadi lebih cepat dan tepat dengan salah satunya menggunakan program komputer

Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah : Mendapatkan nilai faktor keamanan (FK) lereng yang efisien di lereng kawasan desa Talang Saling, Seluma pada kondisi lereng asli, lereng yang aman $FK \geq 1,5$, 1 lereng terasering 2 trap dan lereng terasering 3 trap dengan analisis menggunakan Metode kesetimbangan batas yaitu memakai metode *Fellenius*, Dan Menentukan

desain perkuatan lereng dengan bentuk model pemotongan lereng dan model pembuatan trap-trap : terasering 2 dan 3 trap .

TINJAUAN PUSTAKA

Lereng

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal dan tidak terlindungi. Lereng alami maupun buatan dibedakan menjadi lereng dengan panjang tak hingga dan lereng dengan panjang hingga. Analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep umum keseimbangan batas, untuk menghitung faktor aman (FK) yang melawan gaya runtuh pada kestabilan lereng tersebut. Faktor keamanan adalah perbandingan antara kekuatan geser maksimum (τ_{max}) dan kekuatan geser yang diperlukan untuk kemantapan, yaitu kekuatan pada keadaan keseimbangan batas.

Tanah

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Mawardi & Anggara 2021). Pembentukan tanah dari batuan induknya dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel yang lebih kecil, disebabkan adanya pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, cuaca / suhu. Partikelnya berbentuk bulat, bergerigi. Pembentukan tanah secara kimia terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (mengandung asam / alkali) (Mawardi dan Anggara, 2021). Tanah adalah tempat diletakkannya pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti bendung (Hardiyatmo, 2012).

Klasifikasi Tanah

Sekarang ini ada dua sistem klasifikasi tanah yang selalu dipakai oleh para ahli teknik sipil. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Sistem-sistem tersebut adalah Sistem Klasifikasi AASHTO dan Sistem Klasifikasi USCS (Hardiyatmo, 2012).

1. Sistem Klasifikasi AASTHO

American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (sub-base) dan tanah dasar (subgrade).

2. Unified Soil Classification System (USCS) Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh The Army Corps of Engineers selama Perang Dunia II. Dalam rangka kerja sama dengan *United States Bureau of Reclamation tahun 1952*, sistem ini disempurnakan (Das, 1994). Kemudian *American Society for Testing and Materials (ASTM)* memakai USCS sebagai Metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik (Hardiyatmo, 2012).

Longsoran

Longsoran atau pergerakan tanah adalah salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan, dan runtuh batuan/tanah yang terjadi seketika yang bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur dari atas suatu lapisan kedap yang jenuh air (bidang luncur). Kelongsoran pada lereng alami atau lereng buatan dapat terjadi secara perlahan atau tiba-tiba, pergerakan tanah ini biasanya diakibatkan oleh adanya pemicu kelongsoran. Salah satu pemicu kelongsoran lereng adalah penurunan kuat geser tanah (c) dan sudut geser dalam (ϕ') yang selanjutnya menyebabkan kelongsoran. (Mawardi, 2018).

Stabilitas Lereng

Kondisi tanah di permukaan bumi memiliki ketinggian yang berbeda-beda antara suatu titik dengan titik lainnya. Material penyusun tanah memiliki ikatan yang tidak begitu kuat, sehingga dengan adanya gaya gravitasi dapat membuat tanah retak sehingga terjadi tanah longsor,

(Putu, 2015). Stabilitas lereng (*slope stability*) sangat dipengaruhi oleh kekuatan geser tanah untuk menentukan kemampuan menahan tanah yang mengalami keruntuhan. Dalam prakteknya, analisa stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan batas plastis (*Limit Plastic Equilibrium*). Adapun analisa stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor potensial (Mawardi, dkk., 2022)

Longsor yang terjadi banyak disebabkan oleh beberapa hal, antara lain kondisi masyarakat sekitar lereng yang melakukan pembabatan pohon pada area lereng, dan juga mendirikan bangunan di atas lereng sehingga mengakibatkan penambahan beban lereng. Bencana tanah longsor biasanya terjadi terjadi saat musim penghujan. Air hujan merupakan faktor eksternal yang memicu terjadinya kelongsoran. Hujan memicu tanah menjadi longsor karena air hujan yang intrusi ke tanah menambah beban lereng dan terbukanya pori-pori tanah akan menurunkan kuat geser tanah. Lereng yang tidak mampu menahan pertambahan beban ini mengakibatkan ketidakstabilan pada tubuh lereng itu sendiri sehingga mengakibatkan terjadinya keruntuhan lereng / longsor (Mawardi dkk., 2018).

Perhitungan nilai faktor keamanan merupakan cara untuk menganalisis kestabilan suatu lereng dengan menggunakan data sifat fisik tanah, sifat mekanis tanah (geoteknis tanah) dan bentuk geometri lereng (Mawardi dkk., 2018).

Perkuatan perlu dirancang dengan jenis bahan yang ringan agar tidak menambah beban pada tanah asli yang lunak yang dapat menimbulkan penurunan yang besar. Pencegahan dapat dilakukan dengan terasering. Terasering adalah bangunan konservasi tanah dan air secara mekanis yang dibuat untuk memperpendek panjang lereng dan atau memperkecil kemiringan lereng dengan jalan penggalian dan pengurangan tanah melintang lereng serta mengurangi massa yang potensial tergelincir, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.



Sumber : olahan sendiri
Gambar 1. Bidang Longsor Lereng

Tabel 1. Nilai dari faktor keamanan (FK) berdasarkan intensitas kelongsoran

Nilai Faktor Keamanan (FK)	Intensitas Kelongsoran
FK < 1,5	Lereng dalam keadaan tidak stabil
FK = 1,5	Lereng kemungkinan dalam keadaan tidak stabil
FK > 1,5	Lereng dalam keadaan stabil

Sumber : Bishop, 1955

Metode Fellenius

Metode Fellenius (Fellenius, 1936 dalam Hardiyatmo, 2012) menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. Dengan anggapan ini, keseimbangan arah vertikal dan gaya-gaya yang bekerja dengan memperhatikan tekanan air pori. Bentuk persamaan faktor keamanan untuk analisis stabilitas lereng cara Fellenius (Hardiyatmo, 2002), adalah :

$$FK = \frac{\sum [c' \cdot l + (P_w - u \cdot l) \tan \phi']}{\sum W \sin \alpha} \quad (1)$$

Metode Finite Elemen

Finite Element Method (FEM) adalah salah satu metode untuk memperoleh nilai SF untuk analisa *slope stability* dengan mempertimbangkan hubungan tegangan-regangan dalam tanah dan deformasi tanah. Konsep perhitungan dengan metode ini

adalah menggunakan analisa numeric untuk memperoleh hubungan tegangan-regangan maupun deformasi. Konsep dasar perumusan ini adalah mereduksi nilai tegangan geser (c) dan sudut geser dalam tanah untuk memperoleh nilai safety factor. Kedua parameter tersebut akan berkurang hingga massa tanah dalam tubuh talud/timbunan mengalami kelongsoran (Saputro, 2017).

A. Tegangan

Persamaan tegangan merupakan sebuah tenor yang dapat dinyatakan oleh sebuah matriks dalam koordinat Cartesius :

$$\underline{\underline{\sigma}} = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix}$$

B. Regangan

Regangan merupakan sebuah tensor yang dapat dinyatakan oleh matriks dalam koordinat Cartesius :

$$\underline{\underline{\epsilon}} = \begin{bmatrix} \epsilon_{xx} & \epsilon_{xy} & \epsilon_{xz} \\ \epsilon_{yx} & \epsilon_{yy} & \epsilon_{yz} \\ \epsilon_{zx} & \epsilon_{zy} & \epsilon_{zz} \end{bmatrix}$$

Program Komputer Berbasis LEM dan FEM

Dalam program berbasis LEM terdapat produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan lereng baik yang tersusun oleh tanah maupun batuan. Analisis faktor keamanan dapat dilakukan dalam kondisi lapangan yang berbeda seperti berbagai macam kemiringan tanah, terdapat tekanan air pori atau tidak, maupun sifat tanah yang berbeda-beda (Lesmana, 2016).

Program berbasis FEM adalah suatu program elemen hingga 2 dan 3 dimensi yang digunakan untuk menampilkan analisis deformasi dan analisis stabilitas untuk berbagai tipe aplikasi geoteknik. Situasi kasus sebenarnya dapat dimodelkan baik dengan plane strain maupun model *axisymmetric* (Setyanto, 2016).

Jenis-Jenis Pengujian Tanah

Pengujian sampel tanah di laboratorium terdiri dari dua pengujian yaitu pengujian sifat fisis tanah dan pengujian mekanik tanah. Pengujian sifat fisis tanah digunakan untuk mengetahui karakteristik tanah sedangkan

pengujian mekanik untuk mendapatkan nilai kuat geser tanah berupa kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Data yang telah didapat lalu dianalisis menggunakan metode Fellinius untuk menghitung faktor keamanan pada masing-masing lereng. Nilai faktor keamanan kemudian dibuatkan kesimpulan terhadap bahaya longsor (Mawardi, 2018). Pengujian atau penyelidikan tanah berfungsi untuk memperoleh data dan informasi parameter sifat fisik maupun sifat mekanika tanah, selanjutnya parameter-parameter tersebut digunakan sebagai bahan analisis dan pertimbangan dalam perencanaan dan desain tipe penanganan longsor. Berikut merupakan beberapa pengujian yang dibutuhkan untuk menganalisis stabilitas lereng (Hariyadi, 2020).

1. Analisa saringan (SNI 3432-2008)
2. Berat Jenis (SNI 1964-2008)
3. Berat Isi (SNI 02-3637-1994)
4. Batas-batas konsistensi tanah
 Batas cair (SNI 1967-2008)
 Batas plastis (SNI 1966-2008)
5. Kuat Geser Langsung (SNI 2813-2008)
6. Pemadatan Ringan (SNI 1742-2008)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan dengan mengambil sampel tanah langsung dari lokasi, kemudian dilakukan pengukuran dan pengambilan titik koordinat menggunakan alat *GPS*, Lereng 1 pada koordinat S 04°04'23,39" E 102°33'40,04", lereng 2 pada koordinat S 04°04'41,66" E 102°33'10,65" dan lereng 3 pada koordinat S 04°05'01,46" E 102°33'22,05". Penelitian yang dilakukan meliputi uji fisis tanah dengan dilanjutkan uji mekanik tanah. Data yang diperoleh dari penelitian kemudian dijadikan bahan perhitungan analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metode *finite element* untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (FK) dari 3 lereng yang diteliti.

Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

Sampel tanah yang di ambil dilakukan uji fisis tanah untuk mengetahui karakteristik tanah dari 3 lereng dengan tingkat kecuraman yang berbeda. Pengujian sifat fisis tanah yang dilakukan yaitu Kadar air, berat jenis, berat volume basah, berat volume kering, uji analisis

saringan, uji berat jenis tanah, uji-uji batas konsistensi dan uji berat isi tanah.

Hasil pengujian berat jenis

Penelitian berat jenis dilakukan menggunakan tanah asli. Pada sampel 3 lereng. Hasil perhitungan berat jenis dari 3 sampel kemudian dirata-ratakan untuk mengetahui berat jenis rata-rata dari masing-masing lereng. Perhitungan yang dilakukan pada 1 lereng didapatkan nilai berat jenis pada lereng 1A sebesar 2,59, lereng 1B sebesar 2,60 dan lereng 1C sebesar 2,61.

Tabel 2 Hasil pengujian berat jenis

Lereng	Berat Jenis	
1A	2,60	2,59
1B	2,60	
1C	2,59	
2A	2,62	2,60
2B	2,59	
2C	2,60	
3A	2,62	2,61
3B	2,62	
3C	2,61	

Hasil pengujian berat isi

Pengujian berat isi dilakukan pada sampel tidak terganggu, pada 3 lereng, Perhitungan dilakukan pada 3 lereng dan didapatkan nilai :

Tabel 3. Rekapitulasi hasil uji berat isi

Lereng	Berat Isi					
	γ_b (gr/cm ³)	Rata-rata γ_b (gr/cm ³)	Rata-rata γ_b (KN/m ³)	γ_d (gr/cm ³)	Rata-rata γ_d (gr/cm ³)	γ_{sat} (KN/m ³)
1A	1,45	1,437	14,101	1,18	1,182	16,995
1B	1,43			1,15		
1C	1,44			1,21		
2A	1,55	1,526	14,967	0,92	1,033	16,091
2B	1,53			1,12		
2C	1,49			1,07		
3A	1,70	1,657	16,260	1,19	1,189	17,055
3B	1,58			1,22		
3C	1,69			1,16		

Hasil pengujian dan perhitungan berat isi pada 3 lereng dapat dilihat selengkapnya pada lampiran. Perhitungan dilakukan pada 3 lereng dan didapatkan nilai berat isi basah (γ_b) pada

Studi Pengaruh Sudut Kemiringan Lereng dan Jumlah Trap Terhadap Bahaya Longsor

lereng 1A sebesar 14,101 kN/m³, lereng 1B sebesar 14,967 kN/m³ dan lereng 1C sebesar 16,260 kN/m³. Berat isi jenuh (γ_{sat}) pada lereng 1A sebesar 16,995 kN/m³, lereng 1B sebesar 16,091 kN/m³ dan lereng 1C sebesar 17,055 kN/m³. Nilai dari berat isi basah dan berat isi kering ini nantinya digunakan dalam Metode kesetimbangan batas dan Metode Elemen Hingga.

Hasil pengujian analisis saringan

Hasil pengujian dan perhitungan analisa saringan pada 3 lereng dapat dilihat selengkapnya pada Lampiran. Pada sistem USCS, hasil pengujian analisis saringan pada 3 lereng mendapatkan hasil persentase tanah yang lolos saringan No.200 kurang dari 50% diklasifikasikan berbutir kasar dan persentase butiran yang lolos saringan No.200 lebih besar dari 12%. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa lereng 1, lereng 2 dan lereng 3 termasuk tanah lempung berpasir (SC).

Hasil pengujian batas-batas konsistensi

Penelitian batas-batas konsistensi pada tanah asli dilakukan pada sampel yang terganggu. Berdasarkan hasil penelitian batas-batas konsistensi yaitu pengujian batas plastis (*plastic limit*) dan batas cair (*liquid limit*) yang dilakukan pada lereng sampel dari 3 lereng, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Rekapitulasi batas-batas konsistensi tanah asli

Sampel	Indeks Plastisitas	Rata-rata	Batas Cair	Rata-rata
<i>Lereng 1</i>				
A	18,77	16,25	52,10	51,22
B	15,54		50,28	
C	14,45		51,27	
<i>Lereng 2</i>				
A	13,83	14,25	65,92	58,95
B	15,32		57,49	
C	13,60		53,44	
<i>Lereng 3</i>				
A	17,06	16,53	63,64	53,32
B	15,43		43,81	
C	17,10		53,32	

Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Sampel tanah yang diambil dilakukan uji mekanik tanah untuk mengetahui karakteristik

tanah dari 3 lereng. Pengujian sifat mekanik tanah yang dilakukan yaitu uji direct shear atau pengujian kuat geser langsung.

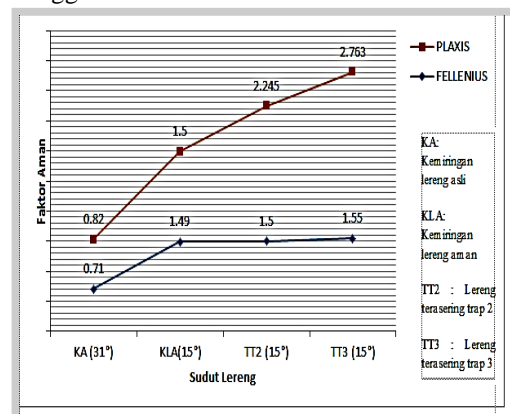
Hasil Pengujian Direct Shear

Pengujian sifat mekanik tanah dilakukan sebanyak 3 kali pada tiap 1 lereng. Pengujian dilakukan dengan memberikan 3 beban yang berbeda, beban pertama sebesar 3167 gr, beban kedua sebesar 6334 gr, dan beban ketiga sebesar 9501 gr. Hasil dari perhitungan nilai c' dan ϕ' diambil hasil rata-rata dari 3 sampel dalam 1 lereng yang dilakukan pengujian. Rekapitulasi nilai c' dan ϕ' dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi nilai c' dan ϕ' tanah asli

Sampel	Kohesi (c') Kpa	Rata-rata c' (Kpa)	Sudut geser (ϕ') (°)	Rata-rata ϕ' (°)
LERENG 1 (A)	9.694	9.910	22.540	23.020
LERENG 1 (B)	10.340		23.021	
LERENG 1 (C)	9.694		23.499	
LERENG 2 (A)	10.987	10.77	22.540	23.494
LERENG 2 (B)	10.987		23.499	
LERENG 2 (C)	10.340		24.444	
LERENG 3 (A)	9,049	9,479	22,055	23,176
LERENG 3 (B)	9,694		23,973	
LERENG 3 (C)	9,694		23,499	

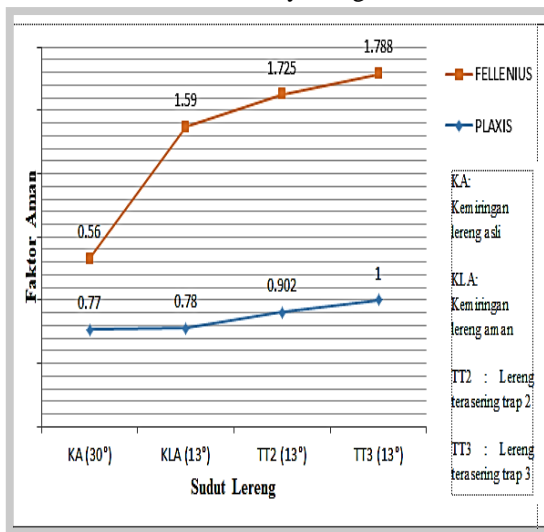
Hubungan antara Sudut Kemiringan Lereng Terhadap Nilai FK Lereng pada Lereng Kemiringan Asli, Lereng Kemiringan Lereng Aman, Lereng Terasering Trap 2, Lereng Terasering Trap 3 dengan Metode kesetimbangan batas dan Metode Elemen Hingga.



Gambar 4 Grafik hubungan FK dengan Sudut Kemiringan Lereng Tipe Variasi Lereng pada Lereng 1

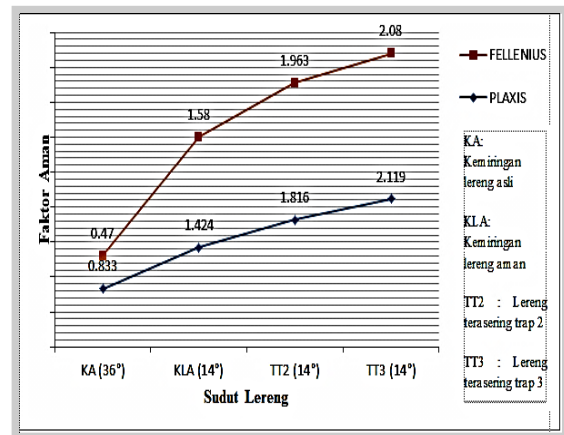
Pada gambar 4, terlihat angka keamanan lereng dengan sudut kemiringan lereng 31° angka

keamanannya lebih kecil dari pada angka keamanan lereng dengan sudut kemiringan 15°, hal ini disebabkan letak titik berat lereng dengan kemiringan besar, titik beratnya menjauhi garis vertikal puncak lereng sehingga lereng ini tidak setabil, sebaliknya jika letak titik berat lereng dengan kemiringan kecil, titik beratnya mendekati garis vertikal puncak lereng, sehingga lereng dengan kemiringan kecil akan lebih stabil, tidak mudah terkena bahaya longsor.



Gambar 5 Grafik hubungan FK dengan Sudut Kemiringan Lereng Tipe Variasi Lereng pada Lereng 2

Pada gambar 5, terlihat angka keamanan lereng dengan sudut kemiringan lereng besar angka keamanannya lebih kecil dari pada angka keamanan lereng dengan sudut kemiringan kecil, hal ini disebabkan karena masa tanah bidang longsor pada lereng yang sudut kemiringan besar, masa tanahnya lebih besar dari pada masa tanah lereng dengan sudut kemiringan kecil, dengan masa tanah yang lebih besar berakibat tanah lereng kurang stabil, sehingga mudah longsor



Gambar 6 Grafik hubungan FK dengan Sudut Kemiringan Lereng Tipe Variasi Lereng pada Lereng 3

Pada gambar 6, terlihat angka keamanan lereng dengan 3 trap, angka keamanannya lebih besar dibandingkan lereng dengan 2 trap, hal ini disebabkan karena masa tanah bidang longsor pada lereng 3 trap, masa tanahnya lebih kecil dibandingkan masa tanah pada lereng dengan 2 trap, dengan masa tanah yang lebih besar pada lereng 2 trap, maka lereng 2 trap akan kurang stabil, berakibat lereng akan mudah longsor.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan meliputi uji sifat fisis tanah dan uji sifat mekanik tanah serta perhitungan analisis dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Jenis tanah yang berada pada lereng desa Seluma adalah lempung berpasir (SC). Jenis tanah lempung berpasir dibuktikan pada sistem klasifikasi USCS, hasil pengujian analisis saringan pada 3 lereng mendapatkan hasil persentase tanah yang lolos saringan No.200 kurang dari 50% diklasifikasikan berbutir kasar dan persentase butiran yang lolos saringan No.200 lebih besar dari 12%. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa lereng 1, lereng 2 dan lereng 3 termasuk tanah lempung berpasir (SC).
2. Pengujian sifat mekanik tanah melalui *Direct Shear Test* mendapatkan hasil, pada lereng 1 didapat nilai $\phi' = 23,02^\circ$ dan $c' = 9,910$ Kpa, pada lereng 2 didapat nilai $\phi' = 23,494^\circ$ dan

$c' = 8,832$ Kpa, sedangkan pada lereng 3 didapat nilai $\phi' = 23,176^\circ$ dan $c' = 9,494$ Kpa.

3. Perhitungan analisis stabilitas lereng menggunakan Geostudio Slope/W dengan mempertimbangkan pengaruh air pori mendapatkan hasil pada Lereng (lereng aman) pada lereng 1 adalah trap 3 dengan kemiringan sudut 15° didapat $FK=1,78 > 1,5$ (lereng aman). Lereng 2 adalah lereng asli dengan sudut kemiringan 13° didapat $FK=1,59 > 1,5$ (lereng aman). Lereng 3 adalah trap 2 dengan sudut kemiringan 14° didapat $FK=1,963 > 1,5$ (lereng aman).

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H.C., 2002. *Mekanika Tanah 1*. UGM press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2012. *Mekanika Tanah -2*. UGM press. Yogyakarta.
- Putu, T.K.S., 2015. Studi Analisa Stabilitas Timbunan Dengan Metode Limit Equilibrium dan Finite Elemen Berdasarkan Kondisi Tanah Di Indonesia, [Jurnal]. Surabaya (ID) : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Saputro, C.D., 2017. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Terasering Di Desa Sendangmulyo, Tirtomoyo, wonogiri [Skripsi]. Surakarta (ID) : Universitas Sebelas Maret.
- Lesmana, R.I., 2016. *Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsoran Menggunakan Metode Elemen Hingga Plaxis V.8.2*. Jurnal Rekayasa Volume 20 No. 2 Agustus 2016.
- Mawardi, Razali MR., dan Cyntia, 2018. *Land Slide Analysis Using Digital Elevation Models*. Jurnal Inersia Volume 10 No.2, 23 Oktober 2018. pg 21-28
- Mawardi, dan Anggoro, R., 2021. *Tinjauan Bahaya Longsor Lereng Dengan Metode Fellenius*. Jurnal Inersia Volume 13 No.2, 20 Oktober 2021.pg 89-98
- Mawardi, dan Setiawan, A.D., 2022. *Analisis Stabilitas Lereng Terasering Buatan Dengan Metode Fenite Elemen*. Jurnal Teknosia Volume 16 No. 1, 20 Juni 2022, pg 39-50
- Mawardi, Kurniadi, A., dan Razali, M.R., 2022. *Analisis Stabilitas Lereng Modifikasi Stabilisasi Tanah Dengan Penambahan Kapur*. Jurnal Inersia Volume 14 No.1, 30 Oktober 2022, pg 56-62.
- Hariyadi, D., dan Mawardi, 2020. *Optimasi Lereng Terasering Untuk Penanggulangan Longsor Dengan Analisis Metode Fellenius*. Jurnal Inersia Volume 12 No.1, 20 April 2020, pg 37-44.
- Setyanto, 2016. Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsoran Menggunakan Metode Elemen Hingga Plaxis V.8.2 (Studi Kasus : Ruas Jalan Liwa – Simpang Gunung Kemala STA.263+650) [Skripsi]. Bandar Lampung (ID) : Universitas Lampung.
- SNI 1964-2008. Cara Uji Berat Jenis, BSN, Jakarta.
- SNI 1966-2008. Cara Uji Batas-Batas Konsistensi, BSN, Jakarta Batas cair (SNI 1967-2008) dan Batas plastis (SNI 1966-2008) .
- SNI 02-2367-1994. Cara Uji Berat Isi, BSN, Jakarta.
- SNI 2813-2008. Cara Uji Kuat Geser Langsung, BSN, Jakarta.
- SNI 3432-2008. Cara Uji Analisa Saringan, BSN, Jakarta.
- SNI 1742-2008. Cara Pemadatan Ringan