

ANALISA STABILITAS LERENG DIJALAN JAMIN GINTING DESA LAU KABAN KECAMATAN SIBOLANGIT KABUPATEN DELI SERDANG

Oleh:

David Matius Waruwu¹⁾

Andre Billyan Tambunan²⁾

Masriani Endayanti³⁾

Universitas Darma Agung, Medan.^{1,2,3)}

E-Mail:

davidwaruwu887@gmail.com^{1)*}

tambunanandre387@gmail.com²⁾

endayanti22@gmail.com³⁾

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 April 2023

Revised : 14 Juni 2023

Accepted : 10 Agustus 2023

Published : 25 Agustus 2023

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRACT

Landslides are natural disasters that usually occur in mountainous areas. During the rainy season, slopes are prone to landslides, which results in loss of property and loss of life as well as damage to facilities and infrastructure. The landslide incident on Jalan Jamin Ginting, Lau Kaban Village, the cross-town route from Medan to Sibolangit District which occurred on October 24, 2021, had a bad impact, this became the background for choosing the title of this research. Calculation of the factor of safety for slope stability is an analysis carried out to take into account the safety of the slope. In determining the safety factor criteria, it is necessary to consider the risks that occur, the loading conditions and the parameters used in conducting slope stability analysis. The risks faced are divided into three categories: high, medium and low. The results of testing the soil properties index obtained the following results: LL=37,06 %, PL=22,16 %, IP=14,90 %. Based on the AASHTO classification, the soil sample is classified as A-2-6 and based on the USCS classification, the soil sample is classified as ML (clay silt). Water content W=41.39%. Specific gravity $G_s=2,623$. From the Direct Shear Test obtained = 28° 16' 45.57", $C = 0.089 \text{ kg/cm}^2$. $FK = 0.936 < 1.2$ unstable slopes, slopes in high vulnerability, frequent ground movements. So it is necessary to handle slope stability Factor

Keywords: *Slope Stability, Soil Shear Strength, Road, Safety*

ABSTRACT

Tanah Longsor merupakan bencana alam yang biasanya terjadi di daerah pegunungan. Pada musim hujan, lereng rentan terhadap longsor, yang berakibat kehilangan harta benda maupun korban jiwa serta kerusakan sarana dan prasarana. Peristiwa longsor di Jalan Jamin Ginting Desa Lau Kaban jalur lintas kota Medan menuju Kecamatan Sibolangit yang terjadi pada 24 Oktober 2021 telah berdampak buruk, hal ini menjadi latar belakang pemilihan judul penelitian ini. Perhitungan Faktor Keamanan untuk stabilitas lereng merupakan analisis yang dilakukan untuk memperhitungkan keamanan dari lereng. Dalam penentuan kriteria faktor keamanan perlu

dipertimbangkan resiko yang terjadi, kondisi pembebanan dan parameter yang digunakan dalam melakukan analisis stabilitas lereng. Resiko yang dihadapi dibagi menjadi tiga kategori: tinggi, menengah dan rendah. Hasil pengujian indeks properties tanah didapat hasil sebagai berikut: $LL=37,06\%$, $PL=22,16\%$, $IP=14,90\%$. Berdasarkan klasifikasi AASHTO sampel tanah termasuk dalam A-2-6 dan berdasarkan klasifikasi USCS tanah sampel termasuk golongan ML (Lanau berlempung). Kadar air $W=41,39\%$. Berat jenis $G_s=2,623$. Dari Uji Direct Shear diperoleh $\phi=28^{\circ} 16' 45,57''$, $C=0,089\text{ kg/cm}^2$. $FK=0,936 < 1,2$ lereng labil, lereng dalam kerentanan tinggi, gerakan tanah sering terjadi. Sehingga perlu dilakukan penanganan stabilitas lereng.

Kata Kunci : Stabilitas Lereng, Kuat Geser Tanah, Jalan, Faktor Keamanan

1. PENDAHULUAN

Daerah lereng merupakan tanah yang miring dengan sudut kemiringan tertentu terhadap bidang horizontal dan tidak dilindungi. Daerah seperti ini sangat rentan terhadap keruntuhan atau longsor. Suatu keruntuhan teknis yang umumnya terjadi adalah longsornya suatu lereng yang disebabkan oleh bertambahnya tegangan dalam lapisan yang permeable, guncangan yang meruntuhkan tanah di bawah lereng, dan disintegrasi bertahap dari struktur massa tanah yang dimulai pada retakan berambut yang membagi tanah menjadi fragmen-fragmen bersudut. Hal-hal ini yang menyebabkan beberapa kerugian yang dapat langsung dialami oleh masyarakat, seperti jatuhnya korban jiwa akibat longsor, hilangnya tempat tinggal dan kerugian lainnya. Peristiwa longsor yang terjadi di Jalan Jamin Ginting Desa Lau Kaban jalur lintas kota Medan menuju Kecamatan Sibolangit pada 24 Oktober 2021 telah berdampak buruk, hal ini menjadi latar belakang pemilihan judul penelitian ini. Mengingat variasi faktor dan proses yang dapat menyebabkan kelongsoran serta banyak kerugian yang akan dialami jika kelongsoran terjadi, maka perhitungan dan kondisi-kondisi yang mempengaruhi kestabilan lereng menjadi tantangan untuk dianalisis.

Perhitungan Faktor Keamanan stabilitas lereng merupakan analisis yang dilakukan untuk memperhitungkan keamanan lereng alami, lereng galian, dan lereng urugan tanah yang akan digunakan untuk konstruksi.

Permasalahan bagi penelitian ini adalah bagaimana mengetahui parameter-parameter kuat geser tanah, bagaimana cara menghitung faktor keamanan stabilitas lereng dengan Metode Fellenius, dan berapakah nilai Faktor Keamanan (FK)

untuk tanah labil, kritis dan stabil.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sudut Geser Dalam

Kekuatan geser dalam memiliki variabel kohesi dan sudut geser dalam. Sudut geser dalam bersamaan dengan kohesi memastikan ketahanan tanah akibat tegangan yang diberikan dalam bentuk tekanan lateral tanah. Nilai ini diperoleh dengan mengukur engineering properties tanah berupa Triaxial test dan Direct Shear Test. Hubungan antara sudut geser internal dan jenis tanah ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam
Kerikil Kepasiran	$35^{\circ} - 40^{\circ}$
Kerikil Kerakal	$35^{\circ} - 40^{\circ}$
Pasir Padat	$35^{\circ} - 40^{\circ}$
Pasir Lepas	30°
Lempung Kelanauan	$25^{\circ} - 30^{\circ}$
Lempung Kelanauan	$20^{\circ} - 25^{\circ}$

Sumber : Buku Mekanika Tanah, Braja M.Das (Jilid 2)

B. Kohesi

Kohesi adalah gaya tarik menarik antar partikel tanah. Seiring dengan sudut geser dalam, kohesi adalah parameter kuat geser tanah yang menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi yang disebabkan oleh tegangan-tegangan yang bekerja pada tanah, dalam hal ini berupa gerakan lateral tanah. Deformasi ini disebabkan oleh kombinasi keadaan kritis pada tegangan normal dan tegangan geser yang tidak berada dalam faktor

C. Analisa Stabilitas Lereng

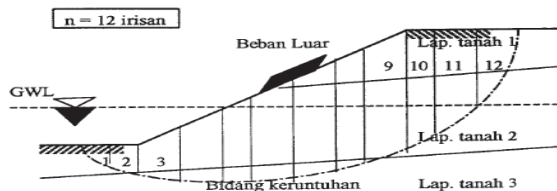
Cara yang dipakai untuk menganalisis kestabilan lereng adalah perhitungan keseimbangan batas, yaitu menghitung jumlah gaya geser yang diperlukan untuk menjaga stabilitas lereng tersebut dan membandingkannya dengan gaya geser saat ini. Dari hasil perbandingan ini akan didapatkan suatu nilai faktor keamanan.

Dalam melakukan pemilihan analisis kestabilan lereng, harus diperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain :

- a. Sifat - sifat tanah, termasuk penentuan parameter yang sesuai dengan kondisi di lapangan.
- b. Bentuk keruntuhan lereng.

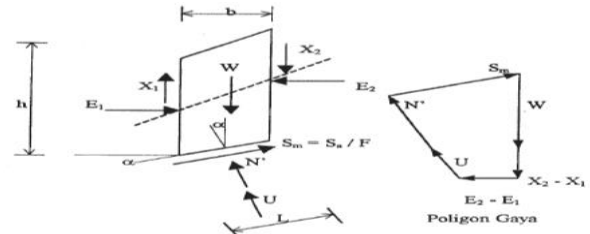
D. Metode Fellenius (Irisan)

Metode ini sangat sesuai untuk menganalisis keruntuhan lereng dengan kondisi tanah yang bervariasi/ tidak homogen, geometri lereng yang tidak teratur, dan kondisi tekanan air pori yang kompleks. Dalam melakukan analisis keruntuhan lereng dengan metode irisan ini parameter kekuatan tanah, $c - \phi$, dari tegangan sepanjang bidang keruntuhan harus diperhitungkan, sehingga distribusi tegangan normal efektif yang bekerja sepanjang bidang runtuh harus diketahui. Analisis keruntuhan lereng dengan metode ini, biasanya dilakukan dengan membagi - bagi bidang keruntuhan lereng menjadi sejumlah irisan tertentu, n .



Gambar 1 Irisan pada Bidang Keruntuhan Lereng

Masa keruntuhan lereng yang bekerja pada setiap irisan dianggap sebagai suatu balok keruntuhan. Untuk menganalisis keruntuhan lereng, maka massa balok keruntuhan pada setiap irisan harus memenuhi konsep keseimbangan batas.



Gambar 2 Gaya-gaya yang bekerja pada setiap irisan

dimana :

- | | |
|--|--|
| F = factor keamanan | E_1 = gaya normal antar irisan kiri |
| S_m = kekuatan geser yang terjadi | E_2 = gaya normal antar irisan kanan |
| S_a = kekuatan geser tanah
$= c + N' \tan \phi$ | X_1 = gaya geser antar irisan kiri |
| | X_2 = gaya geser antar irisan kanan |
| W = berat total irisan
$= \gamma \cdot b \cdot h$ | b = lebar irisan |
| u = gaya air pori = $u \cdot L$
$= b / \cos \alpha$ | h = tinggi rata-rata irisan |
| N' = gaya normal efektif | L = panjang rata-rata irisan |
| | α = sudut kemiringan dasar irisan |

Analisis stabilitas lereng dibuat berdasarkan konsep keseimbangan batas, dengan menganggap bahwa keruntuhan lereng akan terjadi pada titik di sepanjang permukaan runtuh yang diasumsikan maupun yang diketahui. Kekuatan geser yang dibutuhkan untuk mempertahankan keseimbangan batas dibandingkan dengan kekuatan geser yang ada pada tanah, akan memberikan suatu factor keamanan rata-rata sepanjang permukaan runtuh tersebut, yang dirumuskan seperti pada persamaan berikut ini :

$$FS = \frac{S_a}{s_m} = \frac{c + N' \cdot \tan \phi}{W \cdot \sin \alpha}$$

Analisis untuk tegangan efektif adalah :

$$FS = \frac{\sum (c' + \sigma' \cdot \tan \phi') L}{\sum W \cdot \sin \alpha} = \frac{c' \cdot La + \tan \phi' \cdot \sum N'}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

dimana : La = panjang total busur keruntuhan

3. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di ruas jalan Jamin Ginting Desa Lau Kaban Kecamatan Sibolangit Kabupaten Deli Serdang.

B. Tahapan Pengumpulan Data

Data ini diperoleh secara langsung dari lapangan, data yang diperoleh antara lain

- a. Pengukuran lereng secara langsung di lapangan untuk memperoleh tinggi, lebar dan sudut lereng.
- b. Pengujian sampel tanah di Laboratorium Mekanika dan Tanah Fakultas Teknik Universitas Darma Agung untuk mendapatkan sudut geser dalam tanah (ϕ) dan Kohesi tanah (C) yang didapatkan dengan pengujian langsung melakukan uji geser langsung (direct shear test).

C. Pelaksanaan Pengujian di Laboratorium

Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Kadar Air (Water Content Test)
2. Pengujian Berat Jenis Butir Spesifik (Specific Gravity Test)
3. Pengujian Berat Isi (Unit Weight Test)
4. Pengujian Analisa Saringan (Sieve Analysis Test)
5. Pengujian Batas-Batas Atterberg (Atterberg Limit)
6. Pengujian Kuat Geser Tanah (Direct Shear Test)

Tabel 2 Hasil Pengujian Laboratorium

No. Sample		I	II
Moisture Content	W (%)	41.39	40.47
Natural Density	ρ_w (gr/cc)	1.575	1.596
Dry Density	ρ_d (gr/cc)	1.107	1.192
Specific Gravity	Gs	2.623	2.641
Void Ratio	e	1.0418	1.0327
Porosity	n	0.5034	0.5045

No. Sample		I	II
Degree of Saturation	Sr (%)	70.78	69.84
Atterberg Limit Test			
Liquid Limit	LL (%)	37.06	36.47
Plastic Limit	PL (%)	22.16	23.26
Plastic Index	PI (%)	14.90	13.22
Flow Index	FI (%)	-22,16	-15,17
Soil Classification			
AASHTO		A - 2 - 6	A - 2 - 6
USCS		ML	ML
Direct Shear Test			
Internal Friction	ϕ (Degree)	28° 16' 47"	28° 32' 34"
Cohesion	c (Kg/cm ²)	0.089	0.085

Sumber: Analisis, 2022

4. HASIL dan PEMBAHASAN

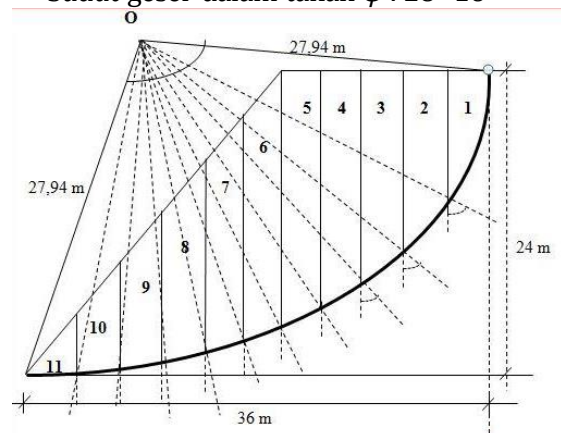
A. Analisa Stabilitas Lereng

Data-data tanah sebagai berikut :

Berat volume tanah (γ) : 15,75 kN/m³.

Kohesi tanah (C) : 8,90 kN/m²

Sudut geser dalam tanah ϕ : 28° 16'



Gambar 3 Sketsa Potongan Longsor Skala 1:100

B. Perhitungan Luas dan Titik Berat Setiap Irisan Bidang Longsor

Untuk mempermudah perhitungan luas bidang longsor dilakukan 11 irisan.

Irisan 1 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 9,342) = 15,288 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{9,342}{3} = 3,114 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 15,288 \times 3,114 = 47,607 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 15,288 \times 1,091 = 16,679 \text{ m}^3$$

Irisan 2 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 3,874) = 6,339 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{3,874}{3} = 1,291 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,91 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 6,339 \times 1,291 = 8,184 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 6,339 \times 1,091 = 6,915 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Empat Persegi Panjang} = 30,576 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{9,342}{2} = 4,671 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 30,576 \times 4,67 = 142,79 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 30,576 \times 1,63 = 49,84 \text{ m}^3$$

$$\text{Total : } (A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) = 150,974 \text{ m}^3$$

$$(A_1.X_1) + (A_2.X_2) = 56,753 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas keseluruhan} = 36,915 \text{ m}^2$$

Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 150,974}{\sum 36,915} = 4,089 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 56,753}{\sum 36,915} = 1,537 \text{ m}$$

Irisan 3 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 4,267) = 6,983 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{4,267}{3} = 1,422 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 6,983 \times 1,422 = 9,929 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 6,983 \times 1,091 = 7,618 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Empat Persegi Panjang} = 43,399 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{13,26}{2} = 6,630 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 43,399 \times 6,630 = 287,73 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 43,399 \times 1,636 = 71,001 \text{ m}^3$$

$$\text{Total : } (A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) = 307,575 \text{ m}^3$$

$$(A_1.X_1) + (A_2.X_2) = 78,619 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas keseluruhan} = 50,382 \text{ m}^2$$

Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 307,575}{\sum 50,382} = 6,105 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 78,619}{\sum 50,382} = 1,560 \text{ m}$$

Irisan 4 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 4,429) = 7,248 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{4,429}{3} = 1,476 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 7,248 \times 1,476 = 10,698 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 7,248 \times 1,091 = 7,907 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Empat Persegi Panjang} = 46,967 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{14,35}{2} = 7,175 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 46,967 \times 7,175 = 336,988 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 46,967 \times 1,636 = 76,838 \text{ m}^3$$

$$\text{Total : } (A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) = 347,686 \text{ m}^3$$

$$(A_1.X_1) + (A_2.X_2) = 84,745 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas keseluruhan} = 54,215 \text{ m}^2$$

Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 347,686}{\sum 54,215} = 6,413 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 84,745}{\sum 54,215} = 1,563 \text{ m}$$

Irisan 5 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 4,513) = 7,385 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{4,513}{3} = 1,504 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 7,385 \times 1,504 = 11,109 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 7,385 \times 1,091 = 8,057 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Empat Persegi Panjang} = 56,524 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{17,27}{2} = 8,635 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 56,524 \times 8,635 = 488,085 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 56,524 \times 1,636 = 92,473 \text{ m}^3$$

$$\text{Total : } (A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) = 499,194 \text{ m}^3$$

$$(A_1.X_1) + (A_2.X_2) = 100,530 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas keseluruhan} = 63,909 \text{ m}^2$$

Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 499,194}{\sum 63,909} = 7,811 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 100,530}{\sum 63,909} = 1,573 \text{ m}$$

Irisan 6 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 5,62) = 9,197 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{5,620}{3} = 1,873 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 9,197 \times 1,873 = 17,29 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 9,197 \times 1,091 = 10,03 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Empat Persegi Panjang} = 52,891 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{16,16}{2} = 8,080 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 52,891 \times 8,080 = 427,359 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 52,891 \times 1,636 = 86,529 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 1,07) = 1,751 \text{ m}^2$$

$$Y_3 = \frac{1,07}{3} = 0,357 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_3 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_3.Y_3 = \text{luas} \times Y_3 = 1,751 \times 0,357 = 0,624 \text{ m}^3$$

$$A_3.X_3 = \text{luas} \times X_3 = 1,751 \times 1,091 = 1,910 \text{ m}^3$$

$$\text{Total: } (A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) + (A_3.Y_3) = 445,273 \text{ m}^3$$

$$(A_1.X_1) + (A_2.X_2) + (A_3.X_3) = 98,469 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas keseluruhan} = 63,839 \text{ m}^2$$

Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 445,273}{\sum 63,839} = 6,975 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 98,469}{\sum 63,839} = 1,542 \text{ m}$$

Irisan 7 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 4,21) = 6,889 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{4,210}{3} = 1,403 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 6,889 \times 1,403 = 9,665 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 6,889 \times 1,091 = 7,515 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Empat Persegi Panjang} = 42,614 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{13,02}{2} = 6,510 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 42,614 \times 6,510 = 277,417 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 42,614 \times 1,636 = 69,716 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 1,01) = 1,652 \text{ m}^2$$

$$Y_3 = \frac{1,01}{3} = 0,337 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_3 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_3.Y_3 = \text{luas} \times Y_3 = 1,652 \times 0,337 = 0,556 \text{ m}^3$$

$$A_3.X_3 = \text{luas} \times X_3 = 1,652 \times 1,091 = 1,802 \text{ m}^3$$

$$\text{Total: } (A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) + (A_3.Y_3) = 287,638 \text{ m}^3$$

$$(A_1.X_1) + (A_2.X_2) + (A_3.X_3) = 79,033 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas keseluruhan} = 51,155 \text{ m}^2$$

Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 287,638}{\sum 51,155} = 5,623 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 79,033}{\sum 51,155} = 1,545 \text{ m}$$

Irisan 8 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 3,78) = 6,185 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{3,780}{3} = 1,260 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 6,185 \times 1,260 = 7,793 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 6,185 \times 1,091 = 6,747 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Empat}$$

$$\text{Persegi Panjang} = 33,548 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{10,250}{2} = 5,125 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 33,548 \times 5,125 = 171,933 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 33,548 \times 1,636 = 54,884 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 0,86) = 1,407 \text{ m}^2$$

$$Y_3 = \frac{0,860}{3} = 0,286 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_3 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_3.Y_3 = \text{luas} \times Y_3 = 1,407 \times 0,286 = 0,403 \text{ m}^3$$

$$A_3.X_3 = \text{luas} \times X_3 = 1,407 \times 1,091 = 1,535 \text{ m}^3$$

$$\text{Total: } (A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) + (A_3.Y_3) = 180,129 \text{ m}^3$$

$$(A_1.X_1) + (A_2.X_2) + (A_3.X_3) = 63,166 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas keseluruhan} = 41,140 \text{ m}^2$$

Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 180,129}{\sum 41,140} = 4,378 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 63,166}{\sum 41,140} = 1,535 \text{ m}$$

Irisan 9 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 3,24) = 5,302 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{3,240}{3} = 1,080 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 5,302 \times 1,080 = 5,726 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 5,302 \times 1,091 = 5,784 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Empat Persegi Panjang} = 25,333 \text{ m}^2$$

$$Y_2 = \frac{7,740}{2} = 3,870 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 25,333 \times 3,870 = 98,038 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 25,333 \times 1,636 = 41,445 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 0,61) = 0,998 \text{ m}^2$$

$$Y_3 = \frac{0,610}{3} = 0,203 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_3 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_3.Y_3 = \text{luas} \times Y_3 = 0,998 \times 0,203 = 0,202 \text{ m}^3$$

$$A_3.X_3 = \text{luas} \times X_3 = 0,998 \times 1,091 = 1,089 \text{ m}^3$$

$$\text{Total: } (A_1.Y_1) + (A_2.Y_2) + (A_3.Y_3) = 103,966 \text{ m}^3$$

$$(A_1.X_1) + (A_2.X_2) + (A_3.X_3) = 48,318 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas keseluruhan} = 31,633 \text{ m}^2$$

Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 103,966}{\sum 31,633} = 3,286 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 48,318}{\sum 31,633} = 1,527 \text{ m}$$

Irisan 10 :

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (3,273 \times 2,76) = 4,516 \text{ m}^2$$

$$Y_1 = \frac{2,760}{3} = 0,920 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 4,516 \times 0,920 = 4,154 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 4,516 \times 1,091 = 4,927 \text{ m}^3$$
 Luas Empat Persegi Panjang = 18,296 m²

$$Y_2 = \frac{5,590}{2} = 2,795 \text{ m (arah sumbu y)}$$

$$X_2 = \frac{3,273}{2} = 1,636 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_2.Y_2 = \text{luas} \times Y_2 = 18,296 \times 2,795 = 51,137 \text{ m}^3$$

$$A_2.X_2 = \text{luas} \times X_2 = 18,296 \times 1,636 = 29,932 \text{ m}^3$$
 Total : (A₁.Y₁) + (A₂.Y₂) = 55,291 m³
 (A₁.X₁) + (A₂.X₂) = 34,859 m³
 Luas keseluruhan = 22,812 m²
 Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 55,291}{\sum 22,812} = 2,424 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 34,859}{\sum 22,812} = 1,528 \text{ m}$$

Irisan 11 :

Luas Segitiga 1 = ½ (3,273 x 5.590) = 9,148 m²

$$Y_1 = \frac{5,590}{3} = 1,863 \text{ m (arah sumbu y)}$$

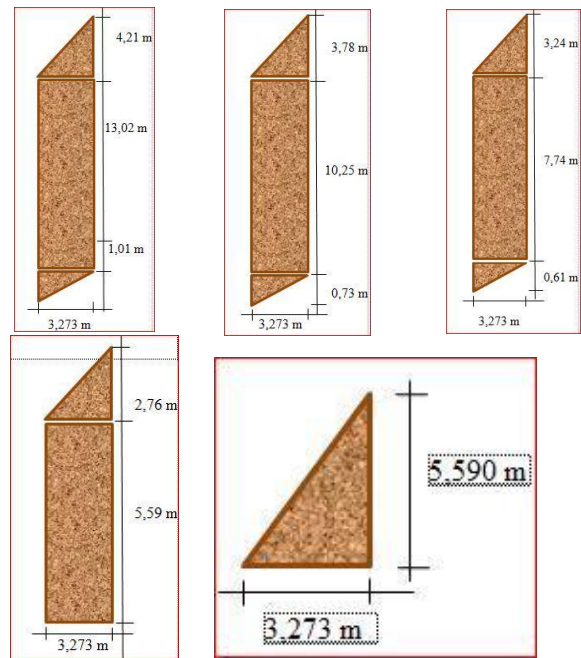
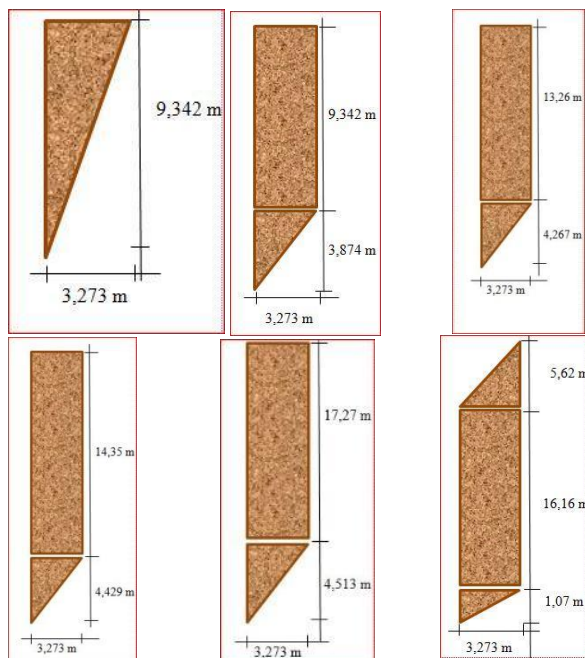
$$X_1 = \frac{3,273}{3} = 1,091 \text{ m (arah sumbu x)}$$

$$A_1.Y_1 = \text{luas} \times Y_1 = 9,148 \times 1,863 = 17,046 \text{ m}^3$$

$$A_1.X_1 = \text{luas} \times X_1 = 9,148 \times 1,091 = 9,980 \text{ m}^3$$
 Jadi untuk penentuan titik beratnya didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_z = \frac{\sum A_i \times Y_i}{\sum A} = \frac{\sum 17,046}{\sum 9,148} = 1,863 \text{ m}$$

$$X_z = \frac{\sum A_i \times X_i}{\sum A} = \frac{\sum 9,980}{\sum 9,148} = 1,091 \text{ m}$$



Gambar 2 Irisan Bidang Longsor

Sumber: Analisis, 2022

C. Perhitungan Stabilitas Lereng

Mencari berat dari bidang gelincir atau irisan tanah diatas, didapat hasil sebagai berikut:

Berat tanah (W)=luas x berat tanah (γb)
 =440,436 x 1,575= 693,686 kg

$$L = \frac{80^\circ}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = \frac{80^\circ}{360} \times 2 \times 3,14 \times 27,94 = 38,992 \text{ m}$$

$$c.L = 8,9 \times 38,992 = 347,027$$

$$\text{Cos } \theta = \cos 46^\circ = 0,694$$

$$\text{Sin } \theta = \sin 46^\circ = 0,719$$

$$\Sigma (W \text{ Sin } \theta) = 3633,315$$

$$\text{Tan } \emptyset = \tan 28^\circ 16' = 0,532$$

$$\gamma \text{ tanah} = 1,575 \text{ gr/cm}^3$$

$$\Sigma (W \times \text{cos } \theta \times \text{tan } \emptyset) = 3055,591$$

$$\text{FK} = \frac{c.l + W \text{cos} \theta \times \text{tan} \emptyset}{(W \cdot \text{sin} \theta)} = \frac{347,027 + 3055,591}{3633,315}$$

$$\text{FK} = 0,936$$

Tabel 3 Faktor Keamanan

Faktor Keamanan	Kerentanan Gerakan Tanah
F < 1,2	Kerentanan tinggi, gerakan tanah sering terjadi (lereng labil)

Faktor Keamanan	Kerentanan Gerakan Tanah
$1,2 < F < 1,7$	Kerentanan tanah menengah, gerakan tanah dapat terjadi (lereng kritis)
$1,7 < F < 2,0$	Kerentanan rendah, gerakan tanah jarang terjadi (lereng relative stabil)

Sumber: Ward.R, 1987

Bila Faktor Keamanan $0,936 < 1,2$: maka lereng dalam kerentanan tinggi, gerakan tanah sering terjadi (lereng labil). Sehingga perlu dilakukan penanganan stabilitas lereng.

5. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dapat disimpulkan bahwa :

- a. Hasil pengujian indeks properties tanah didapat hasil sebagai berikut :
 - 1) Hasil uji *Atterberg* pada tanah asli diperoleh nilai *Liquid Limit* sebesar 37,06% dan *Plastic Limit* sebesar 22,16 % dan *Indeks Plastisitas* sebesar 14,90 % dan analisa saringan tertahan sebesar 67,26 % dan lolos 32,74 %, maka berdasarkan klasifikasi AASHTO sampel tanah termasuk dalam A-2-6 dan berdasarkan klasifikasi USCS tanah sampel termasuk golongan ML (Lanau berlempung).
 - 2) Kadar air *W* sebesar 41,39 %
 - 3) Berat jenis didapat sebesar 2,623
 - 4) Berat isi didapat sebesar 70,78 %, maka tanah dikategorikan tanah sangat basah.
- b. Dengan pengujian kuat geser tanah dari uji *direct Shear Test* yang dilakukan pada tanah asli diperoleh ϕ diperoleh $28^{\circ} 16'$ $45,57''$ dan *c* diperoleh $0,089 \text{ kg/cm}^2$.
- c. Dari hasil perhitungan dengan metode Fellenius diperoleh Faktor Keamanan (FK) lereng sebesar 0,936. Faktor Keamanan oleh Ward menyatakan bahwa, dengan $FK = 0,936 < 1,2$ maka lereng dalam kerentanan tinggi, gerakan tanah sering terjadi (lereng labil). Sehingga perlu dilakukan penanganan stabilitas lereng.

6. DAFTAR

261

PUSTAKA

- Braja M Das (1993), Mekanika Tanah (*Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*), Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Braja M Das (1993), Mekanika Tanah (*Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*), Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Guy Sangrelat, Gilbert Olivari dan Bernard Cambou (1989), Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Bagian I & II, Airlangga.
- James K.Mitchell (2002), Fundamentals of Soil Behavior, University of California, Berkeley, John Wiley & Sons, Inc.
- Joseph E Bowles dan Johan K.Hainim (1989), Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Cetakan II, Erlangga.
- M. Endayanti (1996), Laporan Praktikum-Experimental Laboratorium Lanjut Institut Teknologi Bandung.
- M. Endayanti (1997), Studi Konsolidasi Radial Dengan Berbagai Nilai Koefisien Permeabilitas Di Sekitar Tiang Pancang Pada Tanah Lempung, Tesis (S2), Institut Teknologi Bandung.
- G.Djarmiko Soedarmo (1993), Mekanika Tanah 2, Kanisius, Yogyakarta.
- Sunggono Kh (1982), Mekanika Tanah, Penerbit Nova Bandung.
- L.D. Wesley (1973), Mekanika Tanah terjemahan : Ir.A.M.Luthfi, Pekerjaan Umum, Jakarta
- R.F.Craig (1989), Budi Susilo.S, Mekanika Tanah, Edisi IV, Erlangga.
- Robert D.Holtz and William D.Kovacs (2001), An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, Jersey.