

# WAWASAN TERHADAP PERILAKU LERENG: EVALUASI STABILITAS PADA STA 4+850 PROYEK JALUR PANSELA TRENGGALEK

George Winaktu

Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : [georgewinaktu@unisma.ac.id](mailto:georgewinaktu@unisma.ac.id)

## ABSTRAK

Proyek Jalur Pansela Trenggalek yang menghubungkan dengan kabupaten Tulungagung lewat jalur selatan didominasi perbukitan yang curam. Ada beberapa titik-titik rawan longsor di sepanjang jalan yang membahayakan pengguna jalan. Lereng memiliki tinggi 9,43 meter, nilai sudut geser tanah sebesar 7 derajat sehingga masuk klasifikasi tanah very loose (sangat lepas). Lereng memiliki kemiringan 45 derajat, berdasarkan klasifikasi kelas lereng, lereng ini masuk kelas VI atau sangat curam. Sehingga dari karakteristik tersebut, lereng memiliki kemungkinan untuk terjadi longsor. Analisa kestabilan lereng eksisting secara manual dengan metode bishop sebesar 1,225 dan untuk metode fellenius sebesar 1,213. Kemudian analisis kestabilan lereng dengan bantuan program Slope/W menggunakan metode bishop sebesar 1,269 dan untuk metode fellenius sebesar 1.257.

**Kata kunci:** Soil Nailing, Perkuatan Lereng, Geostudio Slope/W

## ABSTRACT

*Trenggalek Pansela Project that connects with Tulungagung Regency through the southern route is dominated by steep hills. There are several points prone to landslides along the road that endanger road users. The slope has a height of 9.43 meters, a soil shear angle of 7 degrees, categorizing the soil as "very loose." The slope has a gradient of 45 degrees. Based on slope class classification, this slope falls into Class VI or highly steep category. Thus, based on these characteristics, the slope has a potential for landslides to occur. The stability analysis of the existing slope was manually performed using the Bishop method, yielding a factor of safety of 1.225, and using the Fellenius method, yielding a factor of safety of 1.213. Subsequently, a slope stability analysis was conducted using the Slope/W software, resulting in a factor of safety of 1.269 for the Bishop method and 1.257 for the Fellenius method..*

**Keywords:** Soil Nailing, Slope Reinforcement, Geostudio Slope/W

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kabupaten Trenggalek merupakan salah satu daerah yang rencananya dilalui mega proyek Jalur Pansela (Pantai Selatan). Saat ini, sedang berlangsung pembangunan proyek Jalur Pansela lot 6 yang Pada pembangunan megaprojek Jalur Pansela Tulungagung-Trenggalek, didominasi kondisi *existingnya* adalah daerah perbukitan yang curam. Hasil pemotongan cut & fill menghasilkan sisi-sisi tebing yang curam dan berpotensi untuk longsor (Gabriella, 2019). Kondisi vegetasi yang didominasi oleh pertanian dan perkebunan menyebabkan beberapa tempat kurang daya ikatnya sehingga rawan terjadi longsor (Warsito et al, 2022). Penelitian kali ini mengambil topik analisis stabilitas lereng pada STA 4+850 untuk mengetahui factor aman pada lereng tersebut apakah sudah sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan sebesar 1,5 (BSN, 2017).

### Identifikasi Masalah

Berdasarkan gambaran dari latar belakang di atas, maka peneliti mengidentifikasi masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan Jalan Lintas Selatan Tulungagung-Trenggalek direncanakan didaerah perbukitan dan pegunungan yang curam serta tidak menggunakan bangunan pemikul lereng.
2. Terdapat beberapa bagian jalan di titik-titik tertentu yang tidak menggunakan bangunan pemikul lereng sehingga berpotensi terjadi longsor.
3. Terdapat beberapa titik longsor lereng akibat ketidakstabilan tanah yang mengakibatkan terganggunya kinerja pembangunan JLS Tulungagung-Trenggalek serta membahayakan pengguna

jalan.

### Rumusan Masalah

Mengacu pada identifikasi masalah yang ada, maka di rumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik lereng pada JLS Tulungagung-Trenggalek?
2. Berapa nilai safety factor lereng menggunakan perhitungan manual?
3. Berapa nilai safety factor lereng menggunakan software Slope/W?

### Batasan Masalah

1. Penelitian hanya membahas analisis stabilitas lereng menggunakan 2 metode yaitu fellenius dan bishop
2. Penelitian tidak membahas pengaruh curah hujan terhadap stabilitas lereng.

### TINJAUAN PUSTAKA

Literatur yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi analisis kestabilan lereng tanpa perkuatan menggunakan metode *bishop*, dan *fellenius*, kemudian penggunaan *Software Geostudio Slope/W*.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Deskripsi Daerah Studi

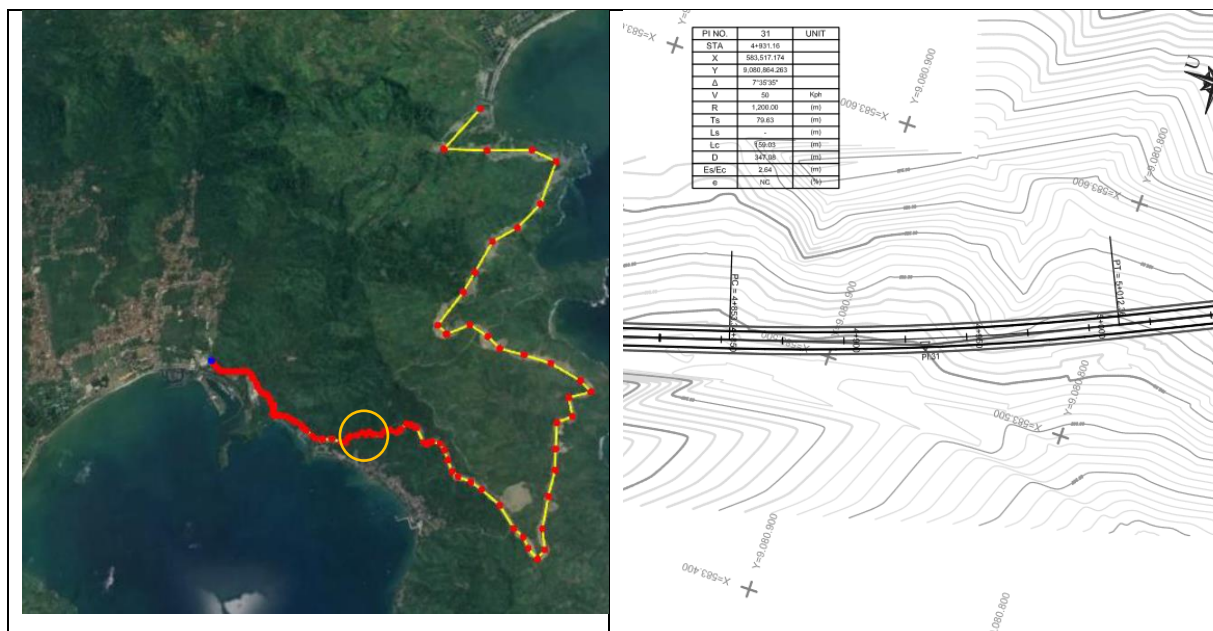
Lokasi penelitian berada pada proyek Pansela Trenggalek-Tulungagung lot 6 STA 4+850 Desa Tasikmadu, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek.

#### Pengumpulan Data

Data - data yang diperlukan adalah data teknis jaringan pipa dan data pendukung lainnya yang digunakan adalah data jumlah penduduk, debit air baku, peta administrasi daerah layanan dan data teknis jaringan pipa.

#### Sistematis Tahapan Studi

1. Analisis karakteristik lereng berdasarkan data data tanah.
2. Pembagian pias pias lereng
3. Analisis kestabilan lereng menggunakan metode Fellenius
4. Analisis kestabilan lereng menggunakan metode Bishop
5. Analisis kestabilan lereng menggunakan software Geostudio Slope/W

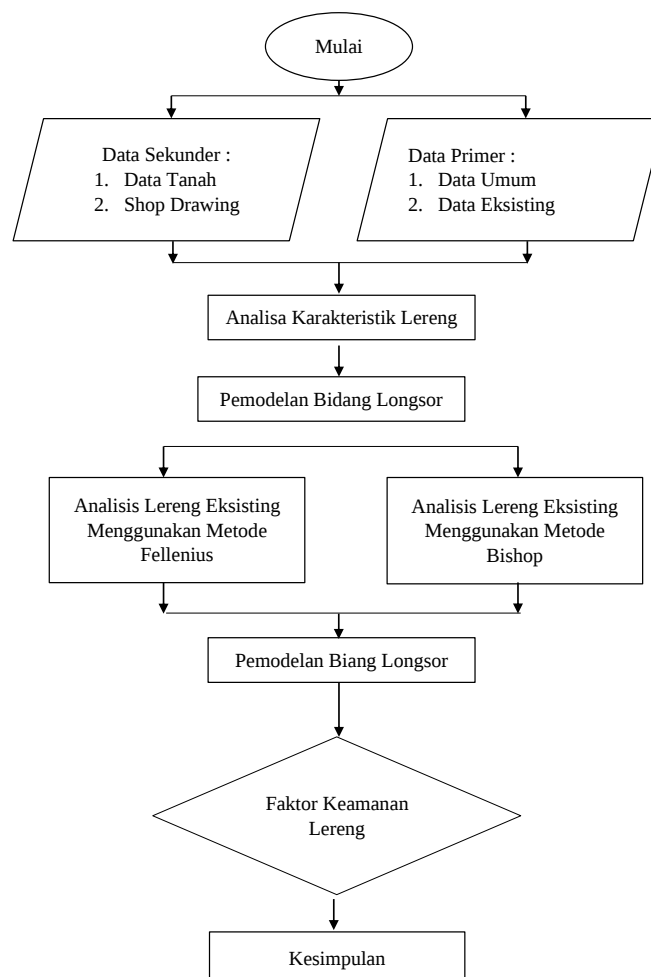


**Gambar 1 Lokasi Penelitian**  
Sumber : (Peta Digital, Telah diolah, 2023)



**Gambar 2 Kondisi Lereng Eksisting dan longsoran titik tertentu**  
 Sumber : (Dokumentasi Pribadi, 2023).

### Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3 Diagram Alir Penelitian**  
 Sumber : (Microsoft Word, 2023)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

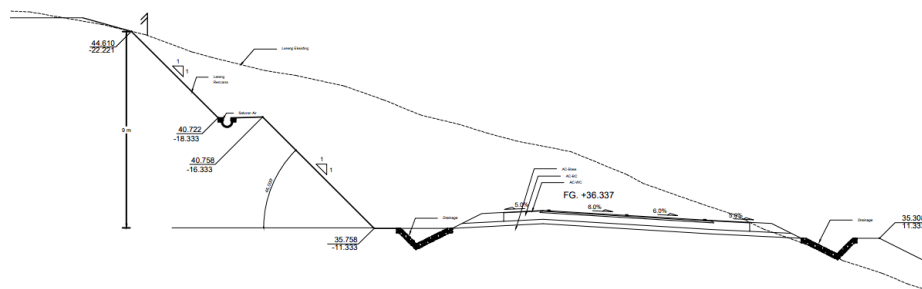
### Analisa Karakteristik lereng

Berdasarkan data hasil pengujian tanah dan pengukuran kemiringan lereng eksisting didapatkan data sebagai berikut:

| Tabel 1 Data Tanah pada Lereng |                |                                        |                     |                       |
|--------------------------------|----------------|----------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| No.                            | Jenis Tanah    | Berat Volume Tanah ( $\text{kN/m}^3$ ) | Parameter Geser     |                       |
|                                |                |                                        | $\phi$ ( $^\circ$ ) | C ( $\text{kN/m}^2$ ) |
| 1                              | Lanau Berpasir | 16,47                                  | 7                   | 19,61                 |

Sumber : (PT. GMM, 2023)

Kemudian untuk kondisi lereng eksisting mempunyai tinggi lereng 9,43 meter, kemiringan lereng 45 derajat, dan 2 lapis counterweight.



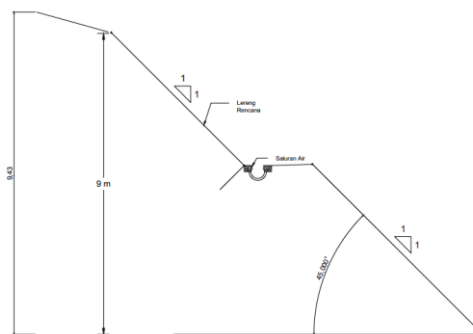
Gambar 1 Kondisi Lereng Eksisting

Sumber : (PT. GMM, 2023)

Berdasarkan data data diatas, sudut geser tanah mempunyai nilai 7 derajat sehingga masuk klasifikasi tanah *very loose* (sangat lepas). Mempunyai kemiringan 45 derajat, berdasarkan klasifikasi kelas lereng, lereng ini masuk kelas VI atau sangat curam.

### Analisa Stabilitas Lereng

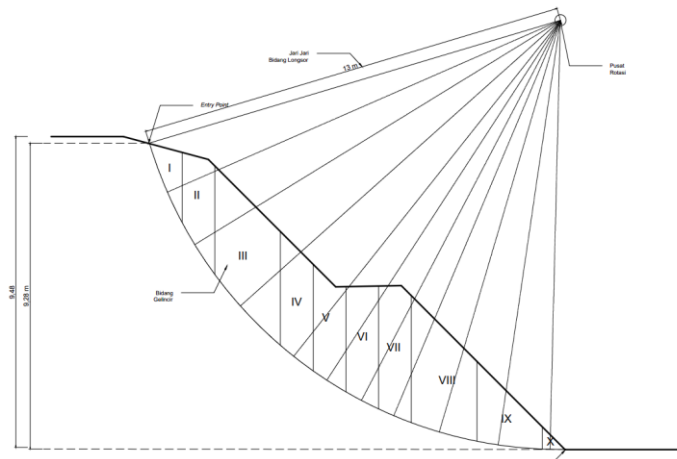
Analisis stabilitas lereng manual tanpa perkuatan dilakukan dengan menggunakan metode ordinary atau fellenius dan *bishop*. Lereng memiliki ketinggian 9,43 meter dengan 1 lapis lereng dengan data tanah dapat dilihat pada Tabel. Model lereng eksisting dapat dilihat pada gambar 2 dibawah.



Gambar 2 Model Lereng pada STA 4+850

Sumber: (Penggambaran di Autocad, 2023)

Metode irisan yang mencangkup irisan fellenius dan bishop dilakukan dengan membagi lereng pertiap pias untuk menghitung berat tanah lereng tersebut. Pemodelan lereng dilakukan dengan menggunakan aplikasi autocad 2014. Ditentukan menggunakan jari-jari lingkaran  $R=13$  m, dengan sudut kemiringan 45 derajat. Penentuan besar dan pembagian pias-pias dilakukan dengan asumsi sendiri, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah.



**Gambar 3 Pembagian Pias Pada Lereng**

**Tabel 2 Data Pias pada Lereng**

| No. Irisan | A (m <sup>2</sup> ) | B (m) | $\alpha$ (°) |
|------------|---------------------|-------|--------------|
| 1          | 1,15                | 0,5   | 66,43        |
| 2          | 2,83                | 1     | 58,48        |
| 3          | 6,95                | 2     | 48,36        |
| 4          | 3,37                | 1     | 38,45        |
| 5          | 3,13                | 1     | 32,99        |
| 6          | 3,48                | 1     | 27,64        |
| 7          | 3,92                | 1     | 22,86        |
| 8          | 6,37                | 2     | 16,4         |
| 9          | 3,17                | 2     | 8,34         |
| 10         | 0,225               | 0,3   | 1,38         |

Kemudian dari pembagian pias pias tersebut, dicari berat irisan dengan menggunakan data berat volume tanah. Luas tiap irisan dikalikan dengan berat volume tanah, sehingga berat tiap irisan dapat diketahui.

$$\begin{aligned}
 W_i &= \gamma \times A_i \\
 W_1 &= \gamma \times A_1 \\
 &= 16,47 \times 1,15 \\
 &= 18,94 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan berat irisan dalam kN dijabarkan dalam table berikut:

**Tabel 3 Data Berat Irisan Tiap Pias**

| No. Irisan | Wn     |
|------------|--------|
| 1          | 18.94  |
| 2          | 46.61  |
| 3          | 114.47 |
| 4          | 55.50  |
| 5          | 51.55  |
| 6          | 57.32  |
| 7          | 64.56  |
| 8          | 104.91 |
| 9          | 52.21  |
| 10         | 3.71   |

### Analisa Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellenius

Dalam metode analisis stabilitas lereng yang dikembangkan oleh Fellenius, diasumsikan bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan dan kiri dari setiap irisan potensial memiliki resultan nol dalam arah tegak lurus terhadap bidang longsor

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n c\alpha_i \times L + (W_i \cos \alpha_i) \tan \phi}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

Keterangan :

Ca = Kohesi Tanah (kN/m<sup>2</sup>)

φ = Sudut geser

W<sub>i</sub> = Berat irisan tanah ke-i

L = Lebar irisan

Rekapitulasi perhitungan factor keamanan dengan rumus fellenius dilakukan dengan bantuan aplikasi Microsoft office excel 2019. Berikut adalah rekapitulasi perhitungan factor keamanan metode fellenius dengan software excel.

**Tabel 4 Rekapitulasi Perhitungan Metode Fellenius**

| Wn     | α     | sin α | L    | W sin α | N      | tan α | N*Tan α | SF           |
|--------|-------|-------|------|---------|--------|-------|---------|--------------|
| 18.94  | 66.43 | 0.92  | 0.50 | 17.36   | 7.57   | 0.12  | 10.73   | <b>1,213</b> |
| 46.61  | 58.48 | 0.85  | 1.00 | 39.73   | 24.37  | 0.12  | 22.60   |              |
| 114.47 | 48.36 | 0.75  | 2.00 | 85.54   | 76.06  | 0.12  | 48.56   |              |
| 55.50  | 38.45 | 0.62  | 1.00 | 34.51   | 43.47  | 0.12  | 24.95   |              |
| 51.55  | 32.99 | 0.54  | 1.00 | 28.07   | 43.24  | 0.12  | 24.92   |              |
| 57.32  | 27.64 | 0.46  | 1.00 | 26.59   | 50.77  | 0.12  | 25.84   |              |
| 64.56  | 22.86 | 0.39  | 1.00 | 25.08   | 59.49  | 0.12  | 26.91   |              |
| 104.91 | 16.40 | 0.28  | 2.00 | 29.62   | 100.65 | 0.12  | 51.58   |              |
| 52.21  | 8.34  | 0.15  | 2.00 | 7.57    | 51.66  | 0.12  | 45.56   |              |
| 3.71   | 1.38  | 0.02  | 0.30 | 0.09    | 3.70   | 0.12  | 6.34    |              |
|        |       |       |      | 294.18  |        |       | 356,7   |              |

Dari rekapitulasi perhitungan metode fellenius menggunakan bantuan software excel diatas, diketahui bahwa nilai SF yang didapatkan sebesar 1,213. Nilai 0,98 kurang dari standar atau batas yang telah ditentukan yaitu sebesar 1,5.

### Analisa Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Bishop

Dalam metode irisan, massa tanah yang longsor dibagi menjadi beberapa lapisan vertikal. Kemudian, keseimbangan untuk setiap lapisan diambil sebagai pertimbangan.

$$W_1 = 15,94 \text{ kN}$$

$$\sin \alpha = \sin 66,43 = 0,917$$

$$\cos \alpha = \cos 66,43 = 0,4$$

$$\tan \phi = \tan 21,69 = 0,398$$

$$\sigma = c. B_1 = 2,35 * 0,5 = 1,175$$

$$\begin{aligned} \text{man} &= \cos \alpha + \frac{\tan \phi \cdot \sin \alpha_n}{FS} \\ &= \cos 66,43 + \frac{0,94}{0,84} = 0,490 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F &= (c \cdot bn + Wn \cdot \tan \varphi) \frac{1}{\tan \alpha} \\
&= (2,35 \times 0,5 + 24,76 \times \tan 7) \frac{1}{0,834} \\
&= 9,01 \\
SF &= \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c \cdot bn + Wn \cdot \tan \varphi) \frac{1}{\tan \alpha}}{\sum_{n=1}^{n=p} wn \cdot \sin \alpha} \\
&= \frac{360,45}{294,17} \\
&= 1,22
\end{aligned}$$

Perhitungan dilakukan secara coba coba hingga SF ruas kanan dan kiri konvergen atau sama. Perubahan dilakuka berulang ulang di ruas sebelah kanan sampai konvergem. Perhitungan selanjutnya dilakukan menggunakan bantuan Excel dan untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah

**Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Lereng Eksisting**

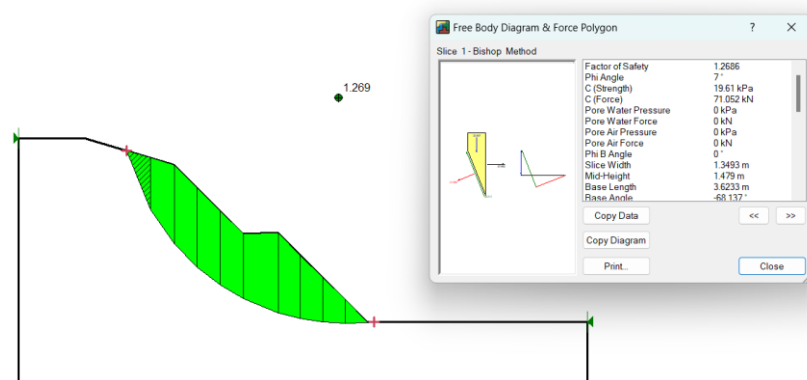
| SF           | Irisan | Luas | Wn     | $\alpha$ | bn   | $\frac{wn \cdot \sin \alpha}{\alpha}$ | $\frac{wn \cdot \tan \varphi}{\varphi}$ | c.bn  | SF   | man  | F             |
|--------------|--------|------|--------|----------|------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-------|------|------|---------------|
| 1.22529      | 1      | 1.15 | 18.94  | 66.43    | 0.50 | 17.36                                 | 2.33                                    | 9.81  | 1.25 | 0.49 | 24.76         |
|              | 2      | 2.83 | 46.61  | 58.48    | 1.00 | 39.73                                 | 5.72                                    | 19.61 | 1.22 | 0.61 | 41.63         |
|              | 3      | 6.95 | 114.47 | 48.36    | 2.00 | 85.54                                 | 14.05                                   | 39.22 | 1.22 | 0.74 | 72.03         |
|              | 4      | 3.37 | 55.50  | 38.45    | 1.00 | 34.51                                 | 6.82                                    | 19.61 | 1.22 | 0.85 | 31.25         |
|              | 5      | 3.13 | 51.55  | 32.99    | 1.00 | 28.07                                 | 6.33                                    | 19.61 | 1.22 | 0.89 | 29.03         |
|              | 6      | 3.48 | 57.32  | 27.64    | 1.00 | 26.59                                 | 7.04                                    | 19.61 | 1.22 | 0.93 | 28.57         |
|              | 7      | 3.92 | 64.56  | 22.86    | 1.00 | 25.08                                 | 7.93                                    | 19.61 | 1.22 | 0.96 | 28.67         |
|              | 8      | 6.37 | 104.91 | 16.40    | 2.00 | 29.62                                 | 12.88                                   | 39.22 | 1.22 | 0.99 | 52.75         |
|              | 9      | 3.17 | 52.21  | 8.34     | 2.00 | 7.57                                  | 6.41                                    | 39.22 | 1.22 | 1.00 | 45.45         |
|              | 10     | 0.23 | 3.71   | 1.38     | 0.30 | 0.09                                  | 0.46                                    | 5.88  | 1.22 | 1.00 | 6.32          |
| <b>Total</b> |        |      |        |          |      | <b>294.18</b>                         |                                         |       |      |      | <b>360.45</b> |

Sumber : (Data Perhitungan, 2023)

Nilai SF adalah 1,22. Sedangkan batasan yang dianjurkan minimal 1,5. Karena lereng tidak memenuhi standar yang ada maka perlu dilakukan perkuatan lereng. Sumber : (Data Perhitungan : 2023)

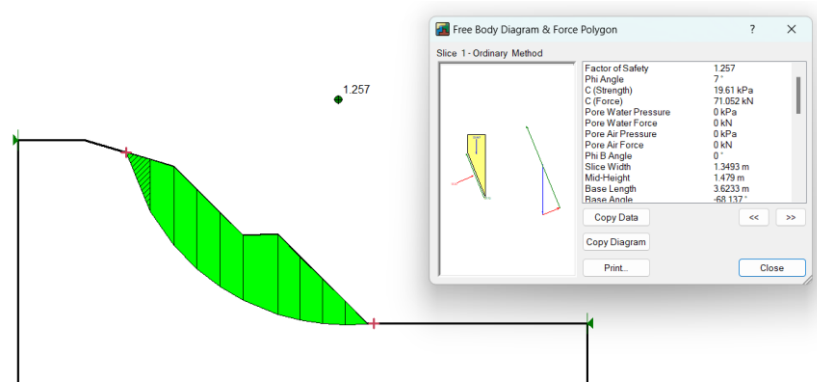
### Analisis Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Slope/W

Analisis perkuatan menggunakan program Slope/W diawali dengan memasukkan data data pendukung seperti luasan bidang lereng, data tanah seperti kohesi, unit weight, dan sudut geser.



**Gambar 4 Analisis SF Geostudio Slope/W Metode Bishop**

Sumber : (Dok. Pribadi, 2023)



**Gambar 5 Analisis SF Geostudio Slope/W Metode Fellenius**

Sumber : (Dok. Pribadi, 2023)

Dari hasil proses data dapat diketahui bahwa nilai faktor aman lereng sebelum perkuatan soil nailing dengan bantuan aplikasi geoslope adalah sebesar 1,269 menggunakan metode bishop dan 1,257 menggunakan metode fellenius. Kurang dari nilai batas minimal yang sudah ditetapkan yaitu 1,5.

### Rekapitulasi Perhitungan Nilai Faktor Kemanan

Dari hasil perhitungan 2 metode yaitu fellenius dan bishop menggunakan cara manual dan bantuan software Geostudio Slope/W, diketahui rekapitulasi perhitungan nilai faktor keamanan sebagai berikut:

**Tabel 6 Rekapitulasi nilai SF manual dan Geoslope**

| Kondisi   | Manual | Geoslope Slope/W |
|-----------|--------|------------------|
| Bishop    | 1,225  | 1,269            |
| Fellenius | 1,213  | 1,257            |

Sumber : (Data Perhitungan, 2023)

## PENUTUP

### Kesimpulan

Hasil yang dapat di simpulkan adalah sebagai berikut :

1. Kondisi tanah pada lereng eksisting didominasi lanau berpasir dengan berat jenis sebesar 16,47 kN/m<sup>3</sup>, kohesi sebesar 19,61 kN/m<sup>2</sup>, dan sudut geser sebesar 7 derajat dan juga kemiringan lereng 45 derajat. Dengan kondisi atau karakteristik lereng tersebut, lereng mempunyai kecenderungan untuk bergerak atau tidak stabil.
2. Dari analisis kestabilan lereng eksisting secara manual didapatkan nilai safety factor sebesar 1,22 menggunakan metode bisop dan 1,213 menggunakan metode fellenius
3. Dari analisis kestabilan lereng eksisting menggunakan software *Slope/W*, nilai safety factor sebesar 1,269 menggunakan metode bishop dan 1,257 menggunakan metode fellenius.

### Saran

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini, Software yang digunakan adalah Slope/W yang sederhana, untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan Plaxis yang lebih kompleks
2. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan metode yang lain seperti Janbu atau spencer.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ella, et al. (2020). Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellenius. *Jurnal Teknik Sipil*.  
 Badan Standarisasi Nasional. (2017). SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. Badan Standarisasi Nasional.  
 Warsito, et al. (2019). Studi Perencanaan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Tebing Sungai Butong, Kelurahan Melayu Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Rekayasa Sipil*.