

## STUDI ANALISIS STABILITAS LERENG PADA PROYEK JLS TULUNGAGUNG BRUMBUN PANTAI SINE STA 12+675 MENGGUNAKAN *SOFTWARE* Slide 6.0

Nur Azizah<sup>\*1</sup>, Reny Rochmawati<sup>2</sup> dan Gilang Ramadan Kololikiye<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, Teknik Sipil, Universitas Islam Malang  
e-mail: [22101051015@unisma.ac.id](mailto:22101051015@unisma.ac.id)

<sup>2</sup>Dosen, Teknik Sipil, Universitas Islam Malang  
e-mail: [renyrochmawati@unisma.ac.id](mailto:renyrochmawati@unisma.ac.id)

<sup>3</sup>Dosen, Teknik Sipil, Universitas Islam Malang  
e-mail: [gilangft@unisma.ac.id](mailto:gilangft@unisma.ac.id)

### ABSTRACT

The slope in the Southern Cross Road (JLS) strategic project in Tulungagung, specifically the Brumbun – Sine Beach section at the critical point STA 12+675, was investigated. The geometric conditions of the slope at this location feature a height of 46.3 m and a length of 57.6 m, with an extreme inclination of 48°. Laboratory test results indicate that the soil characteristics are dominated by sandy silt (ML) based on the USCS classification system. The obtained physical soil parameters include a cohesion value ( $c$ ) of 7.84 kN/m<sup>2</sup> and an internal friction angle ( $\phi$ ) of 40°. Stability analysis was performed comparatively using the limit equilibrium method, specifically the Bishop Simplified manual calculation and computer simulation via Slide 6.0 software. The research results show a manual Safety Factor (SF) of 1.36 and a simulation SF of 1.25. Both values indicate that the slope is in an unstable or critical condition, as they do not meet the minimum safety threshold ( $SF < 1.50$ ) for permanent slopes. The 0.07 difference in SF values is influenced by numerical precision levels and inter-slice force assumptions in the software, which are more complex than manual calculations. As a mitigation step, a reinforcement strategy was designed using the soil nailing method. Simulation results after reinforcement showed a significant increase in the safety factor to 1.59. Thus, the use of soil nailing is proven to increase the slope stability safety factor to meet the required safety criteria ( $SF \geq 1.50$ ).

**Keywords:** *Slope stability, Bishop simplified method, limit equilibrium, Slide 6.0, safety factor*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengembangan infrastruktur jalan sangat penting untuk mendorong konektivitas antarwilayah dan pertumbuhan ekonomi. Karena faktor keamanannya yang rendah dan tegangan geser yang lebih tinggi, lereng yang curam memungkinkan untuk runtuh [4].

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis stabilitas lereng pada proyek Jalur Lintas Selatan (JLS) Tulungagung Brumbun–Pantai Sine di STA 12+675. Jalur Lintas Selatan (JLS) di Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu proyek strategis nasional yang saat ini sedang dikembangkan.

Tujuan utamanya adalah untuk berfungsi

sebagai jalur transportasi strategis nasional yang menghubungkan daerah-daerah di sepanjang pantai selatan Jawa. Daerah Brumbun–Pantai Sine di Kabupaten Tulungagung merupakan salah satu bagian dari proyek tersebut.

Analisis stabilitas lereng sangat penting untuk menjamin keselamatan konstruksi dan kelancaran operasi jalan karena pada wilayah didominasi oleh perbukitan dengan lereng yang relatif curam [1]. Salah satu perangkat lunak untuk menganalisis stabilitas lereng adalah Slide 6.0. Perangkat lunak tersebut menggunakan metode keseimbangan batas (LEM) dan menggunakan berbagai teknik matematika, termasuk Bishop Simplified,

Janbu, dan Morgenstern-Price [3].

Dengan menggunakan perangkat lunak Slide 6.0, metode Bishop Simplified digunakan untuk menghitung faktor keamanan lereng berdasarkan data tanah dari dokumen sekunder pengujian laboratorium dan geometri lereng.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang dalam penelitian ini :

1. Bagaimana kondisi geometri dan karakteristik geoteknik tanah yang mempengaruhi kestabilan lereng pada proyek Jalur Lintas Selatan (JLS) Tulungagung Brumbun–Pantai Sine pada STA 12+675?
2. Berapakah nilai faktor keamanan (*Factor of Safety*) lereng berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Bishop Simplified dan *software* Slide 6.0?
3. Upaya teknis apa yang dapat diterapkan untuk meningkatkan stabilitas lereng guna mengurangi potensi longsor jika nilai  $F_s < 1,5$  pada ruas proyek Jalur Lintas Selatan (JLS) Tulungagung Brumbun–Pantai Sine pada STA 12+675?

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin di capai, adalah :

1. Untuk mengetahui dan menganalisis karakteristik geometri dan kondisi geoteknik tanah pada proyek jls tulungagung brumbun pantai sine sta. 12+675 yang berpengaruh terhadap kestabilan lereng pada lokasi penelitian.
2. Untuk mengetahui dan menganalisis nilai faktor keamanan (*Factor of Safety*), serta bidang luncur potensial lereng dengan menggunakan *software* Slide 6.0.
3. Memberikan rekomendasi teknis berupa alternatif perbaikan atau penguatan lereng guna meningkatkan kestabilan dan keamanan struktur jalan pada segmen tersebut

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah

Tanah merupakan material alam yang memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang

bervariasi, dipengaruhi oleh proses pembentukan, kondisi lingkungan, serta kandungan mineral penyusunnya. Pemahaman terhadap karakteristik tanah harus diawali dengan pengujian sifat fisik yang meliputi berat jenis, berat volume, kadar air, angka pori, derajat kejenuhan, batas Atterberg, serta distribusi ukuran butiran [2]. Pengujian tersebut menjadi landasan bagi analisis klasifikasi tanah dan evaluasi perilaku tanah dalam mendukung konstruksi teknik sipil seperti pemadatan, daya dukung, dan kestabilan lereng. Sebelum pengujian dilakukan, sampel tanah diperoleh melalui proses pengambilan sampel yang tepat agar representatif terhadap kondisi tanah di lapangan.

Sampel tanah terganggu komposisi mineral dan butir tanah umumnya masih dapat dipertahankan, sampel ini tidak lagi merepresentasikan kondisi tanah asli karena struktur mikro dan orientasi pori sudah berubah. Sampel terganggu lazim digunakan dalam pengujian-pengujian laboratorium yang tidak menuntut keseragaman struktur tanah alami. Sampel tanah tidak terganggu adalah sampel yang diperoleh melalui metode yang meminimalkan gangguan terhadap struktur alami tanah, sehingga komposisi pori, orientasi butiran, kadar air, dan kondisi mekanisnya tetap mendekati keadaan lapangan. sampel tidak terganggu memiliki signifikansi tinggi karena diperlukan untuk memperoleh parameter mekanis yang sangat sensitif terhadap perubahan struktur, seperti kuat geser dan kompresibilitas. [2].

### 2.2 Sifat Fisik Tanah

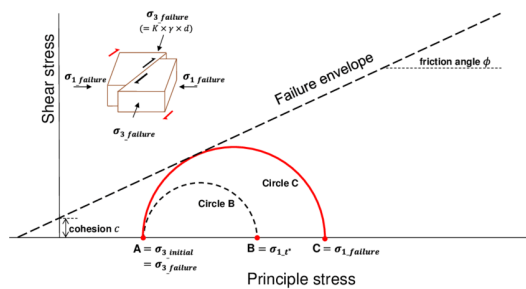
Sifat fisik tanah merupakan ciri-ciri dasar yang menggambarkan kondisi material tanah secara alami maupun setelah mengalami perubahan akibat pengaruh lingkungan [2]. Beberapa parameter penting yang termasuk dalam sifat fisik tanah meliputi berat jenis, berat volume, kadar air, batas-batas Atterberg, analisis ukuran butiran, dan klasifikasi tanah. Sifat-sifat ini penting karena memengaruhi perilaku tanah terhadap air, perubahan volume, permeabilitas, serta respons terhadap beban.

### 2.3 Sifat Mekanik Tanah

Sifat mekanik tanah berhubungan dengan kemampuan tanah menahan beban dan gaya yang bekerja di dalamnya [2]. Parameter utama dalam analisis mekanik tanah adalah kuat geser tanah, yang menunjukkan kemampuan tanah menahan gaya geser sebelum mengalami keruntuhan. Kuat geser tanah ( $\tau$ ) ditentukan oleh dua komponen utama, yaitu kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).

$$\tau = c + \sigma' \tan \phi$$

Peningkatan tekanan air pori akibat curah hujan tinggi dapat menurunkan tegangan efektif ( $\sigma'$ ), sehingga kekuatan geser tanah menurun dan kestabilan lereng berkurang. Oleh sebab itu, pengendalian drainase menjadi salah satu langkah penting untuk menjaga kestabilan lereng di daerah rawan longsor.



rules for the non-stationary earthquake analysis for strike-slip earthquakes.

**Gambar 1** Diagram Mohr-Coulomb

Sumber: Hardiyatmo, 2019

### 2.4 Lereng

Lereng merupakan permukaan tanah yang membentuk sudut tertentu terhadap bidang horizontal akibat proses alamiah maupun kegiatan manusia [4]. Lereng alamiah terbentuk karena proses geologi seperti pelapukan, erosi, dan sedimentasi, sedangkan lereng buatan umumnya hasil kegiatan pemotongan atau penimbunan tanah pada pekerjaan konstruksi jalan, tanggul, dan tambang terbuka.

### 2.5 Faktor Keamanan Lereng

Faktor keamanan (FK) atau *factor of safety* merupakan parameter utama yang digunakan untuk menilai kestabilan suatu lereng. Nilai FK menunjukkan perbandingan antara gaya penahan (*Resisting forces*) terhadap gaya penggerak (*Driving forces*) pada bidang potensi longsor.

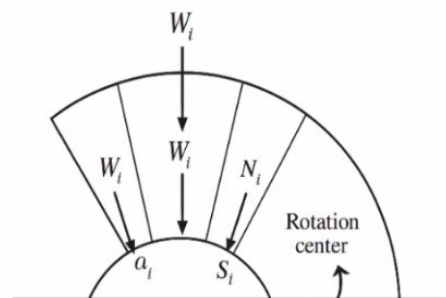
### 2.6 Perkuatan Lereng

Perkuatan lereng merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kestabilan lereng terhadap gaya geser atau tekanan tanah yang dapat menyebabkan kelongsoran [4]. Pemilihan jenis perkuatan disesuaikan dengan kondisi geoteknik, kemiringan, jenis tanah, serta fungsi jalan di atasnya. Pada Slide 6.0, perkuatan dimodelkan sebagai elemen tambahan yang memberikan kontribusi gaya pada bidang luncur. Salah satunya adalah *Soil nailing* merupakan metode perkuatan lereng yang dilakukan dengan memasukkan batang baja ke dalam massa tanah secara pasif untuk meningkatkan kuat geser dan stabilitas global lereng.

Peningkatan stabilitas terjadi karena: Bertambahnya gaya tahanan geser sepanjang bidang gelincir, meningkatnya nilai kohesi, dan terbentuknya sistem massa tanah yang diperkuat (*reinforced soil mass*).

### 2.7 Metode Bishop

*Bishop Simplified Method* merupakan salah satu *metode Limit Equilibrium Method* (LEM) yang digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng dengan memperkirakan faktor keamanan (FK) berdasarkan keseimbangan momen dan gaya pada potongan elemen tanah berbentuk irisan melingkar (*Circular slip surface*) [2].



**Gambar 2** Skema Metode Bishop (Simplified)

Sumber: Hardiyatmo, 2019

Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh A. W. Bishop (1955) dan dikenal sebagai *Bishop Simplified Method*, yang mengasumsikan bahwa gaya Antarslice (irisan) bersifat horizontal dan kecil sehingga keseimbangannya dapat disederhanakan.

Metode ini digunakan secara luas karena memberikan hasil yang cukup akurat untuk kondisi lereng yang memiliki bidang gelincir melingkar dan tanah homogen. Pada metode Bishop Simplified, bidang longsor dianggap berbentuk busur lingkaran yang dibagi menjadi beberapa irisan

## 2.8 Silde 6.0

*Software Slide 6.0* (Rocscience) digunakan untuk analisis kestabilan lereng dalam penelitian dan praktik teknik sipil di Indonesia. Berbagai artikel jurnal nasional penggunaan *software Slide 6.0* untuk menentukan nilai faktor keamanan, bidang gelincir kritis, serta evaluasi alternatif perkuatan. *Software Slide 6.0* menggunakan *Limit Equilibrium Method* (LEM) dengan opsi metode Bishop, Janbu, Spencer, dan Morgenstern–Price. Prinsip kerja umum dalam *software Slide 6.0* adalah pembagian massa lereng menjadi irisan, evaluasi gaya pada setiap irisan, dan pencarian bidang gelincir kritis yang menghasilkan FS minimum melalui prosedur.[12].

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

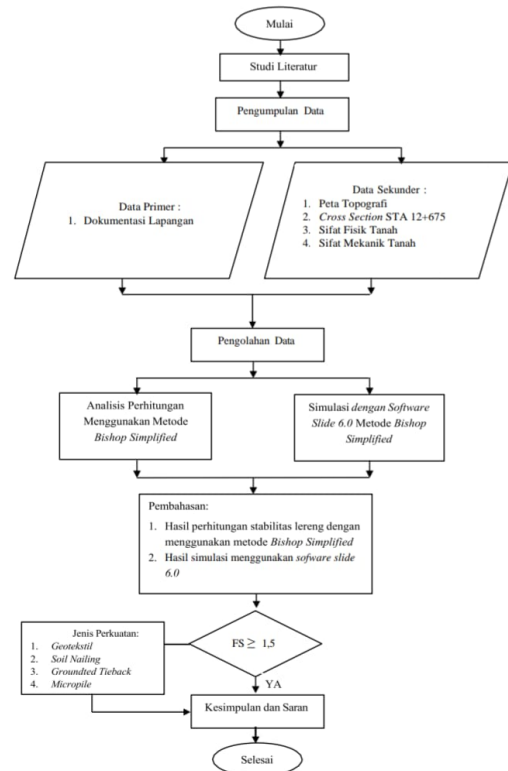


**Gambar 3** Lokasi Penelitian

Sumber: *Google Earth*, 2026

Penelitian ini dilaksanakan proyek Jalur Lintas Selatan (JLS) Tulungagung Brumbun–Pantai Sine pada STA 12+675, yang terletak di Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Ruas Brumbun–Sine merupakan bagian dari jaringan jalan pesisir selatan Pulau Jawa yang menghubungkan Kabupaten Trenggalek dan Kabupaten Tulungagung, serta menjadi salah satu jalur strategis untuk memperlancar konektivitas wilayah selatan Jawa Timur.

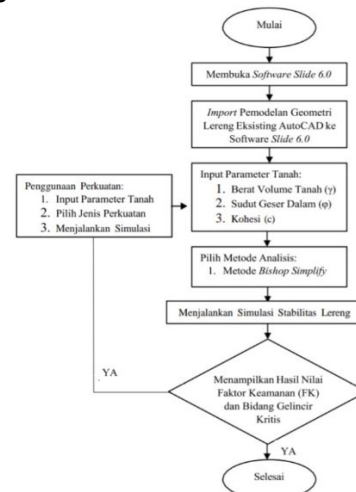
### 3.2 Bagan Alir Penelitian



**Gambar 4** Bagan Alir Penelitian

Sumber: Analisa Penelitian, 2026

### 3.3 Bagan Alir Slide 6.0



**Gambar 5** Bagan Alir Penelitian

Sumber: Analisa Penelitian, 2026

### 3.4 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari pihak pelaksana proyek, yaitu PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, sebagai penyedia data sekunder. Data tersebut meliputi hasil pengujian laboratorium tanah serta dokumen

teknis proyek pembangunan Jalan Lintas Selatan (JLS) Tulungagung ruas Brumbun – Pantai Sine pada STA 12+675. Adapun jenis data yang dikumpulkan meliputi:

1. Data geoteknik, yang terdiri atas sifat fisik dan sifat mekanik tanah hasil pengujian laboratorium, seperti kadar air, berat isi tanah, kohesi ( $c$ ), dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Data ini digunakan untuk merepresentasikan karakteristik material penyusun lereng.
2. Data geometri lereng, yang mencakup tinggi lereng, panjang lereng, serta kemiringan lereng pada titik penelitian. Data ini diperlukan sebagai parameter utama dalam pemodelan dan analisis kestabilan lereng.

### 3.5 Penggunaan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi kondisi geoteknik dan geometri lereng pada lokasi studi. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari pihak terkait dan hasil pengujian sebelumnya

Hasil pengujian laboratorium digunakan untuk memperoleh parameter sifat fisik dan mekanik tanah yang diperlukan dalam analisis, sedangkan dokumen teknis proyek digunakan untuk mendapatkan informasi geometri lereng dan kondisi lapangan.

### 3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap dan sistematis untuk memperoleh nilai faktor keamanan lereng serta mengevaluasi tingkat kestabilannya. Tahapan pengolahan data meliputi:

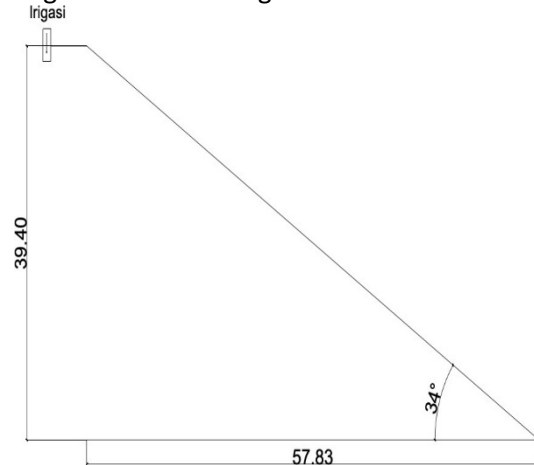
1. Perhitungan faktor keamanan secara manual. Analisis awal dilakukan dengan menghitung faktor keamanan (safety factor) lereng menggunakan metode Bishop Simplified.
2. Simulasi numerik menggunakan perangkat lunak Slide 6.0.
3. Evaluasi tingkat kestabilan lereng. Penentuan kondisi lereng dilakukan berdasarkan nilai faktor keamanan dengan kriteria sebagai berikut:
  - $SF < 1,25$  : tidak stabil
  - $1,25 \leq SF < 1,50$  : kritis
  - $SF \geq 1,50$  : stabil

- $SF \geq 1,50$  : stabil
4. Analisis perbandingan hasil.
  5. Perencanaan perkuatan lereng, selanjutnya dilakukan simulasi ulang untuk mengetahui peningkatan nilai faktor keamanan setelah perkuatan diterapkan. Menggunakan perangkat lunak Slide 6.0.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Geometri Lereng

Berdasarkan gambar profil potongan melintang pada lampiran yang didapatkan dari data sekunder diketahui lereng eksisting memiliki tinggi sebesar 38 m didapatkan dari selisih antara elevasi puncak lereng dengan elevasi terendah lereng dan panjang 44 m. Dengan sudut kemiringan sekitar  $40^\circ$ .



**Gambar 6** Geometri Lereng

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

### 4.2 Analisis Karakteristik Tanah

Analisis stabilitas lereng diawali dengan memahami kondisi tanah pada lokasi proyek. Berikut adalah uraian teknis menyesuaikan dengan standar mekanika. Informasi Umum Proyek

- Lokasi: STA. 12+675, Tulungagung
- Muka Air Tanah (MAT) *Not detected* (Tidak terdeteksi selama pengeboran), untuk perhitungan tegangan efektif tanah

Berdasarkan data pada dokumen sekunder tanah teridentifikasi sebagai Lanau Berpasir (ML)

- Kadar air : 40%
- Berat Jenis :  $2,60 \text{ gr/cm}^3$
- Berat volume :  $17,1 \text{ kN/m}^3$

Pada uji geser langsung menghasilkan nilai

sebagai berikut:

- Sudut geser dalam : 30°
- Kohesi : 8 kN/m<sup>2</sup>

**Tabel 1** Sifat Fisik

| Bor    | Jenis Tanah         | Physical Property of Soil |      |                        |
|--------|---------------------|---------------------------|------|------------------------|
| STA. # | (USCS)              | wc (%)                    | Gs   | yt (t/m <sup>3</sup> ) |
| 12+275 | Lanau berpasir (ML) | 40                        | 2.60 | 1,71                   |

Sumber: Data Sekunder, 2026

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kadar air tanah sebesar 40%, berat jenis butiran (Gs) sebesar 2,60. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tanah berada pada kondisi hampir jenuh, sehingga keberadaan air pori berpengaruh signifikan terhadap tegangan efektif dan stabilitas lereng

Berdasarkan data parameter sifat fisik tanah memiliki kesimpulan bahwa jika air pori tinggi atau hampir jenuh, hal tersebut akan mengurangi tegangan efektif turun, kekuatan efektif tanah melemah sehingga stabilitas lereng menurun dan risiko longsor meningkat.

**Tabel 2** Sifat Mekanik

| Bor<br>STA. # | Kedalaman<br>(m) | Total Stress              |          |
|---------------|------------------|---------------------------|----------|
|               |                  | c<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | φ<br>(°) |
| 12+675        | 2.00 - 2.50      | 8                         | 30       |

Sumber: Data Sekunder, 2026

Nilai kohesi menunjukkan gaya ikat antarbutir tanah. Nilai c = 8 kN/m yang menandakan tanah didominasi oleh fraksi granular dengan sedikit kandungan lempung.

Pada tanah berpasir, kohesi cenderung kecil karena kekuatan lebih banyak berasal dari gesekan antarbutir dibandingkan ikatan lempung.

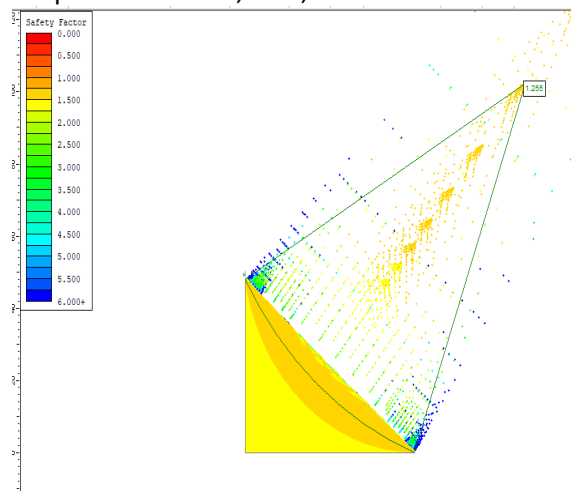
Sudut geser φ = 30° mencerminkan tahanan geser dan gesekan antarbutir tanah. Nilai ini cukup besar dan biasanya terjadi pada tanah berpasir padat atau pasir berkerikil. Nilai φ dipengaruhi oleh bentuk butiran, kepadatan, gradasi tanah.

#### 4.3 Analisis Stabilitas Lereng Metode Bishop

$$F_s = \frac{\sum_i [c_i \Delta l_i + (W_i - u_i \Delta l_i) \tan \phi]}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

$$= \frac{3269,438}{2396,013} = 1,365 = 1,3$$

Hasil perhitungan secara manual menunjukkan nilai *Safety Factor* dengan metode bishop simplified adalah 1,3 < 1,50.



**Gambar 7.** Irisan pada lereng

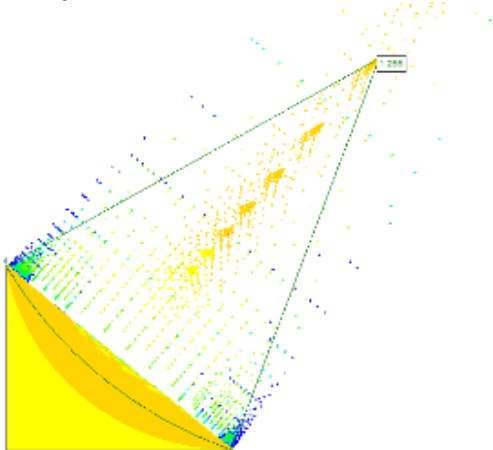
**Tabel 3** Hasil Perhitungan Manual Metode Bishop

| FS Ruas Kiri | Irisan No. | c | φ  | γ    | Luas Irisan | Wn (kN/m) | α (°) | sin α | cos α | bn   | tan φ | Wn . sin α | Wn . tan φ | c . bn | Fs   | man  | (c . bn + Wn . tan φ). (1/m.α) |
|--------------|------------|---|----|------|-------------|-----------|-------|-------|-------|------|-------|------------|------------|--------|------|------|--------------------------------|
| 1,360        | 1          | 8 | 40 | 9,91 | 1,36        | 13,51     | 55    | 0,819 | 0,574 | 1,18 | 0,839 | 11,064     | 11,333     | 9,440  | 1,54 | 1,02 | 20,368                         |
|              | 2          | 8 | 40 | 9,91 | 3,27        | 32,37     | 53    | 0,799 | 0,602 | 1,14 | 0,839 | 25,849     | 27,159     | 9,120  | 1,54 | 1,04 | 34,986                         |
|              | 3          | 8 | 40 | 9,91 | 10,17       | 100,82    | 51    | 0,777 | 0,629 | 2,32 | 0,839 | 78,349     | 84,595     | 18,560 | 1,54 | 1,05 | 97,985                         |
|              | 4          | 8 | 40 | 9,91 | 14,23       | 141,05    | 49    | 0,755 | 0,656 | 2,32 | 0,839 | 106,453    | 118,356    | 18,560 | 1,54 | 1,07 | 128,285                        |
|              | 5          | 8 | 40 | 9,91 | 17,54       | 173,81    | 47    | 0,731 | 0,682 | 2,32 | 0,839 | 127,119    | 145,847    | 18,560 | 1,54 | 1,08 | 152,159                        |
|              | 6          | 8 | 40 | 9,91 | 20,24       | 200,60    | 45    | 0,707 | 0,707 | 2,32 | 0,839 | 141,844    | 168,322    | 18,560 | 1,54 | 1,09 | 171,076                        |
|              | 7          | 8 | 40 | 9,91 | 22,45       | 222,44    | 43    | 0,682 | 0,731 | 2,32 | 0,839 | 151,704    | 186,649    | 18,560 | 1,54 | 1,10 | 186,054                        |
|              | 8          | 8 | 40 | 9,91 | 24,22       | 240,03    | 41    | 0,656 | 0,755 | 2,32 | 0,839 | 157,473    | 201,408    | 18,560 | 1,54 | 1,11 | 197,781                        |
|              | 9          | 8 | 40 | 9,91 | 25,62       | 253,94    | 39    | 0,629 | 0,777 | 2,32 | 0,839 | 159,808    | 213,079    | 18,560 | 1,54 | 1,12 | 206,813                        |
|              | 10         | 8 | 40 | 9,91 | 26,69       | 264,51    | 37    | 0,602 | 0,799 | 2,32 | 0,839 | 159,188    | 221,953    | 18,560 | 1,54 | 1,13 | 213,496                        |
|              | 11         | 8 | 40 | 9,91 | 27,45       | 271,99    | 35    | 0,574 | 0,819 | 2,32 | 0,839 | 156,005    | 228,223    | 18,560 | 1,54 | 1,13 | 218,069                        |
|              | 12         | 8 | 40 | 9,91 | 27,93       | 276,81    | 34    | 0,559 | 0,829 | 2,32 | 0,839 | 154,792    | 232,275    | 18,560 | 1,54 | 1,13 | 221,248                        |
|              | 13         | 8 | 40 | 9,91 | 28,16       | 279,11    | 32    | 0,530 | 0,848 | 2,32 | 0,839 | 147,907    | 234,204    | 18,560 | 1,54 | 1,14 | 222,350                        |
|              | 14         | 8 | 40 | 9,91 | 28,16       | 279,11    | 31    | 0,515 | 0,857 | 2,32 | 0,839 | 143,754    | 234,204    | 18,560 | 1,54 | 1,14 | 222,152                        |
|              | 15         | 8 | 40 | 9,91 | 27,94       | 276,93    | 29    | 0,485 | 0,875 | 2,32 | 0,839 | 134,258    | 232,371    | 18,560 | 1,54 | 1,14 | 220,351                        |
|              | 16         | 8 | 40 | 9,91 | 27,52       | 272,68    | 28    | 0,469 | 0,883 | 2,32 | 0,839 | 128,013    | 228,802    | 18,560 | 1,54 | 1,14 | 217,223                        |
|              | 17         | 8 | 40 | 9,91 | 26,90       | 266,58    | 26    | 0,438 | 0,899 | 2,32 | 0,839 | 116,862    | 223,690    | 18,560 | 1,54 | 1,14 | 212,939                        |
|              | 18         | 8 | 40 | 9,91 | 26,10       | 258,65    | 25    | 0,423 | 0,906 | 2,32 | 0,839 | 109,311    | 217,034    | 18,560 | 1,54 | 1,14 | 207,283                        |
|              | 19         | 8 | 40 | 9,91 | 25,13       | 248,99    | 23    | 0,391 | 0,921 | 2,32 | 0,839 | 97,290     | 208,931    | 18,560 | 1,54 | 1,13 | 200,715                        |
|              | 20         | 8 | 40 | 9,91 | 23,97       | 237,50    | 22    | 0,375 | 0,927 | 2,32 | 0,839 | 88,969     | 199,285    | 18,560 | 1,54 | 1,13 | 192,563                        |
|              |            |   |    |      |             |           |       |       |       |      |       | 2396,013   |            |        |      |      | 3543,896                       |

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

#### 4.4 Analisis Stabilitas Lereng Dengan Slide 6.0

Simulasi analisis stabilitas lereng pada program bantu geoteknik dengan menggunakan *software* Slide 6.0 dilakukan untuk memperoleh nilai faktor keamanan berdasarkan parameter tanah dari data sekunder yang tersedia.. Berikut tahapan simulasi *software* Slide 6.0.



**Gambar 8** Analisis Slide 6.0

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai SF  $1,25 < 1,5$  dimana lereng rentan terhadap longsor untuk itu perlu dilakukan perkuatan lereng.

#### 4.5 Perkuatan Berdasarkan Kondisi Lereng

Berdasarkan hasil analisis, nilai faktor keamanan (SF) pada perhitungan manual maupun perangkat lunak Slide 6.0 menunjukkan kondisi lereng yang stabil dengan  $SF > 1,50$ . Perbedaan nilai yang sangat kecil mencerminkan perbedaan tingkat presisi, di mana perhitungan manual cenderung menyederhanakan gaya antar irisan, sedangkan Slide 6.0 melakukan iterasi numerik berulang sehingga menghasilkan estimasi yang lebih teliti.

**Method: bishop simplified**

FS: 1.599310  
Center: 0.132, 47.993  
Radius: 0.123  
Left Slip Surface Endpoint: 0.009, 47.993  
Right Slip Surface Endpoint: 0.152, 47.872  
Resisting Moment=1.43879 kN-m  
Driving Moment=0.899633 kN-m  
Total Slice Area=0.00565587 m<sup>2</sup>

**Gambar 9** Analisis Slide 6.0

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

Meskipun secara teoritis lereng berada dalam kondisi aman, karakteristik kestabilannya sangat sensitif terhadap perubahan kadar air. Pada kondisi jenuh akibat curah hujan tinggi, kekuatan geser tanah dapat menurun sehingga nilai SF berpotensi turun mendekati atau bahkan di bawah batas aman. Pemeliharaan sistem drainase dan pengendalian aliran permukaan menjadi tindakan preventif penting untuk menjaga kestabilan lereng secara berkelanjutan

**Tabel 4** Perbandingan Nilai Sf

| Analisis                            | Faktor Keamanan | Keterangan                                                                                               |
|-------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Perhitungan manual                  | 1,36            | Lereng dalam kondisi stabil bersyarat, namun belum memenuhi kriteria aman ( $SF < 1,50$ ).               |
| <i>Software</i> Slide 6.0           | 1,25            | Lereng stabil marginal/kritis, tingkat keamanan rendah dan belum memenuhi kriteria aman ( $SF < 1,50$ ). |
| Perkuatan <i>Software</i> Slide 6.0 | 1,59            | Lereng stabil dan memenuhi kriteria aman ( $SF \geq 1,50$ ).                                             |

Sumber: Hasil Penelitian, 2026

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng pada proyek JLS Tulungagung Brumbun Pantai Sine Pada Sta. 12+675 Menggunakan *Software* Slide 6.0 memiliki kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi geometri dan karakteristik geoteknik  
Berdasarkan data sekunder melalui pengujian laboratorium, tanah pada lokasi penelitian memiliki: Kondisi geometri tinggi lereng 46,3 m, Panjang lereng 57,6 m, Kemiringan lereng 48 °dan karakteristik geoteknik, Kadar Air 40%, Berat Jenis 2,60, Berat Volume 1.71 t/m<sup>3</sup>, Kohesi (c) 7,84 kN/m, Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) 40° Berdasarkan sistem klasifikasi USCS, tanah pada lokasi penelitian dikategorikan sebagai tanah lanau berpasir (ML).
2. Nilai Faktor Keamanan Perhitungan Manual dan Analisis *Software* Slide 6.0. Berdasarkan perhitungan manual menggunakan metode Bishop Simplified menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,36 dengan demikian lereng tersebut dapat dikategorikan tidak aman dan rawan longsor untuk itu diperlukan perkuatan dan diperlukan evaluasi setelah pekerjaan selesai.

Berdasarkan simulasi menggunakan

*Software Slide 6.0* menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,29 dengan demikian lereng tersebut dapat dikategorikan tidak aman dan diperlukan perkuatan untuk meningkatkan nilai SF. Berdasarkan evaluasi, lereng dipastikan tidak stabil dengan perolehan SF di bawah ambang batas 1,50. Munculnya selisih tipis (0,07) merupakan hal yang wajar akibat perbedaan ketajaman analisis software bekerja dengan tingkat ketelitian numerik yang jauh lebih rapat, sedangkan metode manual sering kali menyederhanakan asumsi gaya antar-irisan serta melakukan pembulatan dalam proses hitungannya.

3. Strategi perkuatan lereng yang efektif tidak hanya berfokus pada peningkatan kapasitas tahanan struktural, seperti melalui penerapan *soil nailing* sebelum dilakukan perkuatan nilai SF sebesar 1,29 namun setelah diberikan perkuatan menjadi 1,5

## 5.2 Saran

1. Disarankan untuk melakukan investigasi tanah lanjutan, seperti pengujian laboratorium tambahan (uji triaxial terkonsolidasi dan uji geser langsung) guna memperoleh parameter kuat geser tanah yang lebih representatif. Ketelitian parameter kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) sangat berpengaruh terhadap hasil analisis faktor keamanan lereng.
2. Penelitian ini berfokus pada kondisi statis. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan dilakukan analisis stabilitas lereng pada kondisi gempa sesuai ketentuan pembebanan gempa dalam peraturan nasional yang berlaku, sehingga diperoleh evaluasi keamanan lereng yang lebih komprehensif.
3. Selain analisis faktor keamanan, disarankan dilakukan analisis deformasi menggunakan metode numerik lanjutan (misalnya metode elemen hingga) untuk mengetahui besar pergerakan lereng. Pada tahap implementasi konstruksi, pemasangan instrumen monitoring seperti inclinometer dan piezometer sangat dianjurkan untuk memantau kinerja sistem perkuatan.

4. Keberhasilan sistem *soil nailing* sangat dipengaruhi oleh pengendalian air tanah. Oleh karena itu, perlu direncanakan sistem drainase permukaan dan bawah permukaan secara optimal guna mengurangi tekanan air pori yang dapat menurunkan stabilitas lereng.
5. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan studi komparatif antara *soil nailing*, *grouted tieback*, dan *micropile* dari aspek teknis, ekonomis, serta kemudahan konstruksi. Analisis tersebut dapat memberikan gambaran pemilihan metode perkuatan yang paling efisien untuk berbagai kondisi geoteknik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. P. Arifin, R. Rochmawati, dan G. R. Kololikiye, "STUDI EVALUASI STABILITAS LERENG PADA JALAN TOL PROBOLINGGO-BANYUWANGI STA. 38+ 475 MENGGUNAKAN SOFTWARE GEOSTUDIO 2024," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 15, no. 2, hal. 104–114, 2025.
- [2] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah 1*, 7 ed. Yogyakarta: UGM Press, 2019.
- [3] Rocscience. (2015). *Slide Version 6.0 - 2D Slope Stability Analysis*. Toronto, Ontario, Canada: Rocscience Inc.
- [4] Standyarto, A. N., Prayitno, A. Y., & Prayitno, D. (2023). Stabilisasi lereng dengan aplikasi *soil nailing* pada area galian dalam dan kemiringan curam. *Jurnal Jalan dan Jembatan*, 40(1), 15–27.