

## STABILITAS LERENG DENGAN MENGGUNAKAN DINDING PENAHAN TANAH PADA RUAS JALAN KEBUN KOPI

### *SLOPE STABILITY USING RETAINING WALLS ON KEBUN KOPI ROAD SECTIONS*

Aprianto M Alwi<sup>1</sup>, \*Sriyati Ramadhani<sup>2</sup>, Arifin B<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Program Studi Pasca Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako  
email: [sriyatiramadhani@gmail.com](mailto:sriyatiramadhani@gmail.com)\*

#### **Abstrak**

Penelitian yang dilakukan Badan Geologi (2020), wilayah Sulawesi Tengah termasuk dalam kategori daerah rawan longsor akibat kombinasi faktor geologi, iklim, dan aktivitas manusia. Khususnya penelitian ini mengkaji longsoran tanah arah jurang pada ruas jalan Kebun Kopi-Toboli. Stabilitas lereng merupakan aspek penting dalam keberlanjutan infrastruktur jalan, khususnya pada ruas jalan Kebun Kopi-Toboli Km 57+100 yang rawan longsor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tanah, mengevaluasi kondisi kestabilan lereng, serta menilai efektivitas perkuatan Dinding Penahan Tanah (DPT) dalam meningkatkan faktor keamanan. Data tanah diperoleh melalui pengeboran hingga kedalaman 28 m, pengujian laboratorium, dan analisis klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa lapisan tanah terdiri dari ML dan SM pada kedalaman 3,5–24 m, sedangkan pada kedalaman lebih dari 25 m ditemukan lapisan batuan (rock). Tanah tersebut memiliki kohesi rendah (0,324–0,399 kg/cm<sup>2</sup>) dan sudut geser dalam berkisar 20,3°–29,9°, sehingga tergolong rawan longsor. Dari hasil analisis stabilitas lereng menggunakan DPT diperoleh faktor keamanan terhadap guling ( $f_s$ ) yaitu 3,429, faktor keamanan terhadap geser ( $f_s$ ) yaitu 4,05 dan stabilitas daya dukung dinding penahan ( $f_s$ ) yaitu 2,571 lebih besar dari faktor keamanan yang disyaratkan yaitu  $F_s = 2$ . Dengan demikian, metode perkuatan ini direkomendasikan sebagai solusi teknis untuk mitigasi bencana longsor pada ruas jalan Kebun Kopi-Toboli.

**Kata kunci:** Stabilitas lereng, Klasifikasi tanah, Dinding Penahan Tanah

#### **Abstract**

Research conducted by the Geological Agency (2020) found that Central Sulawesi is categorized as a landslide-prone area due to a combination of geological, climatic, and human activity factors. Specifically, this study examined landslides toward the ravine on the Kebun Kopi-Toboli road section. Slope stability is a crucial aspect of road infrastructure sustainability, particularly on the Kebun Kopi-Toboli road section at Km 57+100, which is prone to landslides. This study aims to analyze soil characteristics, evaluate slope stability conditions, and assess the effectiveness of retaining wall reinforcement (DPT) in increasing safety factors. Soil data were obtained through drilling to a depth of 28 m, laboratory testing, and soil classification analysis based on the USCS system. The classification results showed that the soil layer consisted of ML and SM at a depth of 3.5–24 m, while at a depth of more than 25 m a rock layer was found. The soil has low cohesion (0.324–0.399 kg/cm<sup>2</sup>) and an internal friction angle ranging from 20.3°–29.9°, so it is classified as prone to landslides. From the results of the slope stability analysis using DPT, the safety factor against overturning ( $f_s$ ) was 3,429, the safety factor against sliding ( $f_s$ ) was 4,05 and the stability of the retaining wall bearing capacity ( $f_s$ ) was 2,571, which is greater than the required safety factor of  $F_s = 2$ . Thus, this reinforcement method is recommended as a technical solution for landslide disaster mitigation on the Kebun Kopi-Toboli road section.

**Keywords:** Slope stability, Soil classification, Retaining Walls

## PENDAHULUAN

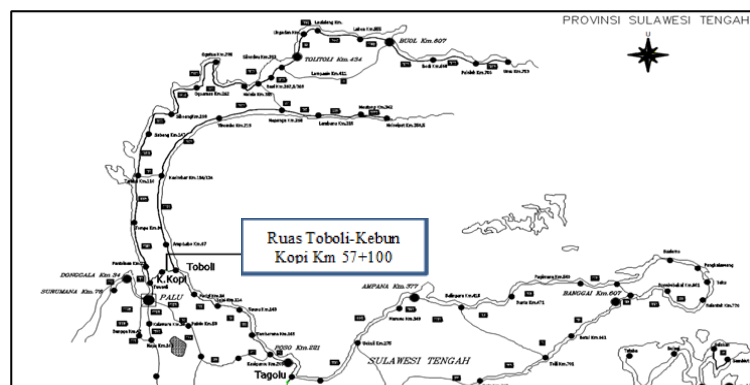
Stabilitas lereng merupakan salah satu aspek kritis dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur jalan, terutama di daerah dengan topografi berbukit atau bergelombang seperti ruas jalan Kebun Kopi-Toboli di Sulawesi Tengah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Badan Geologi (2020), wilayah Sulawesi Tengah termasuk dalam kategori daerah rawan longsor akibat kombinasi faktor geologi, iklim, dan aktivitas manusia. Permasalahan stabilitas lereng tidak hanya berdampak pada kerusakan infrastruktur, tetapi juga dapat menimbulkan kerugian ekonomi dan sosial yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tanah, mengevaluasi kondisi kestabilan lereng, serta menilai efektivitas kombinasi perkuatan Dinding Penahan Tanah (DPT) dalam meningkatkan faktor keamanan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk longsor arah jurang adalah daya dukung pondasi menggunakan Dinding Penahan Tanah (DPT) sebagai upaya stabilisasi lereng. DPT (Dinding Penahan Tanah) sering digunakan dalam stabilisasi lereng, struktur penahan di tepi jalan, atau wilayah rawan longsor, terutama pada tanah yang kurang stabil. Melalui analisis stabilitas lereng yang komprehensif, diharapkan dapat mengurangi risiko bencana longsor, meningkatkan kualitas infrastruktur jalan, dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan di wilayah Kebun Kopi-Toboli.

Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Lereng Jalan Ponorogo Trenggalej Stasiun 23+600 Menggunakan Program Palxis 2DV8.6. Prasetyo, (2020).

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan adalah penelitian survey analitik dan penelitian kuantitatif, yang merupakan survey atau penelitian yang akan mencari berapa faktor keamanan lereng tanpa perkuatan dan ingin melihat seberapa berpengaruhnya penambahan penanganan seperti DPT pada ruas jalan Kebun Kopi-Toboli. Penelitian jenis ini adalah penyelidikan yang hati-hati, sistematis dan terus-menerus terhadap suatu masalah dengan tujuan untuk digunakan dengan segera untuk keperluan tertentu.

Lokasi penelitian berada di lokasi Kecamatan Tanatovea, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis lokasi penelitian terletak antara  $-0^{\circ}43'06,7''$  LS -  $120^{\circ}02'41,7''$  BT.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Kebun Kopi KM 57+100.

Peralatan dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain:

1. Perangkat keras berupa komputer.
2. Perangkat lunak berupa: Microsoft Excel.

Pengumpulan Data Perencanaan

a. Data primer

Data primer disini adalah data yang didapat dari pengamatan langsung peneliti pada lokasi penelitian seperti peninjauan lokasi dengan bertujuan mengamati situasi lokasi penelitian, mengambil gambar lereng dan koordinat lokasi penelitian.

b. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Bina Marga Sulawesi Tengah Tahun 2024 pada lereng di ruas jalan Kebun Kopi- Toboli Data sekunder tersebut meliputi:

1. Geometri lereng Km 57+100 pada ruas jalan Kebun Kopi-Toboli.
2. Peta Situasi lereng Km 57+100 pada ruas jalan Kebun Kopi-Toboli.

Data sekunder lainnya diperoleh dari PT Seakan Geoteknik meliputi:

1. Data tanah uji lapangan yaitu hasil pengujian SPT (Standar Penetration Test) dalam bentuk table dan grafik.
2. Data pengujian tanah.

Defenisi Operasional

### **Lereng**

Lereng adalah bagian dari permukaan bumi yang memiliki kemiringan terhadap bidang horizontal. Lereng dapat terbentuk secara alami, seperti bukit dan tebing sungai, atau diciptakan oleh manusia, seperti galian dan tanggul (Arief, S. 2007).

Parameter Tanah

1. Berat Isi Tanah Tak Jenuh ( $\gamma$ ) atau berat isi tanah kering adalah berat tanah utuh (undisturbed) dalam keadaan kering dibagi dengan volume tanah, dinyatakan dalam ( $\text{g/cm}^3$ ).
2. Berat Isi Tanah Jenuh ( $\gamma_{\text{sat}}$ ) merupakan berat butiran dalam keadaan jenuh termaksud air dan udara dibagi dengan volume total tanah.
3. Berat Jenis Tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. (Head, 2006).
4. Angka pori (Void ratio) didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori dan volume butiran padat. (Head, 2006).
5. Kadar air yang juga disebut sebagai water content didefinisikan sebagai perbandingan antara berat isi dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki. (Head, 2006).
6. Sudut Gesek Dalam ( $\phi$ ) merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan.
7. Kohesi adalah gaya tarik-menarik antar molekul yang sama. Salah satu aspek yang memengaruhi nilai kohesi adalah kerapatan dan jarak antar molekul dalam suatu benda.
8. Modulus young ( $E_s$ ). Nilai modulus young menunjukkan besarnya nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan.
9. Angka Poisson Ration ( $\nu$ ). Untuk mendapatkan nilai-nilai angka Poisson Ration ( $\nu$ ) berdasarkan jenis lapisan tanahnya

### **Klasifikasi Tanah USCS**

Klasifikasi USCS adalah pengelompokan tanah menggunakan sifat sifat indeks seperti distribusi ukuran butiran, koefisien keseragaman dan batas-batas atterberg. Pada sistem USCS, tanah di klasifikasikan kedalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) apabila kurang dari 50% sampel lolos pada sieve ayakan nomor 200, sedangkan tanah berbutir halus (lanau dan lempung) apabila lebih dari 50% sampel lolos pada sieve ayakan nomor 200. (Hardiyatmo, 2017).

### **Standart Penetration Test (SPT)**

Uji penetrasi standar (SPT) merupakan salah satu pengujian tanah lapangan yang dilakukan untuk memperoleh parameter fisik maupun kekuatan tanah. Pada uji SPT akan diperoleh sampel tanah per lapisan tanah dan juga nilai N. Nilai N merupakan jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk penetrasi tabung belah standar sedalam 30,48 cm (Hardiyatmo, 2017).

### **Dinding Penahan Tanah (DPT)**



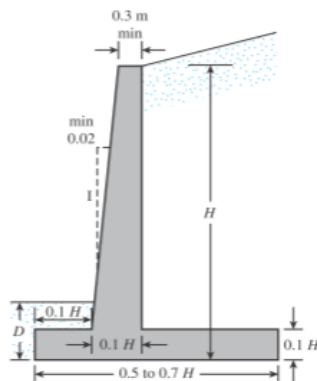
| Kedalaman (m) | Deskripsi Singkat                                | Klasifikasi USCS            | Simbol |
|---------------|--|-----------------------------|--------|
| 17,5 – 18     | Pasir dominan dengan sedikit lanau, IP rendah/NP | Silty Sand                  | SM     |
| 23,5 – 24     | Lanau dominan, LL $\approx$ 23, IP $\approx$ 11  | Low–Medium Plasticity Silt  | ML     |
| 25 – 30       | Material batuan besar (boulder)                  | Tidak terklasifikasi (Rock) | –      |

Tabel 2. Data Perencanaan dan parameter tanah

| No | Jenis Parameter                       | Satuan            | Nilai |
|----|---------------------------------------|-------------------|-------|
| 1  | Tanah timbunan                        |                   |       |
|    | Berat volume tanah basah ( $\gamma$ ) | KN/m <sup>3</sup> | 17,00 |
|    | Kohesi                                | KN/m <sup>2</sup> | 5,00  |
|    | Sudet geser dalam ( $\phi$ )          | °                 | 30,00 |
|    | Kemiringan Timbunan ( $\alpha$ )      | °                 | 8,20  |
| 2  | Tanah Dasar                           |                   |       |
|    | Berat volume tanah basah ( $\gamma$ ) | KN/m <sup>3</sup> | 12,10 |
|    | Kohesi                                | KN/m <sup>2</sup> | 3,35  |
|    | Sudet geser dalam ( $\phi$ )          | °                 | 20,37 |
|    | Tinggi Tanah Depan Dinding (D)        | m                 | 5,00  |

Untuk perkiraan awal dimensi dinding penahan tanah tipe katilever yang di nyatakan sebagai fungsi dari tinggi H. Untuk tinggi H di tentukan dengan cara trial and error maximal ketinggian dinding penahan max 5 m.

$$\begin{aligned}
 H &= 5 \text{ m} \\
 H1 &= 0,1 \cdot H = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ m} \\
 H2 &= H - H1 = 5 - 0,5 = 4,5 \text{ m} \\
 H3 &= B3 \cdot \tan \alpha = 2,5 \cdot \tan 8,2 = 0,36 \text{ m} \\
 H' &= H + H3 = 5 + 0,3603 = 5,360 \text{ m} \\
 B &= 0,7 \cdot H = 0,7 \cdot 5 = 3,5 \text{ m} \\
 B1 &= 0,1 \cdot H = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ m} \\
 B2 &= 0,1 \cdot H = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ m} \\
 B3 &= B \cdot (B1 + B2) = 3,5 \cdot (0,5 + 0,5) = 2,5 \text{ m} \\
 B4 &= 0,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 2. Dimensi Dinding Penahan Tanah

Setelah diperoleh dimensi dinding penahan tanah selanjutnya menghitung slope DPT dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Slope = \frac{B2 - B4}{H2}$$

Maka:

$$Slope = \frac{0,5 - 0,4}{4,5} = 0,02 \text{ Aman}$$

Menghitung tekanan tanah aktif dan pasif tanah

Untuk Koefisien tanah aktif dapat menggunakan persamaan sebagai berikut

$$K_a = \cos \alpha \cdot \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \varphi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \varphi}}$$

Maka nilai  $K_a$  adalah:

$$K_a = \cos 8^\circ \cdot \frac{\cos 8^\circ - \sqrt{\cos^2 8^\circ - \cos^2 30^\circ}}{\cos 8^\circ + \sqrt{\cos^2 8^\circ - \cos^2 30^\circ}} = 0,344$$

Tekanan tanah akibat timbunan dimana dihitung dengan persamaan:

$$Pa1 = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a \cdot 2C \cdot H' \cdot \sqrt{K_a}$$

Maka nilai  $Pa1$  akibat tanah timbunan adalah:

$$Pa1 = \frac{1}{2} \cdot 17 \cdot 28,732 \cdot 0,344 \cdot 10 \cdot 5,36 \cdot 0,587 = 52,574 \text{ kN}$$

Menghitung tekanan akibat beban merata  $Pa2$  dengan menggunakan persamaan:

$$Pa2 = q \cdot H' \cdot K_a$$

Maka nilai  $Pa2$  akibat beban merata adalah:

$$Pa2 = 25 \cdot 5,36026 \cdot 0,344 = 46,098 \text{ kN}$$

Maka hasil untuk nilai  $Pa$  adalah:

$$Pa = Pa1 + Pa2 = 52,574 + 46,098 = 98,672 \text{ kN}$$

Karena ada kemiringan tanah  $\alpha = 8^\circ$

Maka:

$$PaH = Pa \cdot \cos \alpha = 98,672 \cdot \cos 8^\circ = 97,663 \text{ kN}$$

$$PaV = Pa \cdot \sin \alpha = 98,672 \cdot \sin 8^\circ = 14,073 \text{ kN}$$

Mencari lokasi resultan gaya dengan mengambil momen terhadap datar dimana menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Z_{rata} = \frac{Pa1 \cdot Z1 + Pa2 \cdot Z2}{Pa}$$

Maka nilai  $Z_{rata}$  adalah:

$$Z_{rata} = \frac{52,574 \cdot 5/3 + 46,098 \cdot 5/2}{98,672} = 2,056 \text{ m}$$

Menghitung tekanan tanah pasif (Tanah Setempat)

Koefisien tekanan tanah pasif menggunakan persamaan berikut:

$$K_a = \cos \alpha \cdot \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \varphi}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \varphi}}$$

Maka nilai koefisien Tekanan Tanah Pasif adalah:

$$K_a = \cos \alpha \cdot \frac{\cos 8 + \sqrt{\cos^2 8 - \cos^2 20}}{\cos 8 - \sqrt{\cos^2 8 - \cos^2 20}} = 1,924$$

Dari perhitungan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif menggunakan teori Rankine, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Tekanan tanah aktif (Pa)} &= 98,672 \text{ kN} \\ \text{Tekanan tanah pasif (Pp)} &= 337,544 \text{ kN} \\ \text{Gaya tekanan aktif akibat beban merata (q)} &= 46,098 \text{ kN} \end{aligned}$$

Mencari nilai Q dimana:

$$q = 25 \text{ kN}$$

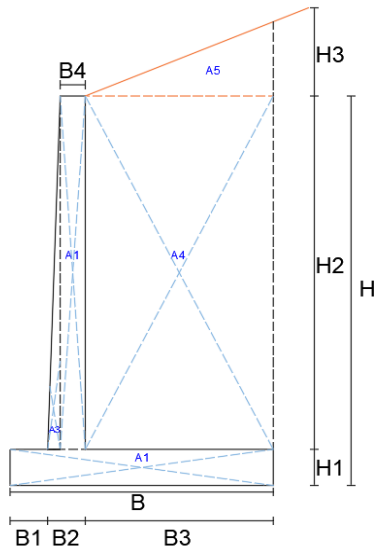
$$y = \frac{B3}{\cos \alpha} = \frac{2,5}{\cos 8,2} = 2,526$$

$$Qv = q \cdot x = 25 \cdot 2,526 = 63,146$$

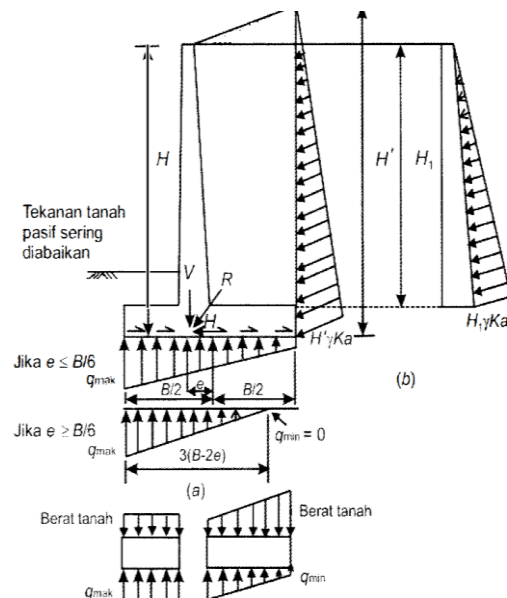
Tabel 3. Luasan Segmen Dinding Penahan Tanah

| Segmen   | A ( m <sup>2</sup> ) |               | W ( kN/m)      | Jarak momen dari titik 0 (X) | Momen terhadap titik 0 ( X ) |
|----------|----------------------|---------------|----------------|------------------------------|------------------------------|
| 1        | B x H1               | 1,750         | 42,000         | 1,750                        | 73,500                       |
| 2        | B4 x H2              | 1,800         | 43,200         | 0,750                        | 32,400                       |
| 3        | ½ x (B2-B4) x H2     | 0,225         | 5,400          | 0,567                        | 3,063                        |
| 4        | B3 x B2              | 11,250        | 191,250        | 2,250                        | 430,313                      |
| 5        | B1 x D               | 2,500         | 30,250         | 0,250                        | 7,563                        |
| 6        | Q                    | 63,146        | 25,000         | 2,250                        | 56,250                       |
| 7        | Pav                  | 14,073        |                | 3,500                        | 49,257                       |
| <b>Σ</b> |                      | <b>80,671</b> | <b>351,173</b> | <b>11,317</b>                | <b>652,342</b>               |





Gambar 3. Pembagian Segmen Dinding Penahan Tanah



Gambar 4. Pengaruh Gaya Akibat Beban Yang Terjadi Pada Dinding Penahan

Dimana:

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{beton}} &= 24 \text{ kN/m} \\ \gamma_{\text{timbunan}} &= 17,000 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{\text{tanah setempat}} &= 12,100 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

Kontrol stabilitas dinding penahan tanah

Menghitung stabilitas terhadap guling ( $F_s > 2$ ), dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sum M_o = PaH \cdot Z$$

Maka:

$$\sum M_o = PaH \cdot Z = 97,663 \cdot 2,056 = 200,793 \text{ kN}$$



Sehingga nilai  $F_s$  terhadap guling adalah:

$$F_s = \frac{\sum MR}{\sum Mo} = \frac{652,342}{200,793} = 3,249 \text{ Aman} > 2$$

Kontrol stabilitas terhadap geser ( $F_s > 1,5$ ), dimana faktor reduksi  $1/2 - 2/3$

$$K_1 = K_2 = 2/3 = 0,67$$

Sehingga nilai  $F_s$  terhadap stabilitas geser adalah:

$$F_s = \frac{\sum W \cdot \tan \cdot K_1 \cdot \phi^2 + B \cdot K_2 \cdot C_2 + Pp}{Pa \cos \alpha}$$

$$F_s = \frac{332,229 \cdot \tan \cdot 0,667 \cdot 20 + 3,5 \cdot 0,667 \cdot 3,350 + 337,544}{97,663}$$

$$F_s = 4,05 \text{ Aman } F_s > 1,5$$

Menghitung stabilitas terhadap daya dukung ( $F_s > 1,5$ )

Titik kerja resultan (R) dihitung dari titik 0 dengan menggunakan persamaan di bawah ini adalah:

$$d = \frac{\sum MR - \sum Mo}{\sum W}$$

Maka:

$$d = \frac{652,342 - 200,793}{351,173} = 1,286$$

Menentukan nilai eksintrisitas (e), dengan menggunakan persamaan berikut:

$$e = \frac{B}{2} \cdot d$$

Maka nilai eksintrisitas dari dinding penahan adalah:

$$e = \frac{B}{2} \cdot d = \frac{3,5}{2} \cdot 1,285 = 0,464$$

Kontrol:

$$e = \frac{B}{6} = 0,464 < 0,583, \text{ Aman}$$

Sehingga nilai eksintrisitas terhadap dinding penahan kategori aman.

Menghitung stabilitas keamanan terhadap stabilitas daya dukung tanah dengan menggunakan Teori Terzaghi untuk mengetahui nilai  $q_{maks}$  dan nilai  $q_{min}$  dimana persamaan yang digunakan adalah:

$$q_{maks} = \frac{\sum V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right)$$

Sehingga nilai  $q_{maks}$  adalah:

$$q_{maks} = \frac{351,173}{3,5} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,464}{3,5}\right) = 180,174$$

Untuk  $q_{min}$  digunakan persamaan:

$$q_{min} = \frac{\sum V}{B} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B}\right)$$

Sehingga nilai  $q_{min}$  adalah:

$$q_{min} = \frac{351,173}{3,5} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,464}{3,5}\right) = 20,496$$

Maka faktor keamanan ( $F_s$ ) terhadap daya dukung adalah:

$$q_{ult} = C_2 \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 1 \cdot \gamma_2 \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

Dimana:

$$\alpha = 8,2$$

$$\begin{aligned}
C_2 &= 3,35 \\
\phi_2 &= 20,37 \\
\gamma_2 &= 12,1 \\
q &= \gamma_2 \cdot D = 12,100 \cdot 5 = 60,5 \\
B' &= B - e = 3,5 - 0,464 = 3,036
\end{aligned}$$

Berdasarkan tabel bearing capacity factors Meyerhof, dengan  $\phi_2 = 20,37$

$$N_c = 15,196$$

$$N_q = 6,648$$

$$N_\gamma = 3,075$$

Faktor koreksi kedalaman dimana:

$$\phi_2 > 0$$

$$20 > 0, \text{ Aman}$$

Menghitung  $F_{qd}$ ,  $F_{cd}$ , dan  $F_{\gamma d}$  dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{cd} = - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \cdot \tan \phi_2}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \cdot \tan \phi_2 (1 - \sin \phi_2) \cdot 2 \cdot \frac{D}{B'}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Maka nilai  $F_{qd}$ ,  $F_{cd}$ , dan  $F_{\gamma d}$  adalah:

$$F_{qd} = 1 + 2 \cdot \tan 20,37 (1 - \sin 20,37) \cdot 2 \cdot \frac{0}{3,172} = 1,000$$

$$F_{cd} = 1,000 - \frac{1 - 1,000}{15,196 \cdot \tan 20,37} = 1,000$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Menghitung faktor kemiringan beban

$$\psi = \tan^{-1} \left( \frac{Pa \cdot \cos \alpha}{\sum v} \right)$$

$$F_{ci} = F_{qi} = 1 - \left( \frac{\psi}{90} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = 1 - \left( \frac{\psi}{\phi_2} \right)^2$$

Maka nilai faktor kemiringan beban adalah:

$$\psi = \tan^{-1} \left( \frac{98,672 \cdot \cos 8,2}{351,173} \right) = 15,541$$

$$F_{ci} = F_{qi} = 1 - \left( \frac{15,541}{90} \right)^2 = 0,970$$

$$F_{\gamma i} = 1 - \left( \frac{15,541}{20,366} \right)^2 = 0,582$$

Menghitung nilai  $q_u$ , setelah diperoleh nilai faktor kemiringan beban maka nilai  $q_u$  yang diperoleh adalah:

$$q_u = C_2 \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 1 \cdot \gamma_2 \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

$$q_u = 3,350 \cdot 15,196 \cdot 1,000 \cdot 0,970 + 402,198 \cdot 1,000 \cdot 0,970 + 0,5 \cdot 12,100 \cdot 3,036 \cdot 3,075 \cdot 1,000 \cdot 0,418$$

$$q_u = 463,179 \text{ kN}$$

Maka stabilitas daya dukung dinding penahan adalah:

$$F_s = \frac{q_u}{q_{maks}} > 2$$

$$Fs = \frac{463,179}{180,174} > 2$$

$$Fs = 2,571 > 2, .Aman$$

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Dinding Penahan

| <b>Dinding Penahan Tanah BH A</b>      |                         |
|--|-------------------------|
| Tinggi dinding penahan ( H )           | 5,00 m                  |
| Tinggi tanah depan dinding ( D )       | 5,00 m                  |
| Beban merata ( q )                     | 25,00 kN/m <sup>2</sup> |
| Tekanan tanah aktif ( Pa )             | 98,672 kN               |
| Tekanan tanah pasif ( Pp )             | 337,544 kN              |
| Gaya tekanan akibat beban merata       | 46,098 kN               |
| Momen guling ( Mo )                    | 200,793 kN              |
| Momen resultan gaya ( MR )             | 652,342 kN              |
| Faktor keamanan terhadap guling ( Fs ) | 3,249                   |
| Faktor keamanan terhadap geser ( Fs )  | 4,05                    |
| Nilai eksintrisitas ( e )              | 0,464                   |
| Beban maksimum ( qmaks )               | 180,174 kN              |
| Beban minimum ( qmin )                 | 20,496 kN               |
| Beban Ultimit ( qult )                 | 463,179 kN              |

## KESIMPULAN

### 1. Karakteristik Tanah pada Ruas Jalan Kebun-kopi Toboli KM57+100

Berdasarkan hasil klasifikasi USCS, lapisan tanah pada kedalaman 0–6 m termasuk dalam kelompok SP (Poorly Graded Sand) yang bersifat non-kohefif dan berpermeabilitas tinggi sehingga relatif mudah mengalami erosi. Pada kedalaman 7,5–8 m ditemukan tanah ML (Low Plasticity Silt) yang memiliki plastisitas rendah dan peka terhadap kadar air. Lapisan 11,5–12 m serta 17,5–18 m dikategorikan sebagai SM (Silty Sand), yaitu tanah pasir dengan fraksi halus yang menurunkan permeabilitas dan meningkatkan kompresibilitas. Pada kedalaman 23,5–24 m kembali ditemukan lapisan ML (Low to Medium Plasticity Silt) yang memiliki sifat kohesif lebih besar dibanding lapisan di atasnya. Sementara itu, lapisan terdalam pada kedalaman 25–30 m berupa material batuan (rock) yang tidak termasuk dalam sistem klasifikasi USCS.

### 2. Stabilitas Lereng menggunakan DPT pada Ruas Jalan Kebun Km 57+100

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai tekanan tanah aktif yaitu 98,672 kN dan nilai tekanan tanah pasif yaitu 337,544 kN. Stabilitas dinding penahan tanah terhadap guling (fs) yaitu 3,429, Stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser (fs) yaitu 4,05 dan stabilitas daya dukung dinding penahan (fs) yaitu 2,571 lebih besar dari faktor keamanan yang disyaratkan yaitu  $Fs = 2$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S. (2007). Analisis Kestabilan Lereng. Inco Soroako.
- Badan Geologi. (2020). Peta Zona Kerentanan Longsor Indonesia. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Tengah (2019). Laporan Kerusakan Infrastruktur Jalan Akibat Longsor. Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah.
- Bowles, J. E. (1989). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E., & Guo, Y. (1996). *Foundation analysis and design* (Vol. 5, p. 127). New York: McGraw-hill.
- Coduto, D. P. (1994). *Foundation Design: Principles and Practices*.

- Das, B. M. (2017). *Shallow foundations: Bearing capacity and settlement*. CRC press.
- Das, B., M. dan Sobhan, K. (2014). *Principles of Geotechnical Engineering Tenth Edition*. California State University, USA.
- Hardiyatmo, CH. (2017). *Mekanika Tanah I dan Mekanika Tanah 2*. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta
- Head, K. H., (2006). *Manual of Soil Laboratory Testing. Vol. 3. Effetive Stress Test. Vol. 3Effetive Stress Test Pt. 1 Volume 1 3<sup>rd</sup> Edition*. Whittles Publishing
- Indonesia, S. N. (2017). Persyaratan perancangan geoteknik. *SNI, 8460, 2017*.
- Marga, B. (2020). Penanganan Longsor Kebon Kopi Sulawesi Tengah Desember 2020.
- Marga, B. (2024). *Preservasi jalan Penanganan Longsor Bahu Jalan Kebon Kopi Sulawesi Tengah Tahun Anggaran 2024*.