

## Karakteristik Tanah Longsor pada Ruas Jalan Tawaeli-Toboli KM 26+57

Bulan Azahra<sup>\*1</sup>, Sriyati Ramadhani<sup>2a\*</sup>, Martini<sup>\*3</sup>

Submit:  
20 Januari 2026

Review:  
10 Februari 2026

Revised:  
28 Februari 2026

Published:  
13 Maret 2026

<sup>\*1</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Kota Palu, Indonesia,  
[bulanazahra02@gmail.com](mailto:bulanazahra02@gmail.com)

<sup>\*2</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Kota Palu, Indonesia,  
[sriyatiramadhani@gmail.com](mailto:sriyatiramadhani@gmail.com)

<sup>\*3</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Kota Palu, Indonesia,  
[sudihardjomartini@gmail.com](mailto:sudihardjomartini@gmail.com)

<sup>a</sup>Corresponding Author: [sriyatiramadhani@gmail.com](mailto:sriyatiramadhani@gmail.com)

### Abstrak

Bencana tanah longsor yang kerap melanda ruas jalan Kebun Kopi, Sulawesi Tengah, telah menimbulkan gangguan signifikan terhadap mobilitas masyarakat dan distribusi barang, dengan catatan 12 kejadian sepanjang tahun 2024. Kondisi ini dipicu oleh ketidakstabilan lereng yang rentan terhadap deformasi, khususnya di ruas jalan Tawaeli-Toboli, dimana penelitian sebelumnya menunjukkan pergerakan lereng dapat melebihi 0,5 meter pada kondisi jenuh air dan beban lalu lintas berat. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik tanah di Ruas Jalan Tawaeli-Toboli KM 26+57 dengan melakukan uji laboratorium pada 8 sampel dan uji geofisika. Hasil uji laboratorium mengidentifikasi mayoritas material sebagai Pasir Bergradasi Buruk dengan Lanau (SP-SM) dengan kepadatan rendah (berat volume kering 0,33-1,60 g/cm<sup>3</sup>) dan kohesi minimal (0,074-0,141 kg/cm<sup>2</sup>), sementara uji geolistrik mengungkap profil bawah permukaan didominasi campuran pasir-lanau dengan resistivitas 42,9-288  $\Omega$ m yang mengindikasikan keberadaan air tanah. Kombinasi antara sifat material berbutir halus, kepadatan longgar, kohesi rendah, dan kondisi jenuh air ini menciptakan mekanisme keruntuhan lereng yang kritis, dimana lapisan lanau jenuh berperan sebagai bidang gelincir potensial, sehingga diperlukan langkah mitigasi khusus untuk mencegah terjadinya longsor di lokasi studi.

**Kata Kunci:** Tanah Longsor, Pasir Bergradasi Buruk, Resistivitas, Bidang Gelincir, Air Tanah.

### Abstract

Frequent landslide disasters along the Kebun Kopi road in Central Sulawesi have significantly disrupted public mobility and goods distribution, with 12 recorded incidents throughout 2024. This condition is triggered by slope instability prone to deformation, particularly along the Tawaeli-Toboli road section, where previous research indicated slope movement could exceed 0.5 meters under saturated conditions and heavy traffic loads. Addressing this issue, this study was conducted to analyze soil characteristics at the Tawaeli-Toboli Road KM 26+57 segment through laboratory testing of 8 samples and geophysical investigation. Laboratory test results identified the majority of materials as Poorly Graded Sand with Silt (SP-SM) with low density (dry unit weight 0.33-1.60 g/cm<sup>3</sup>) and minimal cohesion (0.074-0.141 kg/cm<sup>2</sup>), while geoelectrical survey revealed a subsurface profile dominated by sand-silt mixture with resistivity values of 42.9-288  $\Omega$ m indicating groundwater presence. The combination of fine-grained material properties, loose density, low cohesion, and saturated conditions creates a critical slope failure mechanism, where saturated silt layers act as potential slip surfaces, thus requiring specific mitigation measures to prevent landslides at the study location.

**Keywords:** *Landslide, Poorly Graded Sand with Silt, Resistivity, Slip Surface, Groundwater.*

## **PENDAHULUAN**

Tanah longsor merupakan bencana alam yang kerap terjadi di Indonesia, terutama di wilayah dengan kondisi geografis berbukit dan pegunungan. Salah satu daerah yang mengalami permasalahan ini adalah ruas jalan Kebun Kopi di Sulawesi Tengah, yang menghubungkan Kabupaten Parigi Moutong dengan Kota Palu. Menurut data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), sepanjang Januari hingga Desember 2024 telah terjadi 12 kali tanah longsor di ruas jalan Kebun Kopi.

Menurut [1], daerah lereng Kebun Kopi rentan terhadap gerakan tanah yang disebabkan dari tanah yang tidak padat dan tingginya curah hujan. Pada beberapa bulan terakhir curah hujan mencapai 200 mm/hari yang menjadi salah satu penyebab kelongsoran [2]. Karena hal tersebut jalur yang memiliki peran vital dalam mendukung mobilitas masyarakat dan distribusi barang tidak dapat beroperasi sehingga menyebabkan kerugian bagi sebagian masyarakat di area setempat.

Lereng-lereng di ruas jalan ini memiliki potensi tinggi mengalami deformasi akibat kondisi geoteknik yang kurang stabil, seperti tanah yang gembur, curah hujan yang tinggi, serta beban lalu lintas yang terus-menerus. Deformasi lereng di Ruas Jalan Tawaeli-Toboli dapat mencapai lebih dari 0,5 meter pada kondisi jenuh air dan tekanan beban kendaraan berat, yang menunjukkan indikasi kuat akan ketidakstabilan lereng [3]. Faktor lain seperti erosi, struktur tanah residu, serta gangguan vegetasi turut mempercepat terjadinya pergerakan tanah dan potensi longsor.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka dilakukan penelitian karakteristik tanah pada 3 segmen Ruas jalan Tawaeli-Toboli KM 26+57.



Gambar 1. Kondisi Lereng Di Kebun Kopi Km 26+57

### **1. Lereng**

Lereng merupakan permukaan tanah atau bagian bumi yang membentuk kemiringan tertentu terhadap bidang datar. Kawasan Kebun Kopi dikategorikan memiliki lereng terjal hingga sangat terjal. Hal ini didasari oleh penjelasan [4] yang menyebutkan bahwa selain arus lalu lintasnya sangat padat, daerah ini juga dilintasi pegunungan dengan kemiringan lereng yang curam, antara 30° hingga 70°, yang rawan mengalami longsor pada saat hujan. Lereng juga sering disebut permukaan tanah yang membentuk sudut

kemiringan dengan bidang horizontal. Lereng dapat terbentuk secara alamiah, seperti pada bukit atau tebing, atau oleh rekayasa manusia, seperti ketika ada pembangunan jalan atau bendungan [5].

Lereng dapat dibagi menjadi dua jenis berdasarkan cara terbentuknya, yaitu [6]:

- a. Longsor di lereng alami merupakan peristiwa pergerakan tanah yang mencakup wilayah cukup luas dan meliputi area regional tertentu.
- b. Lereng buatan adalah lereng yang sengaja dibentuk untuk memenuhi kebutuhan pembangunan infrastruktur guna kepentingan publik.

Kelongsoran dapat terjadi pada berbagai macam lereng, yang dipicu oleh berat material tanah itu sendiri, diperparah oleh pengaruh signifikan dari infiltrasi air tanah, serta adanya gaya-gaya luar yang bekerja pada lereng tersebut. Seperti yang dikemukakan [7] gaya berat dan aliran air bawah permukaan berpotensi menimbulkan ketidakstabilan pada lereng alami, lereng hasil galian, maupun pada struktur timbunan seperti tanggul dan bendungan tanah.

## **2. Karakteristik Tanah**

- a. Sifat Mekanik tanah

Kuat geser tanah adalah gaya tahanan yang diberikan oleh partikel-partikel tanah terhadap tekanan atau tarikan. Parameter kuat geser tanah meliputi nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).

- b. Sifat Fisik Tanah

Secara umum, tanah dapat dibagi berdasarkan ukuran butirannya menjadi dua jenis utama, yaitu tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Tanah berbutir halus terutama terdiri dari lempung (*clay*, ditandai C) dan kadang lanau (*silt*, ditandai M). Sementara tanah berbutir kasar mencakup pasir (*sand*, S) dan kerikil (*gravel*, G). Meskipun perbedaan utamanya terletak pada ukuran butiran, sifat kedua jenis tanah ini sangat berbeda.

## **3. Faktor Keamanan**

Menurut [8] faktor keamanan merupakan nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan. Faktor keamanan untuk stabilitas lereng dinyatakan sebagai perbandingan antara kapasitas geser maksimum tanah pada bidang longsor [9]. Perbandingan antara gaya pendorong dan gaya penahan ini dapat dinyatakan dengan nilai faktor keamanan (FK) atau *safety factor* dimana suatu lereng dapat dikatakan aman apabila gaya penahan lebih besar daripada gaya pendorong [10]. Secara umum, faktor keamanan dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$FK = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (1)$$

Dimana:

FK = angka keamanan terhadap kekuatan tanah.

$\tau_f$  = kekuatan geser rata-rata dari tanah.

$\tau_d$  = tegangan geser rata-rata yang bekerja sepanjang bidang longsor.

Kekuatan geser suatu lahan terdiri dari dua komponen, friksi dan kohesi, dan dapat ditulis,

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (2)$$

dimana:

$c$  = kohesi tanah penahan

$\phi$  = sudut geser penahan

$\sigma$  = tegangan normal rata-rata pada permukaan bidang longsor.

Atau dapat ditulis:

$$\tau_d = c_d + \sigma \tan \varphi_d \quad (3)$$

Di mana  $c_d$  adalah kohesi dan  $\varphi_d$  sudut geser yang bekerja sepanjang bidang longsor. Dengan mensubstitusi persamaan (2) dan persamaan (3) ke dalam persamaan (1) sehingga kita mendapat persamaan yang baru,

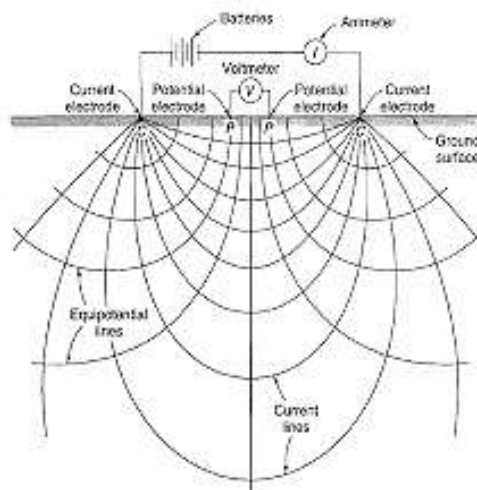
$$FK = \frac{c + \sigma \tan \varphi}{c_d + \sigma \tan \varphi_d} \quad (4)$$

Tabel 1. Nilai dari Faktor Keamanan (FK) berdasarkan intensitas kelongsoran.

| Nilai Faktor Keamanan (FK) | Intensitas Kelongsoran      |
|----------------------------|-----------------------------|
| $FK < 1$                   | Terjadi keruntuhan          |
| $1 \leq FK < 1,5$          | Lereng dalam keadaan kritis |
| $FK \geq 1,5$              | Lereng dalam keadaan stabil |

#### 4. Geolistrik Resistivitas

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari distribusi arus listrik di dalam bumi. Aliran arus yang melewati lapisan bawah permukaan akan dijadikan acuan dalam mengidentifikasi angka resistivitas bahan pada lapisan yang dilewati [11]. Pengukuran dilakukan pada permukaan tanah untuk mengidentifikasi medan potensial, arus listrik, dan fenomena elektromagnetik yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus buatan ke dalam bumi. Metode geolistrik, umumnya disebut sebagai metode geoelektrik atau resistivitas, adalah teknik geofisika yang digunakan untuk menyelidiki struktur bawah permukaan dengan mengukur resistivitas bahan geologi. Metode ini beroperasi pada Hukum Ohm, di mana arus listrik disuntikkan melalui elektroda, dan perbedaan potensial yang dihasilkan diukur untuk menyimpulkan nilai resistivitas berbagai lapisan bawah permukaan [12]. Aliran arus yang melewati lapisan bawah permukaan akan dijadikan acuan dalam mengidentifikasi angka resistivitas bahan pada lapisan yang dilewati. Contoh ilustrasi aliran arus dapat dilihat gambar di bawah ini [13]-[15] :



Gambar 2. Metode Geolistrik

Konfigurasi Wenner adalah salah satu konfigurasi yang banyak digunakan dalam geolistrik dengan susunan jarak spasi sama panjang ( $r_1=r_4=a$  dan  $r_2=r_3=2a$ ).

**Tabel 2. Angka Resistivitas Material-Material Bumi**

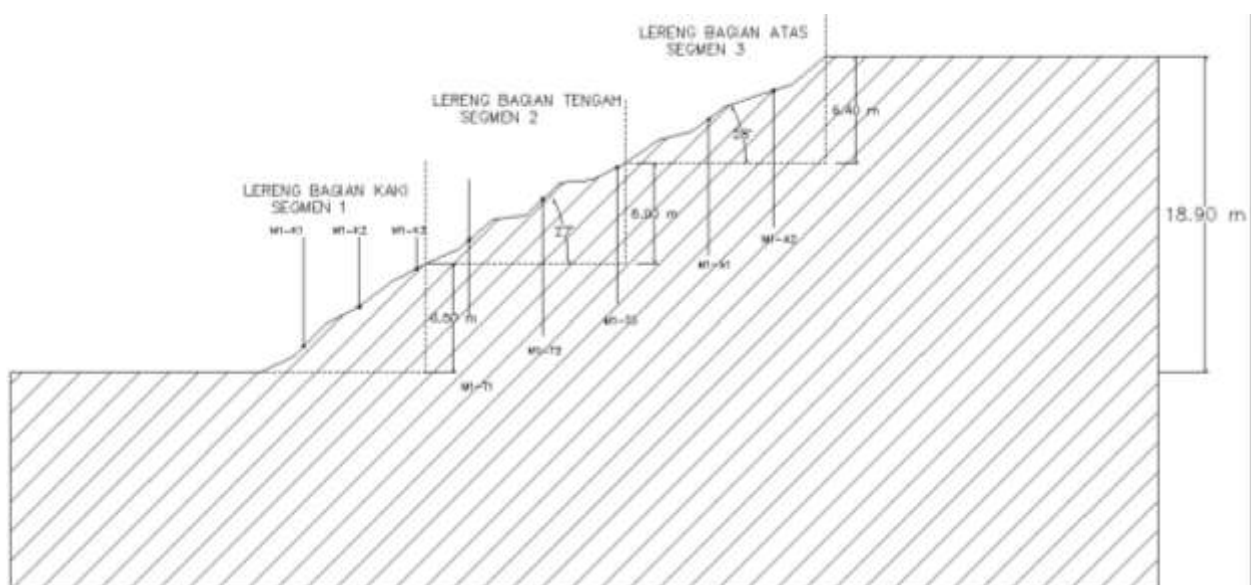
| No | Material                             | Resistivitas<br>(Ohm.meter)                |
|----|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1  | Pirit(Pyrite)                        | 0,01 – 100                                 |
| 2  | Kwarsa                               | 500 – 800000                               |
| 3  | Kalsit                               | $1 \times 10^{12} \times 1 \times 10^{13}$ |
| 4  | Garam batu                           | 200 – 100000                               |
| 5  | Granit                               | $1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$         |
| 6  | Andesit                              | 200 – 100000                               |
| 7  | Basal                                | 200 – 8000                                 |
| 8  | Gamping                              | 500 – 100000                               |
| 9  | Batu Pasir ( <i>Sand stone</i> )     | 200 – 8000                                 |
| 10 | Batu tulis                           | 20 – 2000                                  |
| 11 | Pasir                                | 1 – 1000                                   |
| 12 | Lempung                              | 1 - 100                                    |
| 13 | Air Tanah                            | 0,5 - 300                                  |
| 14 | Air Asin                             | 0,2                                        |
| 15 | Magnetit                             | 0,01 - 1000                                |
| 16 | Kerikil Kering ( <i>Dry fravel</i> ) | 600 - 10000                                |
| 17 | Aluvium ( <i>Alluvim</i> )           | 10 – 800                                   |
| 18 | Kerikil                              | 10 – 600                                   |

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan pengambilan sampel tanah pada 3 segmen di lokasi penelitian kemudian melakukan pengujian sampel tanah tersebut di laboratorium dan melakukan uji geolistrik yang ditinjau menggunakan konfigurasi wenner.

### A. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilaksanakan di delapan titik, dengan tiga titik terletak di segmen satu dan segmen 2 serta 2 titik di segmen tiga. Titik-titik pengambilan sampel disajikan seperti pada Gambar 3:



**Gambar 3. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Tanah**

Sampel tanah akan diambil sampel tanah terganggu dan tidak terganggu, kemudian dilakukan uji laboratorium sebagai berikut:

1. Analisa saringan yang bertujuan untuk mengetahui gradasi kasar
2. Analisa hidrometer yang bertujuan untuk mengetahui gradasi halus
3. Geser langsung yang bertujuan untuk mengetahui kuat geser tanah
4. Berat jenis yang bertujuan untuk mengetahui perilaku sifat fisik tanah
5. Kadar air yang bertujuan untuk mengetahui kandungan kadar air pada tanah
6. Batas Atteberg yang bertujuan untuk mengetahui batas cair dan batas plastis

## **B. Uji Geolistrik**

Tahap awal dalam pengujian ini dilakukan dengan melaksanakan survei geolistrik pada lereng yang akan ditinjau menggunakan konfigurasi Wenner. Konfigurasi Wenner memiliki sensitivitas tinggi terhadap variasi nilai resistivitas secara lateral atau horizontal. Oleh karena itu, konfigurasi ini dipilih dengan tujuan memperoleh data resistivitas yang akurat dalam arah horizontal, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi bawah permukaan lereng.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **A. Hasil Uji Sifat Fisik dan Mekanis Tanah**

Dalam pengujian laboratorium dari 3 segmen, terdapat 8 titik sampel yang di uji. Tabel 3. menunjukkan hasil pengujian laboratorium penelitian ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Laboratorium

| No. Sampel | Lolos Saringan No. 200 (%) | Cu    | Cc   | Gs   | PI   | $\phi$ | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Jenis Tanah |
|------------|----------------------------|-------|------|------|------|--------|-------------------------|-------------|
| 1          | 7,35                       | 14.55 | 1.60 | 2.68 | 3.56 | 26.29  | 0.083                   | SP-SM       |
| 2          | 8,67                       | 10.00 | 0.71 | 2.69 | 3.22 | 24.51  | 0.074                   | Sp-SM       |
| 3          | 8,74                       | 14.44 | 0.45 | 2.70 | 3.92 | 26.87  | 0.141                   | SP-SM       |
| 4          | 7,66                       | 7.27  | 0.60 | 2.70 | 3.85 | 25.70  | 0.110                   | SP-SM       |
| 5          | 9,94                       | 13.75 | 0.55 | 2.70 | 3.87 | 25.11  | 0.125                   | SP-SM       |
| 6          | 10,12                      | 10.67 | 0.88 | 2.69 | 3.84 | 27.44  | 0.095                   | SP-SM       |
| 7          | 2,40                       | 7.06  | 0.33 | 2.66 | 3.38 | 28.58  | 0.120                   | SP-SM       |
| 8          | 4,42                       | 5.27  | 0.41 | 2.67 | 3.05 | 28.01  | 0.100                   | SP          |

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap delapan sampel tanah, karakteristik fisik dan mekanik masing-masing sampel dapat diidentifikasi. Sampel 1 memiliki kandungan material halus sebesar 7,35% dengan berat volume kering 1,60 g/cm<sup>3</sup> dan menunjukkan parameter geser  $\phi = 26,29^\circ$  serta  $c = 0,083$  kg/cm<sup>2</sup>. Sampel 2 mengandung 8,67% butiran halus dengan kepadatan lebih rendah ( $\gamma_d = 0,71$  g/cm<sup>3</sup>) dan kuat geser  $\phi = 24,51^\circ$ . Sampel 3 mencatat kandungan halus 8,74% dengan kepadatan terendah 0,45 g/cm<sup>3</sup> namun memiliki kuat geser tertinggi kedua ( $\phi = 26,87^\circ$ ) dan kohesi tertinggi 0,141 kg/cm<sup>2</sup>. Sampel 4 hingga 6 menunjukkan variasi kandungan halus antara 7,66-10,12% dengan berat volume kering 0,60-0,88 g/cm<sup>3</sup> dan parameter geser yang relatif konsisten. Sampel 7 merupakan material paling kasar dengan hanya 2,40% butiran halus dan mencapai sudut gesek dalam maksimum 28,58°, sedangkan Sampel 8 dengan kandungan halus 4,42% memiliki kepadatan sangat rendah 0,41 g/cm<sup>3</sup> dengan  $\phi = 28,01^\circ$ .

Klasifikasi berdasarkan *Unified Soil Classification System* (USCS) mengungkapkan pola yang jelas dalam karakteristik tanah. Sebanyak tujuh sampel (Sampel 1-7) tergolong dalam kategori SP-SM, yaitu *Poorly*

*Graded Sand with Silt.* Klasifikasi ini ditentukan berdasarkan kandungan material halus yang berada dalam rentang 5-12% serta parameter gradasi yang tidak memenuhi kriteria *well-graded sand*. Meskipun beberapa sampel memiliki *coefficient of uniformity* ( $C_u$ ) melebihi 6, nilai *coefficient of curvature* ( $C_c$ ) yang konsisten di atas 3 menyebabkan ketidaksesuaian dengan persyaratan gradasi baik. Satu-satunya pengecualian adalah Sampel 8 yang diklasifikasikan sebagai SP (*Poorly Graded Sand*) karena kandungan material halusnya di bawah 5% dan parameter gradasinya yang tidak memenuhi kriteria *well-graded*.

Dari perspektif sifat teknis, hasil klasifikasi ini memberikan implikasi penting terhadap perilaku tanah. Dominannya klasifikasi SP-SM pada tujuh sampel pertama menunjukkan karakteristik material dengan permeabilitas sedang yang dipengaruhi keberadaan lanau. Material ini cenderung menunjukkan kohesi semu yang terlihat dari nilai kohesi terukur meskipun kecil, berbeda dengan material berbutir kasar bersih. Sampel 8 yang murni SP merepresentasikan material dengan permeabilitas tinggi dan ketahanan geser yang sepenuhnya bergantung pada gesekan internal, sebagaimana tercermin dari sudut gesek dalam yang tinggi dan kandungan material halus yang minimal. Rendahnya nilai berat volume kering pada seluruh sampel mengindikasikan kondisi kepadatan yang longgar hingga sedang, yang berpotensi menyebabkan deformasi signifikan *under loading conditions*

#### **B. Data Hasil Uji Geolistrik**

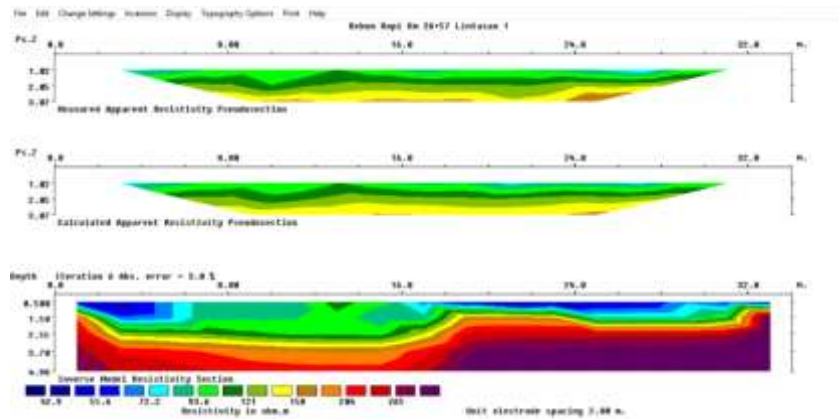
Hasil pengujian geolistrik di ruas jalan Tawaeli-Toboli Km 26+57 diperoleh melalui dua lintasan pengukuran, yaitu lintasan horizontal (memanjang) dan lintasan melintang yang sejajar dengan bidang kemiringan lereng. Gambar 4. menunjukkan lintasan dalam Pengujian Geolistrik di Kebun Kopi Km 26+57.



Gambar 4. Lintasan dalam Pengujian Geolistrik di Kebun Kopi Km 26+57

### 1. Hasil Lintasan 1

Dari hasil pengujian geolistrik yang telah di olah program Res2Dinv diperoleh penampang permukaan lapisan tanah 2D :



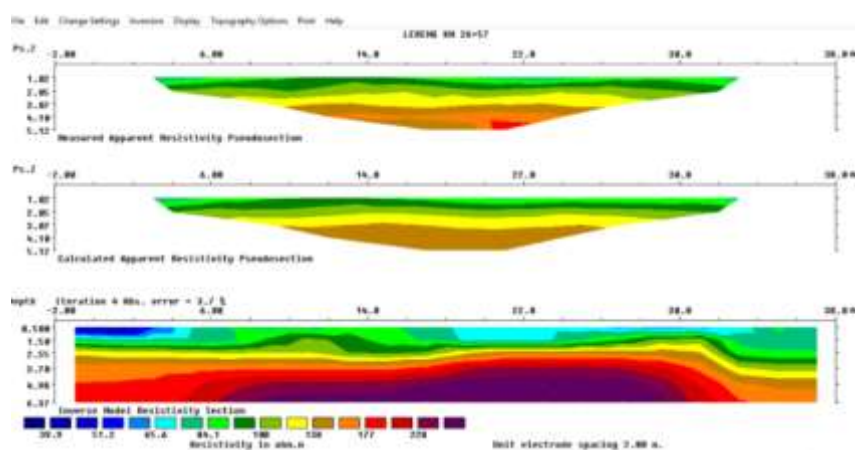
Gambar 5. Hasil Interpretasi Penampang 2D Data Geolistrik Pada Program Res2Dinv

Dari hasil pengukuran di atas di dapatkan tipe lapisan tanah dari nilai resistivitas ( $\Omega m$ ) di dapatkan pada kedalaman 0 m – 4.98 m di jarak 0 m – 32 m memiliki rentang nilai resestivitas 42.9  $\Omega m$ -265  $\Omega m$ .

Merujuk pada Tabel 1 dapat diidentifikasi jenis tanah, batuan, serta campuran material lainnya untuk setiap lapisan tanah pada lintasan 1. Secara umum, pada kedalaman 0-4.98 meter dengan nilai resistivitas berkisar antara 42.9  $\Omega m$  hingga 265  $\Omega m$ , ditemukan jenis tanah berupa pasir dan lanau yang bercampur dengan andesit, basal, dan batu pasir, serta material tambahan berupa air tanah.

### 2. Hasil Lintasan 2

Pada pengolahan data geolistrik lintasan 2, pengukuran dilaksanakan sejajar dengan bidang kemiringan lereng (arah melintang), sehingga mampu mengidentifikasi jenis tanah, batuan, serta material lain di sepanjang bidang gelincir lereng tersebut. Berdasarkan hasil pengujian geolistrik yang telah diolah menggunakan program Res2Dinv, diperoleh penampang dua dimensi (2D) lapisan tanah permukaan:



Gambar 6. Hasil Interpretasi Penampang 2D Data Geolistrik Pada Program Res2Dinv

Dari hasil pengukuran di atas di dapatkan tipe lapisan tanah dari nilai resistivitas ( $\Omega m$ ) di dapatkan pada kedalaman 0 m – 6.37 m di jarak 0 m – 38 m memiliki rentang nilai resestivitas 39.9  $\Omega m$ -288  $\Omega m$ .

Merujuk pada Tabel 1 dapat diidentifikasi komposisi tanah, batuan, serta material campuran pada setiap lapisan tanah di lintasan 2. Analisis menunjukkan bahwa pada rentang kedalaman 0-6.37 meter dengan nilai resistivitas antara 39.9  $\Omega\text{m}$  hingga 288  $\Omega\text{m}$ , terdapat dominasi tanah jenis pasir dan lanau yang tercampur dengan material batuan seperti andesit, basal, dan batu pasir, serta kandungan air tanah.

## **SIMPULAN**

Hasil uji laboratorium terhadap sampel tanah mengidentifikasi material yang memiliki kerentanan terhadap kelongsoran. Mayoritas sampel (Sampel 1-7) tergolong sebagai Pasir Bergradasi Buruk dengan Lanau (SP-SM), yang dicirikan oleh kepadatan rendah (berat volume kering 0,33 – 1,60 g/cm<sup>3</sup>) dan kandungan lanau antara 5-12%. Karakteristik ini menunjukkan bahwa tanah berada dalam kondisi lepas hingga kepadatan sedang, sehingga rentan mengalami penurunan (deformasi) yang signifikan jika menerima beban. Meskipun memiliki sudut geser dalam ( $\phi$ ) yang cukup (berkisar 24°-29°), nilai kohesi (c) yang sangat rendah (0,074 – 0,141 kg/cm<sup>2</sup>) mengindikasikan lemahnya ikatan partikel tanah. Kombinasi antara kepadatan rendah, gradasi buruk, dan kohesi yang minimal ini menjadikan material tersebut mudah kehilangan kekuatan ketika jenuh air, sehingga berpotensi memicu terjadinya longsor. Hasil uji geolistrik pada kedua lintasan memperkuat temuan dari uji laboratorium dengan mengonfirmasi komposisi material di lapangan. Nilai resistivitas 42.9  $\Omega\text{m}$  hingga 288  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman hingga sekitar 6 meter mengidentifikasi lapisan bawah permukaan didominasi oleh campuran pasir, lanau, dan fragmen batuan (andesit, basal, batu pasir) yang mengandung air tanah. Keberadaan lanau dan air tanah ini merupakan faktor kunci dalam stabilitas lereng. Lapisan lanau yang jenuh air dapat berperan sebagai bidang gelincir (*slip surface*), sementara infiltrasi air akan meningkatkan tekanan air pori dan mengurangi kuat geser efektif material pasir. Penampang 2D dari lintasan yang sejajar kemiringan lereng berhasil mengidentifikasi sebaran material ini, yang memvalidasi potensi bidang gelincir pada kedalaman tertentu. Dengan demikian, profil tanah yang didominasi material berbutir halus (lanau dan pasir) yang jenuh air ini menciptakan kondisi yang ideal untuk terjadinya longsor.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Panitia Penyelenggara Seminar Nasional Keteknikan 2 (Sematek 2) Fakultas Teknik Universitas Tadulako atas dukungan dan fasilitas yang diberikan sehingga artikel ini dapat dipresentasikan dan dipublikasikan dengan baik.

## **REFERENSI**

- [1] BMKG. (2024). Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV.
- [2] BPBD. (2024). Profil Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Sulawesi Tengah. Diambil 17 Oktober, dari <https://pusdalops-bpbdsteng.com/data-bencana-publik>
- [3] Butarbutar, R., Ulian, F. K., & Kasmira. (2021). Geological Structure Identification of Rock Distribution with Resistivity Geolistic Methods in Landslide. *Review of International Geographical Education Online*, 11(5), 393–401. <https://doi.org/10.48047/rigeo.11.05.40>
- [4] Craig, R. F. (1989). *Mekanika Tanah, Edisi Keempat*. Erlangga, Jakarta.
- [5] Hamdhan, I. N., & Pratiwi, D. S. (2017). *Analisis Stabilitas Lereng dalam Penanganan Longsoran di Jalan Tol Cipularang Km. 91+200 dan Km. 92+600 Menggunakan Metode Elemen Hingga (FEM)*. I(2).
- [6] Hardiyatmo, H. C. (2019). *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press ; Anggota IKAPI.
- [7] Hoek, E. (1991). When is a design in rock engineering acceptable? *7th ISRM Congress*. [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(94\)92605-0](https://doi.org/10.1016/0148-9062(94)92605-0)

- [8] Mawardi, & Hellyward. (2023). Studi Pengaruh Sudut Kemiringan Lereng dan Jumlah Tranp Terhadap Bahaya Longsor.. *Inersia Jurnal*, 15(2), 129–136. <https://doi.org/10.33369/ijts.15.2.129-136>
- [9] Muhardi, Perdhana, R., & Nasharuddin. (2019). Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara). *PRISMA FISIKA*, 7(3), 331–336.
- [10] Pontoh, A. N. (2017). *Analisis Stabilitas Lereng Pada Ruas Jalan Tawaeli-Toboli KM 25-35, Sulawesi Tengah Terhadap Pengaruh Curah Hujan Dengan Simulasi Numerik*. Universitas Gajah Mada.
- [11] PUPR. (2021). Modul Pengertian Lereng Dan Longsoran. *Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Sumber Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, Dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah*, 6–9.
- [12] Rahmawati, S., Burhan, R., & Amin, M. (2022). Kajian Longsor Lereng Kebun Kopi KM 41+881 dan KM 42+163 dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga in *Konferensi Nasional Teknik Sipil*
- [13] Ramadhani, S., Martini, & Oktaviana, D. A. (2024). The Effect of Rain Intensity and Soil Saturation Levels on Slope Stability in Kebun Kopi Area KM 49+635. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1355(1), 12026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1355/1/012026>
- [14] Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics* (2 ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI: 10.1017/CBO9781139167932>
- [15] Yulikasari, A. (2017). *Analisis Faktor Keamanan Lereng Tanah Menggunakan Metode Resistivitas 2d Dan Limit Equilibrium Method Di Daerah Olak Alen, Selorejo, Blitar*. 83. <http://repository.its.ac.id/45485>