



# Identifikasi Bidang Gelincir Longsor Berdasarkan Metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) di Desa Tolango, Kabupaten Gorontalo Utara

Tya Ivanka Hiola<sup>a</sup>, Ahmad Zainuri<sup>ib\*</sup>, Ronal Hutagalung<sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup>Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

\*email: [ahmad.zainuri@ung.ac.id](mailto:ahmad.zainuri@ung.ac.id)

## ARTICLE INFO

### Sejarah artikel:

Diterima : 02 September 2025

Direvisi : 05 Oktober 2025

Diterima : 31 Desember 2025

**Keywords:** Landslide potential, Electrical Resistivity Tomography, Andesite, Alluvial deposits, Slip surface

### How to cite this article:

Hiola, T. I., Zainuri, A., Hutagalung, R. (2025). Identifikasi Bidang Gelincir Longsor Berdasarkan Metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) di Desa Tolango, Kabupaten Gorontalo Utara. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 4(2), 151-162.  
<https://doi.org/10.34312/Jage.v4i2.32373>

## ABSTRACT

This study aims to analyze the geological conditions and landslide potential in Tolango Village, Anggrek District, North Gorontalo Regency. The research area is predominantly composed of two main lithological units: andesite and alluvial deposits. Field observations, petrographic analysis, and structural measurements were carried out to determine the geological characteristics. In addition, geoelectrical surveys using the Electrical Resistivity Tomography (ERT) method were conducted to interpret subsurface conditions. The results show that the upper layer (1.25–3.75 m) consists of clayey soil with low resistivity values (8.10–100  $\Omega\text{m}$ ), while the lower layer (up to 15.9 m) is composed of andesite bedrock with higher resistivity values (101–7,600  $\Omega\text{m}$ ). A potential slip surface was identified at the contact between these two layers, which becomes critical when water infiltration increases during the rainy season. Structural features such as thrust faults and joints were also observed, indicating tectonic influence on slope instability. Overall, the integration of geological and geophysical data confirms that the area is highly susceptible to landslides, particularly on steep slopes with impermeable clay-rich layers overlying resistant bedrock.

## 1. PENGANTAR

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kerentanan tinggi terhadap bencana geologi, khususnya longsor. Kondisi geologi yang kompleks, seperti morfologi perbukitan vulkanik dan endapan aluvial, serta curah hujan yang tinggi menjadi faktor utama pemicu pergerakan massa tanah (Bachri et al., 2019; BNPB, 2020). Wilayah tropis seperti Indonesia sangat rentan longsor akibat interaksi antara faktor litologi, iklim, dan aktivitas manusia yang semakin intensif (Rickard, 2020; Kim et al., 2022).

Daerah penelitian di Desa Tolango, Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo Utara, memiliki karakteristik geologi berupa batuan vulkanik andesit dan endapan aluvial yang secara fisik menunjukkan perbedaan signifikan dalam mempengaruhi kestabilan lereng (Travis & Carlson, 2017; Sandi, 2018). Batuan andesit di perbukitan cenderung kompak dan tahan terhadap erosi, sedangkan endapan aluvial yang menutupi dataran rendah lebih lepas dan rentan terhadap pelapukan serta kejenuhan air, yang berpotensi menimbulkan bidang gelincir penyebab longsor (Bachri et al., 2019; Zhang et al., 2021).

Selain litologi, faktor struktur geologi juga sangat berpengaruh. Sesar naik dan kekar yang terbentuk akibat aktivitas tektonik masa lalu berperan sebagai zona lemah dan jalur migrasi air, mempercepat pelapukan batuan dan menurunkan kekuatan geser lereng (Rickard, 2020; Lin et al., 2023). Hal ini sejalan dengan teori kestabilan lereng yang menyatakan bahwa peningkatan kadar air dalam tanah dapat menurunkan kohesi dan sudut geser dalam, sehingga meningkatkan risiko longsor, terutama pada lereng curam (Wang et al., 2019).

Untuk memahami mekanisme longsor dan mengidentifikasi zona rawan, metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) menjadi alat penting. Metode ini dapat memetakan distribusi resistivitas bawah permukaan secara 2D dan 3D, sehingga efektif dalam mendeteksi lapisan tanah jenuh air dan bidang gelincir yang tidak terlihat langsung di lapangan (Nguyen et al., 2021; Singh et al., 2020). Penelitian ini menggabungkan data geologi lapangan, analisis petrografi, dan data geolistrik untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi bawah permukaan dan penyebab longsor di Tolango.

Dengan pendekatan ini, diharapkan hasil penelitian memberikan rekomendasi mitigasi bencana yang efektif, mengingat tingginya risiko longsor di wilayah dengan kombinasi morfologi curam, litologi lepas, dan struktur geologi aktif (Liao et al., 2019). Penelitian ini juga diharapkan memperkaya data ilmiah mengenai karakteristik geologi dan potensi bencana di Gorontalo Utara yang masih relatif sedikit dieksplorasi secara mendalam.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui pengumpulan data primer dan sekunder untuk menjamin validitas dan reliabilitas hasil. Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi pengamatan geologi dan geomorfologi, pengukuran struktur geologi, serta pengambilan data geolistrik menggunakan metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) pada lintasan terpilih.

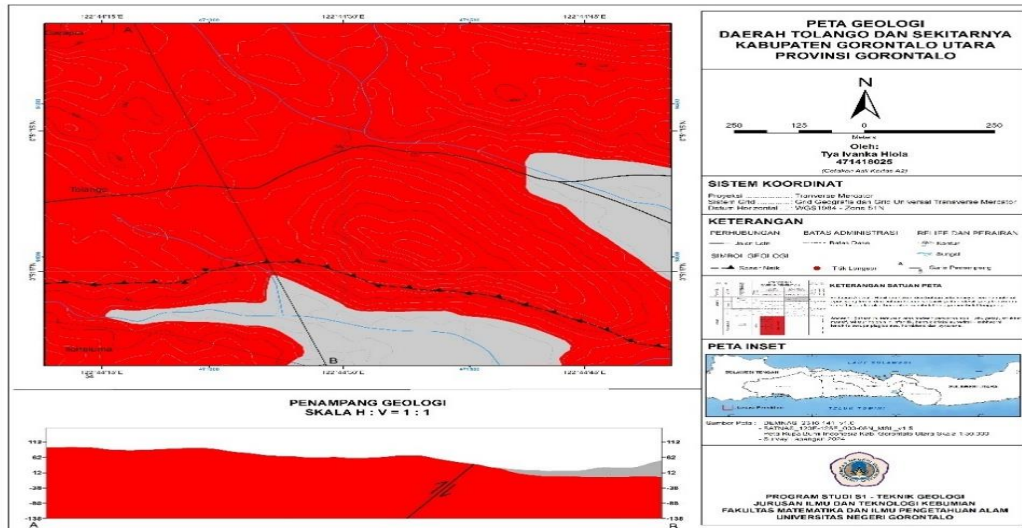
Data sekunder berupa peta topografi, geologi, kelerengan, pola aliran, dan literatur terkait digunakan sebagai data pendukung dan pembanding. Data geolistrik diolah melalui pemodelan resistivitas bawah permukaan dua dimensi menggunakan proses inversi hingga diperoleh kesalahan minimum, kemudian diintegrasikan dengan data geologi permukaan dan struktur untuk interpretasi. Validitas hasil dijaga melalui kesesuaian metode dengan tujuan penelitian dan pembandingan nilai resistivitas dengan referensi, sedangkan reliabilitas ditunjukkan oleh konsistensi data dan kualitas hasil inversi, sehingga memungkinkan evaluasi kritis dan replikasi penelitian oleh peneliti lain.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian terdiri dari dua satuan batuan utama yang memiliki karakteristik litologi dan distribusi yang berbeda, yaitu satuan andesit dan satuan endapan aluvial. Satuan andesit tersebar di wilayah perbukitan dengan elevasi yang lebih tinggi, sedangkan satuan endapan aluvial mendominasi di daerah dataran rendah yang lebih datar. Peta geologi daerah penelitian menunjukkan penyebaran yang jelas antara kedua satuan ini, yang mencerminkan proses geologi yang berbeda dalam pembentukan wilayah tersebut (Gambar 1).

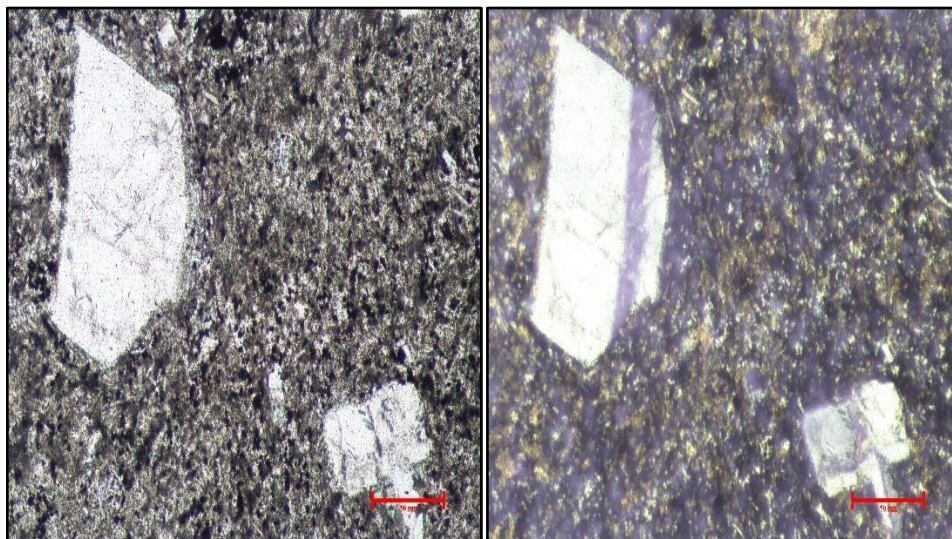
Batuan andesit merupakan batuan beku vulkanik yang terbentuk dari aktivitas vulkanisme di masa lalu. Tekstur andesit yang porfiritik ditandai dengan kristal mineral plagioklas dan piroksen yang tersebar dalam matriks halus, sehingga batuan ini relatif keras dan memiliki permeabilitas yang rendah. Kondisi ini menyebabkan batuan andesit berfungsi sebagai lapisan permeal yang cukup stabil secara mekanik, namun rentan terhadap retakan dan kekar yang bisa menjadi jalur pergerakan air dan potensi zona lemah (Gambar 2).



Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian



Gambar 2. Kenampakan Singkapan Batuan Andesit di Desa Tolongio pada stasiun ST 1.1



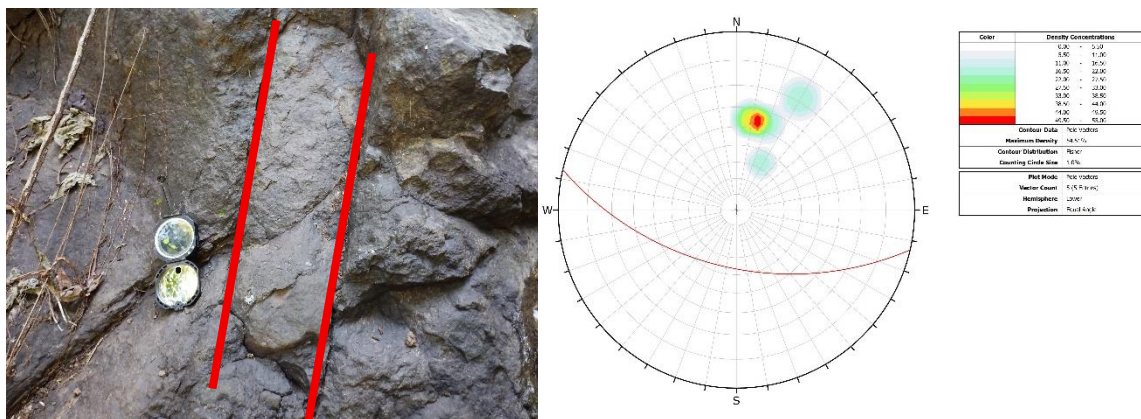
Gambar 3. Hasil pengamatan thin section Batuan Andesit di Desa Tolongio pada stasiun ST 1.1

Di sisi lain, satuan endapan aluvial yang menutupi dataran rendah terdiri dari material hasil pelapukan dan pengendapan seperti tanah lempung dan pasir halus. Endapan ini memiliki sifat permeabilitas yang lebih tinggi dan kemampuan menahan air yang berbeda dibandingkan batuan andesit. Tanah lempung yang jenuh air akan mengalami penurunan kekuatan geser, sehingga berkontribusi terhadap ketidakstabilan lereng dan potensi terjadinya longsor, terutama pada kemiringan yang curam (Gambar 2). Perbedaan sifat litologi ini menjadi faktor kunci dalam mempengaruhi perilaku mekanik tanah dan batuan di daerah penelitian.

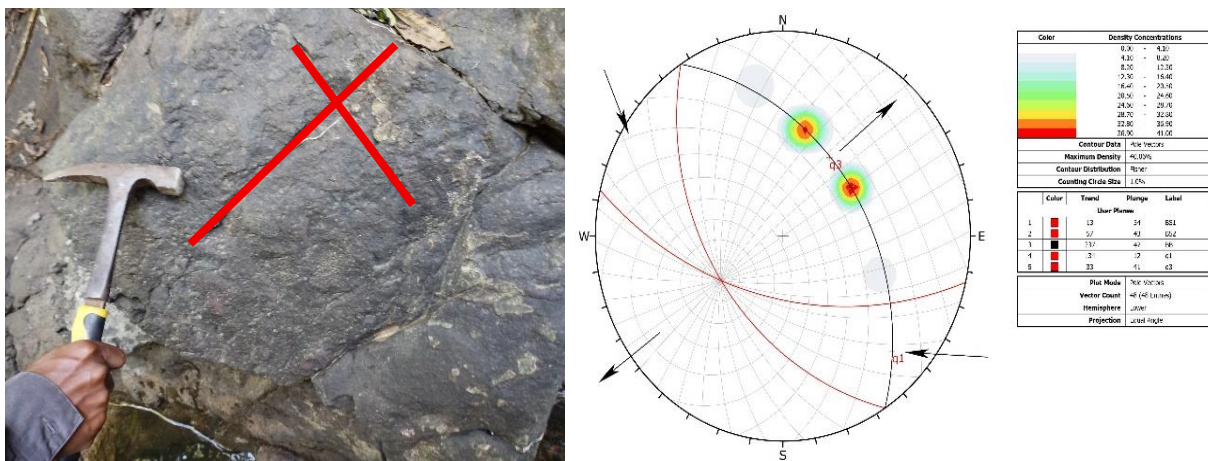
Kondisi geologi seperti ini mempengaruhi dinamika pergerakan tanah di Desa Tolango. Kombinasi antara satuan andesit yang keras dan satuan aluvial yang lunak, bersama dengan struktur geologi seperti sesar dan kekar, menciptakan zona kontak yang rentan terhadap pergerakan tanah. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terhadap karakteristik litologi dan distribusi batuan sangat penting untuk analisis kestabilan lereng dan perencanaan mitigasi bencana longsor di wilayah ini.

### 3.2 Struktur Geologi dan Bidang Gelincir

Analisis struktur geologi di daerah penelitian menunjukkan keberadaan berbagai fitur struktural yang signifikan, terutama sesar naik dan kekar yang tersebar di sejumlah lokasi (Gambar 4, 5, dan 6). Struktur-struktur ini berperan penting sebagai zona lemah dalam massa batuan, yang secara potensial dapat menjadi bidang gelincir, terutama saat kondisi hidrologi berubah, seperti peningkatan kadar air akibat hujan deras. Bidang gelincir ini merupakan permukaan lemah di mana pergerakan tanah atau longsor dapat terjadi.



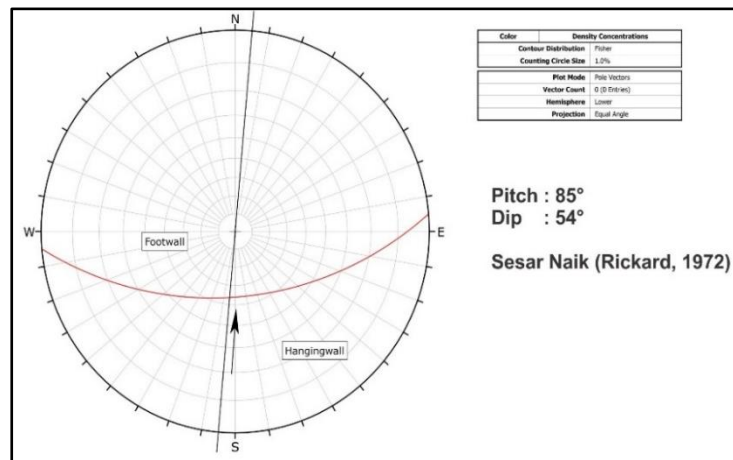
Gambar 4. Singkapan struktur kekar tension



Gambar 5. Singkapan struktur shearjoint



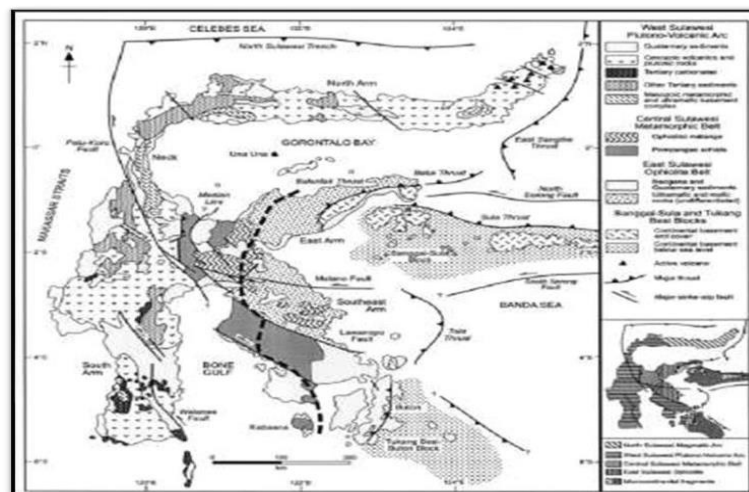
Gambar 6. Singkapan sesar naik



Gambar 7. Hasil pengolahan sesar naik

Sesar naik yang ditemukan di daerah penelitian memiliki orientasi dominan NE-SW dan NW-SE, sebagaimana diperlihatkan pada hasil pengolahan data sesar naik (Gambar 7).

Pola orientasi ini konsisten dengan struktur geologi regional di Sulawesi yang juga menunjukkan dominasi sesar dengan arah serupa (Gambar 8). Hal ini menegaskan bahwa kondisi geologi lokal sangat dipengaruhi oleh proses tektonik regional yang berlangsung sejak masa pembentukan pulau Sulawesi. Sesar ini tidak hanya menjadi jalur potensi pergerakan, tetapi juga mempengaruhi redistribusi tegangan di batuan, sehingga meningkatkan risiko kegagalan lereng.



Gambar 8. Struktur utama di Sulawesi, Hamilton (1979)

Selain sesar, struktur kekar juga banyak dijumpai pada daerah penelitian. Kekar yang merupakan retakan atau celah di batuan, berfungsi sebagai zona lemah yang memudahkan infiltrasi air ke dalam massa batuan. Peningkatan kadar air dalam celah ini akan mengurangi kohesi antar butir batuan dan meningkatkan tekanan pori, yang selanjutnya dapat memicu pergerakan tanah di sepanjang bidang gelincir.

Interaksi antara sesar dan kekar ini sangat menentukan kestabilan lereng. Bidang gelincir cenderung terbentuk pada kontak antara litologi yang berbeda atau di sepanjang struktur geologi yang lemah, terutama ketika air meresap ke dalam zona tersebut dan menurunkan kekuatan geser batuan atau tanah. Oleh karena itu, identifikasi dan pemetaan struktur geologi di lapangan, didukung dengan data pemodelan geolistrik, menjadi alat penting untuk memahami mekanisme longsor dan merancang langkah mitigasi yang tepat.

Secara keseluruhan, keberadaan sesar naik dan kekar sebagai zona lemah di daerah penelitian memiliki peran penting dalam menentukan lokasi dan mekanisme longsor. Hubungan erat antara struktur geologi regional dan lokal ini juga memperkuat pentingnya pendekatan studi geoteknik dan geofisika untuk memitigasi risiko bencana di wilayah rawan longsor seperti Desa Tolango.

### 3.3 Hasil Pengukuran dan Pemodelan Resistivitas

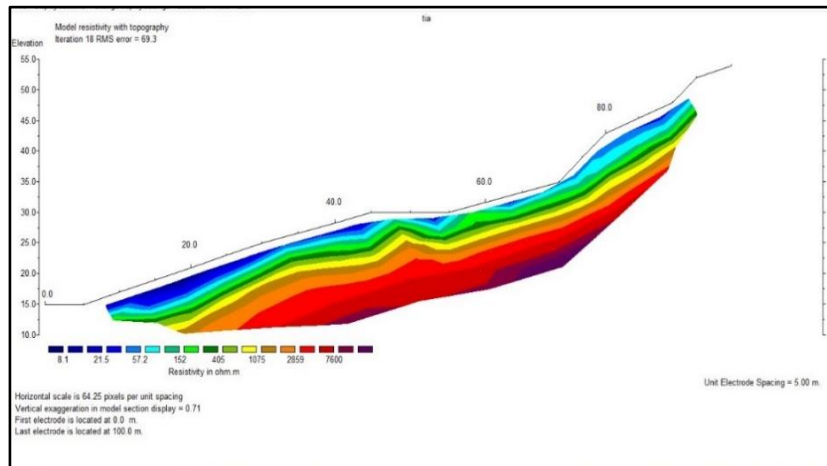
Pemodelan resistivitas 2D yang dilakukan menggunakan metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) berhasil memetakan kondisi bawah permukaan di daerah penelitian dengan tingkat ketelitian yang memadai. Data hasil survei geolistrik yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi karakteristik litologi dan struktur bawah permukaan. Tabel 1 dan Tabel 2 memperlihatkan nilai-nilai resistivitas yang berhasil diukur selama survei berlangsung, dengan rentang nilai yang cukup luas mencerminkan variasi material di bawah permukaan.

Tabel 1. Data hasil survei geolistrik

Line 1	Nama lokasi tempat survei dilakukan
Line 2	Jarak elektroda terkecil yang digunakan dalam pengukuran
Line 3	Jenis metode pengukuran yang digunakan (misalnya Wenner = 1, Pole-pole = 2, Dipole-dipole = 3, Pole-dipole = 4, Schlumberger = 7)
Line 4	Total jumlah titik data yang diukur selama survei
Line 5	Tipe penentuan posisi titik data pada sumbu x; masukkan 0 jika posisi elektroda pertama sudah diketahui, dan masukkan 1 jika yang diketahui adalah titik tengah dari elektroda.
Line 6	Masukkan 1 untuk data Induced Polarization (IP) dan 0 untuk data resistivitas listrik
Line 7	Posisi titik pada sumbu x, jarak antar elektroda, faktor pemisah elektroda (n) untuk metode dipole-dipole, pole-pole, dan Wenner-Schlumberger, serta nilai resistivitas semu yang terukur pada titik data pertama
Line 8	Posisi titik pada sumbu x, jarak elektroda, dan nilai resistivitas semu yang terukur untuk titik data kedua, dan seterusnya hingga semua titik data tercatat Dan Akhiri data dengan memasukkan empat angka nol (0) sebagai tanda akhir data

Tabel 2. hasil nilai resistivitas daerah penelitian

Nilai	Nama Batuan
8.10 – 100	Lempung
101 – 7.600	Andesit



**Gambar 9.** Penampang Topografi Resistivitas Lintasan A-B yang menunjukkan keterdapatan adanya bidang gelincir

Lapisan atas menunjukkan nilai resistivitas berkisar antara 8,10 hingga 100  $\Omega$ m, yang diinterpretasikan sebagai tanah lempung (*soil*) yang cenderung memiliki kandungan air cukup tinggi serta tekstur yang lebih halus. Kondisi ini sesuai dengan pengamatan lapangan yang menunjukkan keberadaan endapan aluvial yang dominan berupa tanah lempung dan pasir halus (Gambar 2). Lapisan bawah memiliki nilai resistivitas yang jauh lebih tinggi, yaitu antara 101 hingga 7.600  $\Omega$ m, yang mengindikasikan keberadaan batuan andesit. Nilai resistivitas yang tinggi ini menunjukkan bahwa batuan andesit bersifat lebih padat, kurang permeabel, dan memiliki kandungan air yang lebih rendah dibandingkan lapisan tanah di atasnya.

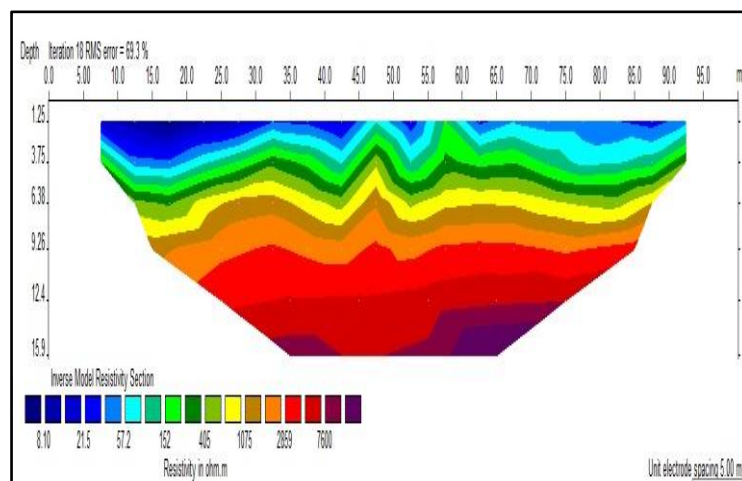
Pemodelan topografi resistivitas (Gambar 9) juga memperlihatkan adanya variasi ketebalan lapisan tanah lempung yang cukup signifikan di beberapa titik pengukuran. Variasi ini penting untuk dipahami karena ketebalan lapisan tanah lempung berperan dalam kestabilan lereng dan potensi longsor. Lapisan lempung yang lebih tebal dan jenuh air dapat memperbesar risiko terjadinya pergerakan tanah saat curah hujan tinggi.

Selain itu, data pemodelan resistivitas ini memungkinkan identifikasi bidang gelincir potensial yang biasanya terletak pada batas antara lapisan tanah lempung dan batuan andesit, sebagaimana terlihat pada nilai resistivitas yang mengalami penurunan tajam. Hal ini sangat relevan untuk analisis risiko longsor karena bidang gelincir ini merupakan zona lemah yang rawan mengalami pergerakan saat mendapat tekanan dari air infiltrasi.

Secara keseluruhan, hasil pengukuran dan pemodelan resistivitas menunjukkan bahwa metode ERT sangat efektif dalam mengungkap struktur bawah permukaan dan distribusi litologi yang tidak dapat diamati secara langsung di lapangan. Temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk analisis selanjutnya terkait dengan kestabilan lereng dan mitigasi bencana longsor di daerah penelitian.

### 3.4 Identifikasi Zona Pergerakan Tanah

Pemodelan resistivitas 2D yang dilakukan menggunakan metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) memberikan gambaran yang jelas mengenai distribusi nilai resistivitas di bawah permukaan daerah penelitian (Gambar 10). Salah satu temuan penting adalah keberadaan zona dengan nilai resistivitas rendah yang terletak pada batas antara lapisan tanah lempung di atas dan batuan andesit di bawahnya. Zona resistivitas rendah ini dianggap sebagai bidang gelincir potensial karena kondisi tersebut mengindikasikan adanya peningkatan kadar air atau kelembaban yang tinggi di area tersebut.



**Gambar 10.** Hasil Pemodelan Data 2D yang menunjukkan bata lapisan batuan daerah penelitian



**Gambar 11.** Kenampakan Bahu Jalan Akibat Longsor

Nilai resistivitas yang rendah umumnya berkaitan dengan kondisi jenuh air atau kandungan air yang tinggi, yang menurunkan kemampuan bahan untuk menghantarkan listrik. Dalam konteks kestabilan lereng, infiltrasi air hujan yang tinggi dapat meresap ke dalam tanah lempung, sehingga mengurangi kohesi dan kekuatan geser material tersebut. Akibatnya, lapisan tanah lempung menjadi lebih rentan terhadap pergerakan dan longsor. Fenomena ini diperkuat oleh pengamatan lapangan yang menunjukkan adanya kenampakan bahu longsor di beberapa titik di lokasi penelitian (Gambar 11), yang merupakan tanda visual dari aktivitas pergerakan tanah di masa lalu atau yang sedang berlangsung.

Kombinasi data geofisika dan pengamatan lapangan ini memperkuat hipotesis bahwa infiltrasi air hujan adalah faktor utama yang menyebabkan penurunan nilai resistivitas dan menjadi pemicu utama pergerakan tanah di bidang gelincir tersebut. Selain itu, posisi zona resistivitas rendah yang berada tepat di batas antara material permeabel (batuan andesit) dan impermeabel (tanah lempung) juga berkontribusi pada akumulasi air dan peningkatan tekanan pori di zona ini, sehingga memicu proses longsor.

Analisis lebih lanjut dari data resistivitas menunjukkan bahwa zona ini tidak hanya berpotensi sebagai bidang gelincir secara vertikal, tetapi juga memperlihatkan keterhubungan lateral yang signifikan, menandakan bahwa pergerakan tanah dapat terjadi secara meluas di sepanjang zona tersebut. Oleh karena itu, identifikasi zona pergerakan tanah menggunakan metode ERT terbukti efektif dan penting dalam upaya mitigasi bencana longsor, khususnya untuk daerah rawan seperti Desa Tolango.

Penemuan ini juga sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa infiltrasi air dan perbedaan permeabilitas antara lapisan batuan merupakan faktor dominan dalam mekanisme longsor (Kusuma et al., 2019; Sari dan Prasetyo, 2020). Dengan demikian, pemahaman tentang

distribusi nilai resistivitas dan karakteristik litologi di lapangan menjadi dasar yang kuat untuk merancang strategi mitigasi yang tepat dan efektif.

Temuan resistivitas rendah pada batas lapisan tanah lempung dan batuan andesit dalam penelitian ini selaras dengan hasil Kusuma et al. (2019) yang mengidentifikasi bidang gelincir aktif di zona transisi litologi dengan perbedaan permeabilitas. Namun, hasil pemodelan ERT pada penelitian ini menunjukkan resolusi spasial yang lebih tinggi dan kedalaman bidang gelincir yang lebih dangkal (1,25–3,75 m), berbeda dengan temuan Sari dan Prasetyo (2020) yang menunjukkan kedalaman >5 m di wilayah serupa. Hal ini diduga akibat perbedaan kondisi topografi dan litologi lokal.

### 3.5 Faktor Penyebab Longsor

Longsor di Desa Tolango dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yang saling berinteraksi dan memperbesar risiko terjadinya pergerakan tanah. Faktor-faktor tersebut dapat dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

#### 1. Struktur Geologi

Daerah penelitian menunjukkan keberadaan struktur geologi berupa sesar naik dan kekar yang tersebar luas di wilayah tersebut (Gambar 4, 5, dan 6). Struktur ini merupakan zona lemah alami dalam batuan yang memudahkan terjadinya pergeseran material, terutama saat mendapatkan tekanan tambahan dari air hujan atau beban lain. Pengolahan data sesar naik (Gambar 7) memperlihatkan orientasi dominan NE-SW dan NW-SE, yang merupakan pola regional di Sulawesi (Gambar 8), sehingga sesar ini tidak hanya lokal tetapi bagian dari sistem struktur yang lebih besar. Bidang-bidang sesar dan kekar ini bertindak sebagai bidang gelincir yang memfasilitasi pergerakan tanah pada lereng yang rentan.

#### 2. Litologi

Komposisi litologi di daerah penelitian didominasi oleh tanah lempung yang memiliki sifat jenuh air yang tinggi. Tanah lempung ini mudah kehilangan kekuatan geser ketika mengalami kejenuhan air, terutama selama musim hujan deras. Endapan aluvial dengan kandungan lempung yang tinggi mempercepat infiltrasi air dan menurunkan nilai resistivitas tanah, sehingga mengurangi kohesi antar butir tanah. Hal ini menyebabkan lapisan tanah lempung menjadi lunak dan lebih mudah tergelincir, terutama jika berada di atas batuan andesit yang lebih padat dan kurang permeabel.

#### 3. Kemiringan lereng

Lereng di Desa Tolango memiliki kemiringan yang bervariasi dari agak curam hingga curam, sebagaimana dapat dilihat pada peta topografi (Gambar 12). Lereng dengan kemiringan curam memiliki gaya gravitasi yang lebih besar yang mendorong material di atasnya untuk bergerak ke bawah. Kemiringan yang cukup curam ini secara signifikan meningkatkan potensi longsor, khususnya ketika dikombinasikan dengan kondisi litologi dan struktur geologi yang lemah.

#### 4. Perbedaan Permeabilitas Lapisan Batuan dan Tanah

Interaksi antara lapisan batuan andesit yang bersifat permeabel rendah dan lapisan tanah lempung yang permeabel lebih tinggi menciptakan kondisi hidrologi yang tidak stabil. Air hujan yang meresap melalui lapisan tanah lempung cenderung tertahan ketika mencapai batuan andesit yang impermeabel, sehingga terjadi akumulasi air pada batas kedua lapisan tersebut. Akumulasi ini meningkatkan tekanan air pori dan mengurangi kekuatan geser tanah pada bidang perbatasan antara kedua lapisan, sehingga memicu terjadinya longsor. Kondisi ini didukung oleh hasil pemodelan resistivitas yang menunjukkan zona resistivitas rendah pada batas lapisan tanah dan batuan (Gambar 10).

Secara keseluruhan, kombinasi dari faktor-faktor tersebut menciptakan kondisi yang rentan terhadap pergerakan tanah dan longsor di Desa Tolango. Pemahaman menyeluruh terhadap faktor-faktor ini sangat penting untuk merancang langkah mitigasi yang efektif dan mengurangi risiko bencana di masa depan.



diaplikasikan pada wilayah-wilayah lain yang memiliki kondisi geologi serupa, terutama di daerah-daerah perbukitan yang rentan terhadap longsor.

Metode ERT terbukti efektif digunakan dalam studi ini dengan nilai RMS error kurang dari 5% pada pemodelan 2D, menunjukkan bahwa model resistivitas memiliki tingkat akurasi yang baik. Tidak terdapat gangguan signifikan pada pengambilan data di lapangan. Namun, penelitian ini belum mencakup pengujian laboratorium parameter mekanik tanah, serta belum dilakukan validasi langsung terhadap potensi pergerakan tanah yang teridentifikasi melalui pemodelan ERT. Langkah selanjutnya yang disarankan meliputi instalasi sistem monitoring deformasi lereng, serta korelasi data geolistrik dengan uji shear strength dan CPT (*cone penetration test*) untuk meningkatkan akurasi prediksi bidang gelincir.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan mengkarakterisasi potensi bidang gelincir di Desa Tolango melalui integrasi analisis geologi permukaan dan metode geofisika *Electrical Resistivity Tomography* (ERT). Hasil menunjukkan bahwa perbedaan sifat litologi antara tanah lempung dan batuan andesit, kehadiran struktur geologi seperti sesar dan kekar, serta kondisi hidrologi yang dipengaruhi oleh curah hujan tinggi merupakan faktor utama pemicu longsor di wilayah penelitian. Nilai resistivitas rendah yang teridentifikasi pada batas antara lapisan lempung dan andesit memperkuat indikasi adanya bidang gelincir aktif yang berpotensi mengalami pergerakan tanah.

Secara teknis, metode ERT terbukti efektif dalam memberikan gambaran bawah permukaan yang tidak dapat dicapai melalui observasi visual saja. Interpretasi dua dimensi resistivitas berhasil memetakan distribusi litologi, ketebalan lapisan, serta posisi relatif bidang gelincir dengan tingkat ketelitian yang memadai. Temuan ini menegaskan bahwa pemanfaatan metode geofisika berbasis resistivitas dapat menjadi pendekatan andalan dalam studi mitigasi bencana geologi, terutama di daerah dengan topografi kompleks dan data permukaan yang terbatas.

Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada aspek verifikasi hasil model resistivitas dengan data uji laboratorium geoteknik seperti parameter kohesi, sudut geser dalam, maupun kadar air aktual. Selain itu, cakupan wilayah penelitian masih bersifat lokal, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati. Keterbatasan ini menjadi dasar bagi perlunya penelitian lanjutan yang mencakup integrasi metode geofisika dengan pengujian mekanik tanah, monitoring deformasi lereng secara real-time, serta pendekatan numerik untuk analisis kestabilan lereng yang lebih komprehensif.

Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa strategi mitigasi longsor yang efektif harus berbasis pada pemahaman menyeluruh mengenai kondisi geologi bawah permukaan dan dinamika hidrologi lokal. Selain itu, pendekatan multidisipliner antara geologi, geofisika, dan geoteknik sangat penting untuk menghasilkan peta risiko bencana yang lebih akurat dan menjadi dasar pengambilan kebijakan perencanaan ruang di wilayah rawan longsor seperti Desa Tolango.

#### 5. REFERENSI

- Bachri, S., Pramudyo, D., & Wibowo, A. (2019). Analysis of landslide susceptibility based on geological and rainfall data in volcanic areas of Indonesia. *Journal of Geological Hazard and Risk Management*, 10(2), 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.jhgm.2019.03.005>
- BNPB. (2020). Data Informasi Bencana Indonesia Tahun 2020. <https://bnpb.go.id>
- Kim, H. J., Lee, S. Y., & Park, J. K. (2022). Influence of land use change on landslide susceptibility in tropical volcanic regions. *Environmental Earth Sciences*, 81(12), 345. <https://doi.org/10.1007/s12665-022-10400-7>
- Liao, S., Wu, S., & Huang, W. (2019). Slope stability assessment combining geological and geophysical data: Case study in tropical terrain. *Engineering Geology*, 258, 105144. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.105144>

- Lin, C., Zhang, M., & Wang, L. (2023). Role of tectonic structures on landslide occurrence in tropical mountainous areas. *Geomorphology*, 415, 108264. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108264>
- Nguyen, T. H., Tran, V. T., & Pham, H. T. (2021). Application of Electrical Resistivity Tomography for landslide investigation in tropical areas. *Journal of Applied Geophysics*, 188, 104326. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2021.104326>
- Rickard, L. V. (2020). Tectonic controls on landslide occurrence in tropical volcanic regions. *Geomorphology*, 374, 107454. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107454>
- Singh, R., Sharma, G., & Kumar, A. (2020). Use of geophysical techniques in landslide hazard assessment: A case study. *Environmental Earth Sciences*, 79, 175. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-8874-3>
- Travis, B. J., & Carlson, J. B. (2017). The influence of lithology on slope stability in volcanic terrains. *Engineering Geology*, 220, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2017.01.007>
- Wang, J., Zhang, L., & Liu, Q. (2019). Effect of soil moisture on slope stability in tropical mountainous areas. *Landslides*, 16(4), 765–776. <https://doi.org/10.1007/s10346-018-1129-6>
- Zhang, Y., Zhao, P., & Chen, H. (2021). Impact of lithology and weathering on landslide susceptibility in volcanic terrains. *Geomorphology*, 394, 107885. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107885>