

Analisis Litologi Bawah Permukaan Kawasan Longsor di Jalan Lintas Barat KM-25 dengan Resistivitas 2-Dimensi

Amsir^{1*}, Meikel Suryanta Sembiring², Zakia Masrurah³, Dian Darisma⁴, Tomi Afrizal⁵

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Geofisika, Departemen Teknik Kebumian, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

⁵Program Studi Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Langsa, Indonesia

Email: !*amsir@usk.ac.id

Abstract

This study aims to analyse the subsurface lithology in the landslide-prone area at KM-25 West Cross Road using a 2-dimensional resistivity method with a dipole-dipole configuration on two measurement tracks. The inversion results reveal significant lithological heterogeneity, with a low resistivity zone ($<50 \Omega\text{m}$) at a depth of 5-20 metres, interpreted as a water-saturated clay layer or weathered material. The physical properties of this layer contribute to increased pore pressure, potentially forming a slip plane. The transition zone between the saturated clay layer and hard rock with high resistivity ($>100 \Omega\text{m}$) is identified as a geomechanically weak zone prone to ground movement, primarily when saturation occurs due to heavy rainfall. The resistivity cross-section of the second pass shows similar features, with a thicker and wider zone of very low resistivity ($<30 \Omega\text{m}$), indicating the presence of soft clays or unconsolidated fill. These results emphasise the importance of early detection of subsurface resistivity contrasts as indicators of landslide potential. This research provides an essential contribution to disaster mitigation efforts and can serve as a basis for spatial planning and infrastructure design to enhance resilience against geological hazards.

Keywords: Lithology, Landslide, Resistivity, Dipole-dipole.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis litologi bawah permukaan pada kawasan rawan longsor di Jalan Lintas Barat KM-25 menggunakan metode resistivitas 2-Dimensi dengan konfigurasi dipole-dipole pada dua lintasan pengukuran. Hasil inversi menunjukkan adanya heterogenitas litologi yang signifikan, dengan zona resistivitas rendah ($< 50 \Omega\text{m}$) pada kedalaman 5–20 meter yang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung jenuh air atau material pelapukan. Karakteristik fisik lapisan ini berkontribusi terhadap peningkatan tekanan pori, sehingga berpotensi membentuk bidang gelincir. Zona transisi antara lapisan lempung jenuh dan batuan keras dengan resistivitas tinggi ($> 100 \Omega\text{m}$) diidentifikasi sebagai zona lemah geomekanik yang rentan terhadap pergerakan massa tanah, terutama saat terjadi kejemuhan akibat curah hujan tinggi. Penampang resistivitas pada lintasan kedua menunjukkan karakteristik serupa, dengan zona resistivitas sangat rendah ($< 30 \Omega\text{m}$) yang lebih tebal dan luas, menunjukkan keberadaan lempung lunak atau tanah urugan yang belum terkonsolidasi. Hasil ini menegaskan pentingnya deteksi awal kontras resistivitas bawah permukaan sebagai indikator potensi longsor. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam upaya mitigasi bencana dan dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan tata ruang serta desain infrastruktur yang lebih tangguh terhadap bencana geologi.

Kata Kunci: Litologi, Longsor, Resistivitas, Dipole-dipole.

1. PENDAHULUAN

Daerah longsor merupakan tantangan yang signifikan dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur, terutama di daerah dengan kondisi geomorfologi yang kompleks seperti bentang alam perbukitan dan pegunungan. Topografi yang curam,

ditambah dengan karakteristik geologi yang tidak stabil, menjadikan daerah-daerah ini sangat rentan terhadap bencana longsor, khususnya pada musim hujan (Mulyasari et al., 2020). Longsor tidak hanya mengancam keselamatan jiwa dan harta benda, tetapi juga sering menyebabkan kerusakan yang parah pada infrastruktur vital seperti jalan raya, jembatan, jaringan transportasi, dan sistem utilitas lainnya (Whiteley et al., 2023). Tanah longsor di Jalan Lintas Barat dengan jelas menggambarkan bagaimana ketidakstabilan lereng dapat berdampak pada infrastruktur. Peristiwa ini menyoroti perlunya memahami kondisi bawah permukaan secara menyeluruh untuk mengembangkan strategi mitigasi yang efektif dan berkelanjutan.

Pemahaman tentang karakteristik litologi bawah permukaan merupakan langkah awal yang penting dalam analisis kestabilan lereng dan perencanaan mitigasi bencana geologi. Karakteristik litologi, seperti jenis batuan, pelapukan, struktur rekahan, dan kondisi kejemuhan air memiliki pengaruh langsung terhadap kekuatan geser dan stabilitas lereng (Fahira et al., 2024). Oleh karena itu, pendekatan multidisipliner berbasis data menjadi sangat penting dalam mengidentifikasi area-area kritis yang berpotensi mengalami kelongsoran (Agnia et al., 2025; Latue et al., 2023; Mulyasari et al., 2021). Metode geofisika yang berbasis resistivitas listrik 2-Dimensi memberikan solusi yang efisien dan non-destruktif untuk mengeksplorasi kondisi bawah permukaan secara spasial dan vertikal (Mulyasari et al., 2021).

Metode resistivitas 2-Dimensi memungkinkan pencitraan distribusi resistivitas bawah permukaan secara kontinu yang dapat dikaitkan dengan variasi jenis material geologi dan kondisi fisiknya, seperti kandungan air, tingkat pelapukan, dan kompaksi tanah atau batuan. Dengan menggunakan konfigurasi elektroda tertentu, seperti Wenner-Schlumberger (Pambudi et al., 2022) atau Dipole-Dipole (Rahmania et al., 2020), metode ini menghasilkan penampang resistivitas yang menggambarkan kontras antara lapisan-lapisan bawah permukaan. Nilai resistivitas yang tinggi umumnya diasumsikan sebagai material yang lebih padat, kering, atau berbatu, seperti pasir kering, batuan dasar, atau lapisan batuan kompak. Sebaliknya, nilai resistivitas rendah mengindikasikan keberadaan lapisan yang lebih lunak, jenuh air, atau mengandung lempung, yang biasanya lebih rentan terhadap deformasi dan pergerakan massa tanah (Olabode et al., 2020; Loke, 2023; Telford et al., 1990).

Penerapan metode resistivitas 2-Dimensi pada kawasan rawan longsor, seperti di Jalan Lintas Barat KM-25, memungkinkan identifikasi zona-zona lemah di bawah permukaan yang tidak dapat dideteksi hanya melalui observasi visual atau pengamatan topografi. Zona dengan resistivitas rendah yang terletak pada kemiringan lereng dapat diinterpretasikan sebagai lapisan tanah jenuh air atau tanah lempung lunak, yang berpotensi menjadi bidang gelincir saat terjadi akumulasi air hujan (Sun et al., 2024; Ningtyas et al., 2020). Keberadaan rekahan atau rongga bawah permukaan juga dapat teridentifikasi melalui anomali resistivitas tertentu, yang dapat memicu pergerakan massa tanah jika tidak ditangani secara tepat. Oleh karena itu, integrasi data resistivitas dengan informasi geologi, curah hujan, dan pola penggunaan lahan menjadi sangat penting dalam menyusun peta zonasi kerentanan longsor secara komprehensif.

Metode resistivitas juga memiliki keunggulan dalam hal efektivitas biaya dan waktu, serta tidak memerlukan penggalian atau pengeboran yang invasif. Hal tersebut menjadikannya sangat ideal sebagai survei awal di wilayah yang luas dan sulit dijangkau. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan metode ini dalam mendeteksi zona pelapukan, bidang gelincir, serta ketebalan lapisan penutup yang tidak stabil di berbagai lokasi rawan longsor (Putri & Namigo, 2024; Kamur et al., 2020; Taufik et al., 2017; Fauzan & Namigo, 2024). Penelitian-penelitian tersebut mendukung efektivitas metode ini dalam meningkatkan akurasi pemetaan geoteknik dan pengambilan

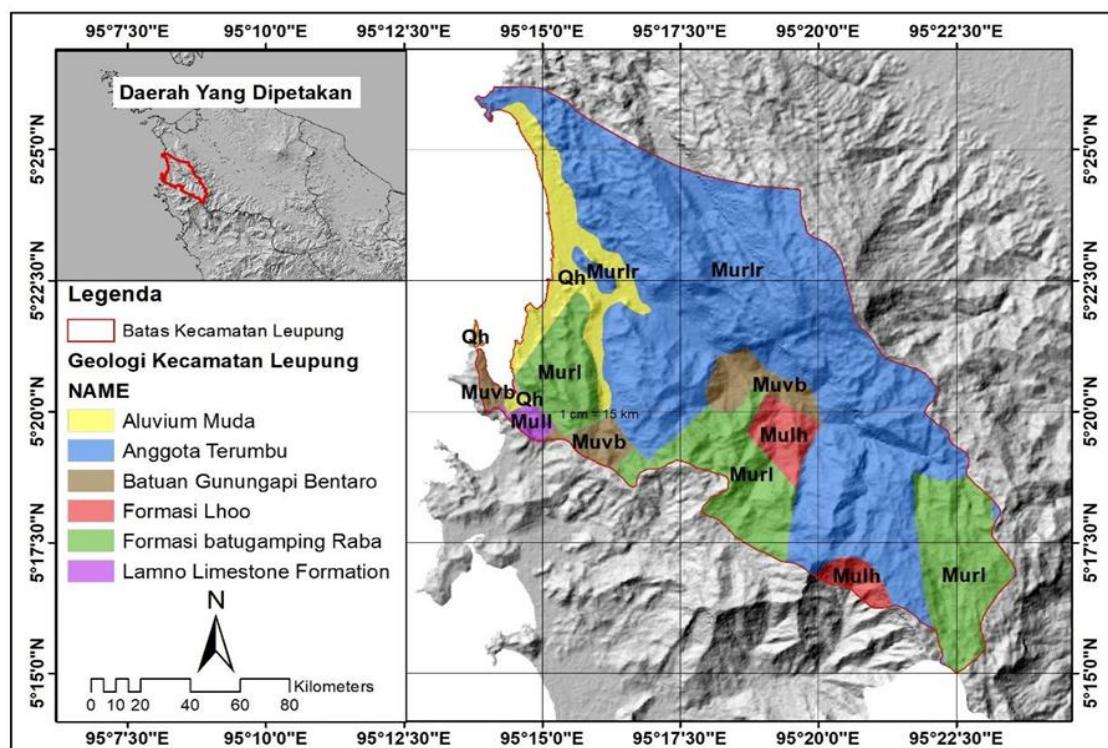
keputusan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur yang lebih adaptif terhadap bahaya geologi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis litologi bawah permukaan di kawasan rawan longsor pada Jalan Lintas Barat KM-25 menggunakan metode resistivitas 2-Dimensi. Struktur bawah permukaan yang teridentifikasi diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai kestabilan tanah serta potensi terjadinya longsor di wilayah tersebut. Temuan dari analisis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam upaya mitigasi bencana serta mendukung perencanaan dan pengembangan infrastruktur yang lebih aman dan berkelanjutan di kawasan tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Geologi Daerah Penelitian

Aceh Besar adalah salah satu kabupaten di Provinsi Aceh yang sebagian besar wilayahnya terletak di daratan, dengan sebagian kecil berada di kepulauan. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Leupung, yang merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Aceh Besar, tepatnya sepanjang Jalan Lintas Barat dekat pemukiman penduduk. Berdasarkan peta geologi yang ditunjukkan pada Gambar 1, wilayah Kecamatan Leupung dan sekitarnya sebagian besar terdiri dari formasi batuan limestone, yang dikelilingi oleh formasi alluvium, anggota gunungapi Bentaro, Formasi Lhoong, dan anggota Lamno limestone.

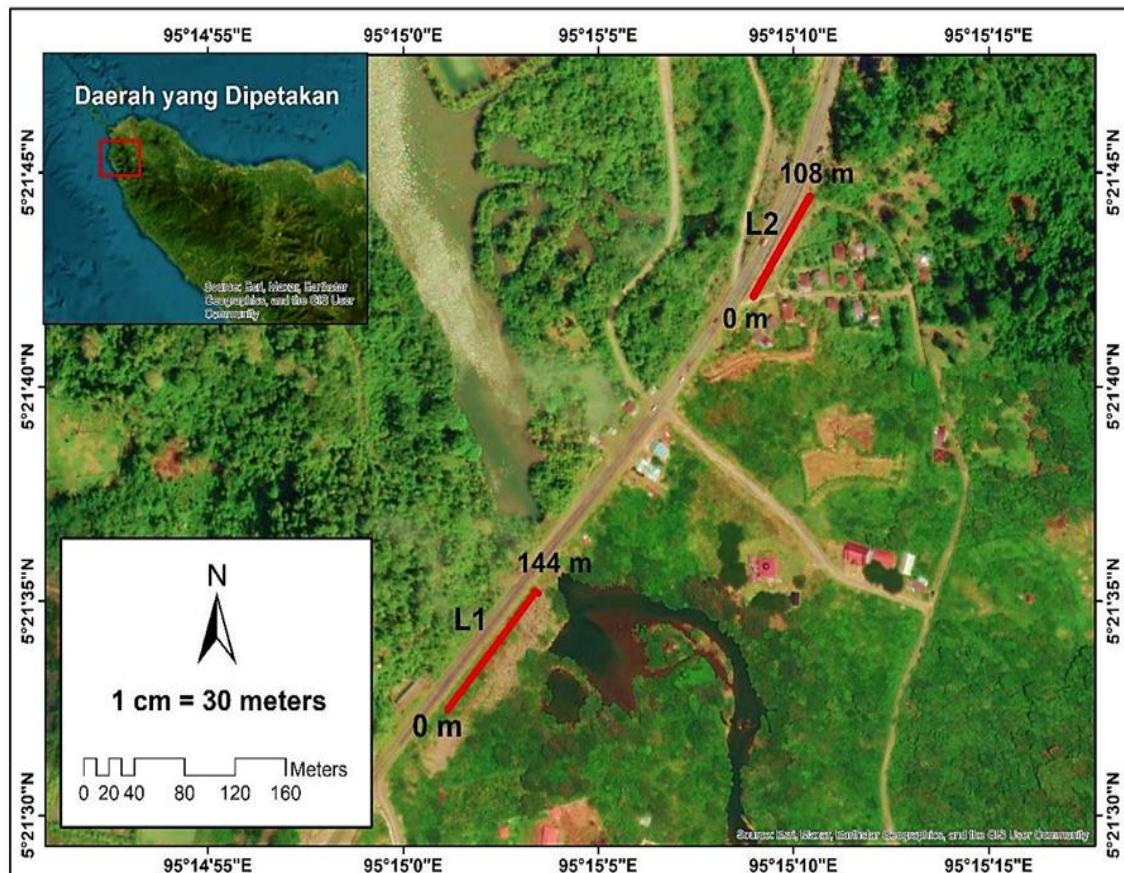


Gambar 1. Peta Geologi Regional Kecamatan Leupung (Modifikasi dari Bennett et al., 1981)

Komposisi batuan di lokasi penelitian mencakup kerikil, batu pasir, lanau, batu gamping, dan batu gamping lempungan. Terdapat pula batu gamping impermeabel dengan porositas rendah yang menjadikannya kedap air. Lokasi pengukuran berada pada ketinggian yang bervariasi, sekitar 8–21 meter di atas permukaan laut. Topografi wilayah yang tidak datar meningkatkan potensi terjadinya pergerakan tanah atau longsoran. Selain itu, terdapat sungai yang mengalir ke laut di bagian tengah lokasi pengukuran.

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pulot, Kecamatan Leupung, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, yang secara geografis terletak pada koordinat $5^{\circ}21'33.55''$ LU dan $95^{\circ}15'01.80''$ BT. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur resistivitas MAE X612EM dengan konfigurasi Dipole-dipole. Alat ini dilengkapi dengan 72 elektroda, Dimana rentang pengukuran resistivitas berkisar dari 0,1 hingga 20.000 Ω m, dan akurasi sekitar $\pm 0,5\%$. Sistem ini dilengkapi dengan fitur elektroda otomatis yang memudahkan pengumpulan data secara bersamaan. Pengambilan data dilakukan pada dua lintasan, di mana lintasan pertama memiliki panjang 144 m dengan menggunakan 72 elektroda, dan jarak antar elektroda adalah 2 m. Sedangkan lintasan kedua memiliki panjang 108 m dengan spasi antar elektroda 1,5 m. Pemilihan lokasi penelitian ini didasarkan pada dugaan adanya bidang gelincir di kawasan Desa Pulot, yang diyakini menjadi salah satu penyebab terjadinya bencana tanah longsor. Dugaan ini didasarkan pada beberapa penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa keberadaan bidang gelincir di bawah permukaan dapat menjadi faktor penyebab longsor. Tampilan lintasan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2.



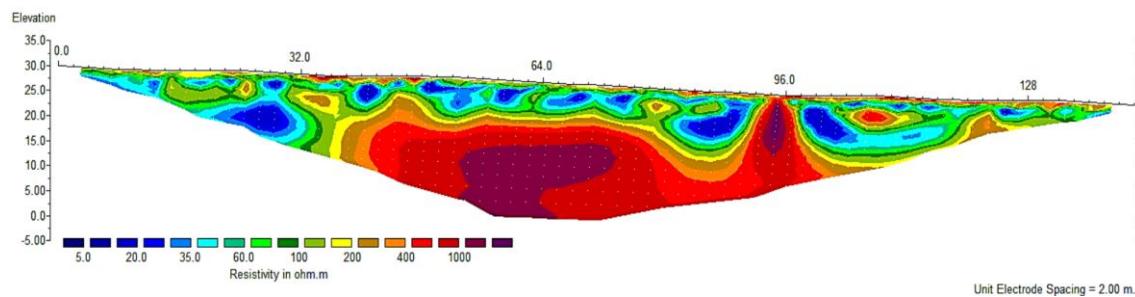
Gambar 2. Peta lokasi penelitian di Desa Pulot, Kec. Leupung, Aceh Besar (modifikasi dari Google Earth, 2025)

Pengolahan data hasil pengukuran dilakukan melalui beberapa tahapan, yang meliputi kajian pustaka, pengumpulan data, pengolahan data lapangan (termasuk data koordinat, nilai log resistivitas, serta data litologi batuan bawah permukaan), analisis dan pembahasan, serta kesimpulan. Nilai resistivitas yang diperoleh akan diinterpretasikan secara kualitatif terhadap litologi bawah permukaan, dengan merujuk pada tabel resistivitas mineral dan batuan menurut Telford et al. (1990).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil inversi data resistivitas 2-Dimensi dari dua lintasan pengukuran di kawasan Jalan Lintas Barat KM-25 memberikan gambaran yang jelas mengenai heterogenitas litologi bawah permukaan yang signifikan dan berpotensi besar terhadap ketebalan lereng. Gambar 3 merupakan model penampang resistivitas pada Lintasan 1. Skala warna pada gambar menunjukkan variasi resistivitas dengan warna biru hingga hijau mewakili zona resistivitas rendah ($< 50 \Omega\text{m}$), sedangkan warna kuning hingga merah menunjukkan zona resistivitas tinggi ($> 100 \Omega\text{m}$). Pada Gambar 3 menunjukkan anomali resistivitas rendah dengan nilai $< 50 \Omega\text{m}$ yang tersebar pada kedalaman antara 5 hingga 20 meter dari permukaan tanah. Zona ini dapat diinterpretasikan sebagai lapisan lempung jenuh air atau material hasil pelapukan batuan induk yang terdeposisi di bagian menengah hingga atas dari penampang bawah permukaan kemungkinan lapisan ini berasal dari endapan alluvium dan material pelapukan di sekitar daerah penelitian, sehingga lapisan ini memiliki sifat mekanik yang lebih lemah.

Lapisan lempung jenuh air memiliki sifat fisik yang khas yaitu deformasi tinggi, permeabilitas rendah, dan porositas besar. Karakteristik ini menyebabkan akumulasi air dalam jumlah signifikan yang dapat meningkatkan tekanan pori di dalam tanah. Kondisi ini menjadi salah satu faktor dalam terbentuknya bidang gelincir, terutama pada lereng dengan kemiringan tertentu dan curah hujan tinggi. Selain itu, keberadaan mineral lempung yang bersifat konduktif juga memberi kontribusi terhadap rendahnya nilai resistivitas yang terukur. Interpretasi ini sejalan dengan temuan dari Ishak et al. (2022), yang dalam studi geotekniknya menunjukkan bahwa zona dengan resistivitas $< 50 \Omega\text{m}$ pada kedalaman menengah umumnya mengindikasikan keberadaan lempung jenuh air khususnya di daerah tropis dengan proses pelapukan yang intensif.

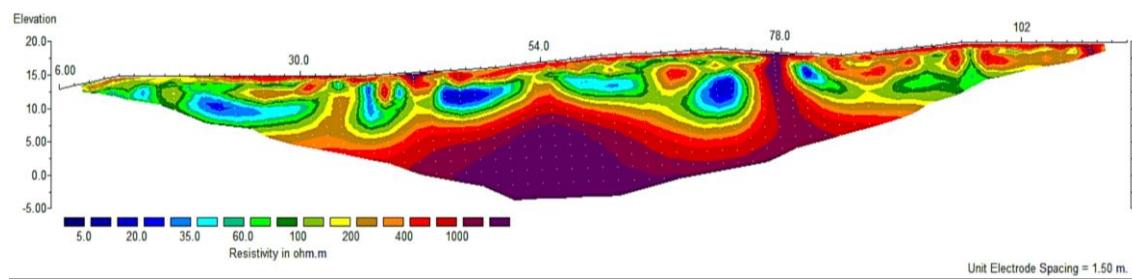


Gambar 3. Model resistivitas 2D bawah permukaan pada Lintasan 1

Zona di bawah kedalaman 20 meter memiliki nilai resistivitas meningkat secara signifikan dengan nilai resistivitas $> 100 \Omega\text{m}$. Area ini ditunjukkan dengan dominasi warna kuning hingga merah yang mengindikasikan keberadaan material yang lebih padat dan resisten terhadap infiltrasi air, seperti batu pasir padat atau batuan beku yang telah mengalami proses perubahan sedimen menjadi batuan padat. Perubahan yang signifikan antara lapisan resistivitas rendah ke tinggi ini menunjukkan adanya zona diskontinuitas geologi atau bidang kontak antara batuan pelapukan dan batuan dasar yang sering kali diaksualkan sebagai bidang gelincir potensial dalam mekanisme longsoran translasi (Ishak et al., 2022). Bidang gelincir ini memiliki pengaruh penting karena dapat menjadi jalur pergerakan massa tanah saat kondisi hidrologi ekstrem terjadi, seperti curah hujan intensif.

Gambar 4 menunjukkan model resistivitas pada Lintasan 2. Skala warna yang digunakan konsisten dengan Gambar 3, di mana warna biru-hijau menunjukkan zona resistivitas rendah dan warna kuning-merah menunjukkan zona resistivitas tinggi. Model resistivitas pada lintasan 2 dimana terlihat pola resistivitas yang kecenderungan serupa

namun dengan karakteristik yang lebih signifikan. lapisan dengan resistivitas rendah ($< 30 \Omega\text{m}$) ditemukan lebih tebal dan luas, terutama pada bagian tengah lintasan yang dapat diinterpretasikan sebagai indikasi material urugan, lempung lunak, atau tanah pelapukan yang belum terkonsolidasi secara baik. Alao (2024) menyimpulkan bahwa lapisan lempung lunak jenuh air dapat memiliki nilai resistivitas serendah $11\text{--}80 \Omega\text{m}$ dengan ketebalan mencapai lebih dari 6 meter, dan sangat rentan terhadap penurunan kekuatan geser, terutama ketika mengalami kejemuhan air atau beban eksternal. Interpretasi yang sama juga di jelaskan oleh Alam et al (2024) dimana metode *electrical resistivity tomography* (ERT) mampu mendeteksi zona lempung jenuh air dan tanah pelapukan yang berpotensi mengalami deformasi akibat tekanan pori berlebih atau gaya dinamis dari aktivitas seismik.



Gambar 4. Model resistivitas 2D bawah permukaan pada Lintasan 2

Perbedaan nilai resistivitas pada kedua lintasan memiliki pengaruh signifikan terhadap potensi longsor. Zona resistivitas rendah ($< 50 \Omega\text{m}$) pada Lintasan 1 mengindikasikan keberadaan lempung jenuh air yang berpotensi membentuk bidang gelincir, sedangkan zona resistivitas sangat rendah ($< 30 \Omega\text{m}$) pada Lintasan 2 mengarah pada material urugan atau lempung lunak yang belum terkonsolidasi. Material dengan resistivitas sangat rendah ini umumnya memiliki kekuatan geser yang lebih rendah dan lebih rentan mengalami deformasi saat jenuh air atau menerima beban tambahan. Kondisi tersebut menjadikan area di sekitar Lintasan 2 memiliki tingkat kerentanan longsor yang lebih tinggi dibandingkan Lintasan 1.

Interpretasi lebih lanjut dari kedua lintasan menunjukkan bahwa zona transisi antara lapisan lempung jenuh dan batuan keras yang diidentifikasi berdasarkan perbedaan nilai resistivitas merupakan zona lemah yang secara geomekanika berpotensi sebagai bidang gelincir. Fenomena ini menekankan pentingnya deteksi awal terhadap kontras resistivitas dalam penilaian potensi longsor. Perbedaan resistivitas tersebut mencerminkan perbedaan kekuatan, permeabilitas, dan porositas antar lapisan, di mana dalam kondisi jenuh air dapat tercipta pergeseran alami pada bidang geser. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Alao (2024) yang mengidentifikasi zona transisi resistivitas rendah-tinggi sebagai zona kritis dalam sistem lereng tropis. Studi lain oleh Sun et al. (2024) juga membuktikan bahwa batas antara lapisan pelapukan jenuh dan batuan keras merupakan lokasi dominan terbentuknya bidang gelincir. Selain itu, Ishak et al. (2022) menunjukkan bahwa keberadaan kontras resistivitas berkaitan erat dengan akumulasi tekanan pori, yang mempercepat proses deformasi tanah dan pelemahan kekuatan geser lereng. Secara umum Integrasi hasil resistivitas dengan kondisi geomorfologi lokal menunjukkan bahwa kawasan Jalan Lintas Barat KM-25 berada pada kondisi geologi yang sangat rentan terhadap longsor. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak hanya memiliki nilai akademik dalam pengembangan metode mitigasi longsor, tetapi juga dapat menjadi dasar ilmiah untuk kebijakan penataan ruang dan desain infrastruktur yang tangguh terhadap bencana geologi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memetakan kondisi bawah permukaan di kawasan Jalan Lintas Barat KM-25, Kabupaten Aceh Besar, menggunakan metode resistivitas 2D dengan konfigurasi Dipole-dipole. Hasil interpretasi menunjukkan adanya zona resistivitas rendah dengan nilai resistivitas $<50 \Omega\text{m}$ yang diasumsikan sebagai keberadaan lapisan lempung jenah air dan material pelapukan yang berpotensi menjadi bidang gelincir. Zona resistivitas tinggi dengan nilai resistivitas $>100 \Omega\text{m}$ diinterpretasikan sebagai batuan keras atau batu pasir padat yang relatif stabil. Hasil perbandingan kedua lintasan memperlihatkan bahwa zona resistivitas rendah pada Lintasan 2 lebih tebal dan meluas dibandingkan Lintasan 1, yang mengindikasikan tingkat ketidakstabilan lereng yang lebih besar pada area tersebut. Hasil kajian menunjukkan pentingnya pemetaan resistivitas detail pada lokasi rawan longsor untuk mengidentifikasi area dengan tingkat kerentanan berbeda. Secara keseluruhan, hasil penelitian memberikan informasi penting untuk evaluasi risiko longsor dan dapat menjadi dasar ilmiah dalam perencanaan mitigasi bencana, serta pembangunan infrastruktur yang lebih aman di wilayah penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada tim lapangan, laboratorium, serta dukungan dari Program Studi Teknik Geofisika Universitas Syiah Kuala.

REFERENCES

- Agnia, L., Amsir, A., Marwan, M., Masrurah, Z., & Pramana, A. H. (2025). Analysis Of Landslide Disaster Potential In Meulaboh Area, West Aceh Regency, Aceh Using Resistivity and Geospatial Methods. *Indonesian Physical Review*, 8(2), 629–645. <https://doi.org/10.29303/ipr.v8i2.469>
- Alam, M. J. B., Ahmed, A., & Alam, M. Z. (2024). Application of Electrical Resistivity Tomography in Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Aspects. *Geotechnics*, 4(2), 399-414
- Alao, J. O. (2024). Determination of the geophysical signature of soft-clay and hard lateritic soils and the Implications on geotechnical works using electrical resistivity imaging. *Results in Earth Sciences*, 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.rines.2024.100025>.
- Bennett, J. D., Bridge, D. M., Cameron, N. R., Djunuddin, A., Ghazali, S. A., Jeffery, D. H., Kartawa, W., Keats, W., Rock, N. M. S., & Thomson, S. J. (1981). *Geologic map of the Banda Aceh quadrangle, Sumatra*. Geological Research and Development Centre.
- Fahira, A. M. K., Iskandarsyah, Kuswanto, A., & Abdulah, J. (2024). Pemodelan Metode Resistivitas 4D untuk Identifikasi Penyebab Longsor di Wilayah Asrama Kampus Lapangan Geologi Karangsambung. *Jurnal Geosains Terapan*, 6(2).
- Fauzan, H., & Namigo, E. L. (2024). Identifikasi Bidang Gelincir Zona Rawan Longsor di Kawasan Wisata Puncak Taruko Kabupaten Agam Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Jurnal Fisika Unand*, 13(5), 644–650.
- Google Earth. (2025). Peta wilayah Kecamatan Leupeung Aceh Besar. Diakses pada 01 Juli 2025, dari <https://www.google.com/earth/>
- Ishak, M. F., Zolkepli, M. F., Masyhur, E. M. H., Yunus, N. Z. M., Rashid, A. S. A., Hezmi, M. A., Hasbollah, D. Z. A., & Yusoff, A. R. (2022). Interrelationship between borehole lithology and electrical resistivity for geotechnical site investigation. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 128, 103279. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2022.103279>.

- Kamur, S., Awal, S., & Iskandar, A. (2020). Identifikasi bidang gelincir zona rawan longsor menggunakan metode geolistrik di ruas Jalan Toraja–Mamasa. *Majalah Geografi Indonesia*, 34(2), 109–116. <https://doi.org/10.22146/mgi.48262>
- Latue, P. C., Sihasale, D. A., & Rakuasa, H. (2023). Pemetaan daerah potensi longsor di Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah, menggunakan metode Slope Morphology (SMORPH). *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(3), 486–495. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i3.1912>
- Loke, M. H. (2023). *2-D and 3-D electrical imaging surveys*. Geotomosoft. <https://www.geotomosoft.com>
- Mulyasari, R., Darmawan, I. G. B., Effendi, D. S., Saputro, S. P., Hesti, H., Hidayatika, A., & Haerudin, N. (2020). Aplikasi metode geolistrik resistivitas untuk analisis bidang gelincir dan studi karakteristik longsoran di Jalan Raya Suban Bandar Lampung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 6(1), 66–76. <https://doi.org/10.23960/jge.v6i1.61>
- Mulyasari, R., Darmawan, I. G. B., & Haerudin, N. (2021a). Perbandingan Konfigurasi Elektroda Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Identifikasi Litologi Dan Bidang Gelincir Di Kelurahan Pidada Bandar Lampung. *Journal Online Of Physics*, 6(2), 16–23.
- Mulyasari, R., Suharno, S., Haerudin, N., Hesti, H., Hidayatika, A., Yogi, I. B. S., & Saputro, S. P. (2021b). Aplikasi metode geolistrik dan analisis X-Ray Diffraction (XRD) untuk investigasi longsor di Pidada, Kecamatan Panjang, Bandar Lampung. *Eksplorium*, 42(1), 131–140.
- Ningtyas, G., Priyanti, N., & Suprianto, A. (2020). Analisis data resistivitas dan uji permeabilitas tanah di daerah rawan longsor Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember. *Journal Online of Physics*, 6(1), 6–12.
- Olabode, O. P., San, L. H., & Ramli, M. H. (2020). Analysis of geotechnical-assisted 2-D electrical resistivity tomography monitoring of slope instability in residual soil of weathered granitic basement. *Frontiers in Earth Science*, 7, 580230. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.580230>
- Pambudi, R. R., Nurul, M., Prihadita, W. P., & Mulyasari, R. (2022). Analisis kelongsoran dengan metode geolistrik konfigurasi Wenner–Schlumberger dan Wenner–Alpha di Jalan Raya Suban Bandar Lampung. *Jurnal Geocelebes*, 6(2), 108–116. <https://doi.org/10.20956/geocelebes.v6i2.17903>
- Putri, M., & Namigo, E. L. (2024). Investigasi bidang gelincir zona rawan longsor dengan menggunakan metode geolistrik di sekitar kawasan wisata Taman Panorama. *Jurnal Fisika Unand*, 13(6), 742–748.
- Rahmania, R., Sastrawan, F. D., & Arisalwadi, M. (2020). Menentukan ketebalan lapisan lapuk berdasarkan Data geolistrik resistivitas. *Jurnal Sains Terapan*, 6(2). <https://doi.org/10.32487/jst.v6i2.921>
- Sun, M., Liu, J., Ou, J., Liu, R., & Zhu, L. (2024). Electrical Resistivity Tomography (ERT) Investigation for Landslides: Case Study in the Hunan Province, China. *Applied Sciences*, 14(7), 3007. <https://doi.org/10.3390/app14073007>
- Taufik, M., Sahara, S., & Wahyuni, A. (2017). Identifikasi Lapisan Rawan Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Schlumbergerdi Desa Pana Kecamatan Alla Kabupaten Enrekang. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 4(2), 195–204.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Whiteley, J., Inauen, C., Wilkinson, P., Meldrum, P., Swift, R., Kuras, O., & Chambers, J. (2023). Assessing the risk of slope failure to highway infrastructure using automated time-lapse electrical resistivity tomography monitoring. *Transportation Geotechnics*, 43, 101129. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2023.101129>