

Penyelidikan Perlapisan Bawah Permukaan Di Desa Labota, Kabupaten Morowali Menggunakan Resistivitas

Investigation of Subsurface Stratification in Labota Village, Morowali Regency, Using Resistivity

Al Rubaiyn¹, Usmaidin², La Ode Sahiddin³, Muhammad Ilham Kadar⁴

¹⁻³ Program Studi Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo

⁴Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Halu Oleo

Info Artikel

Diajukan: 24 Januari 2026

Diterima: 28 Februari 2026

Diterbitkan: 31 Maret 2026

Keywords:

Geoelectrics; Subsurface
layers; Ultramafic rocks;
Conglomerate;

Kata Kunci:

Geolistrik; Lapisan Bawah
Permukaan, Batuan
Ultramafik;Konglomerat;



Lisensi: cc-by-sa

ABSTRACT

Labota Village in Morowali Regency holds significant potential for development in the areas of settlement, infrastructure, and natural resource exploration—specifically regarding groundwater and mineral deposits. To ensure the sustainable utilization of these resources, information regarding subsurface conditions is crucial. Combined geophysical survey results and field observations indicate that the uppermost layer in Labota Village consists of surface sediments or topsoil of relatively shallow thickness. Underlying this is a conglomerate rock layer with resistivity values ranging from 2,000 Ωm to 20,000 Ωm . Quaternary sediments overlie ultramafic bedrock (Ku), which exhibits resistivity values of $\geq 20,000 \Omega\text{m}$. The resistivity variations obtained from the survey are consistent with the lithological characteristics observed in the field, thereby reinforcing the interpretation of the subsurface layers.

ABSTRAK

Desa Labota di Kabupaten Morowali memiliki potensi pengembangan yang signifikan dalam sektor permukiman, infrastruktur, dan eksplorasi sumber daya alam, seperti air tanah dan bahan galian. Agar pemanfaatan sumber daya ini berkelanjutan, informasi mengenai kondisi lapisan bawah permukaan menjadi sangat penting. Hasil gabungan survei geofisika dan pengamatan lapangan menunjukkan bahwa lapisan paling atas di Desa Labota berupa sedimen permukaan atau tanah penutup (Top Soil) dengan ketebalan relatif tipis. Di bawahnya, terdapat lapisan batuan konglomerat dengan resistivitas antara 2000 Ωm hingga 20000 Ωm . Sedimen Kuarter menindih batuan dasar Ultramafik (Ku) dengan resistivitas $\geq 20000 \Omega\text{m}$. Variasi nilai resistivitas yang diperoleh dari survei menunjukkan konsistensi dengan karakteristik litologi yang diamati di lapangan, yang memperkuat hasil interpretasi lapisan bawah permukaan.

Corresponding Author:

Al Rubaiyn

Program Studi Teknik Geofisika; alrubaiyb@uho.ac.id

PENDAHULUAN

Desa Labota di Kabupaten Morowali berpotensi berkembang sebagai kawasan permukiman, infrastruktur, serta eksplorasi sumber daya alam (misalnya air tanah dan bahan galian). Agar pemanfaatan ruang dan sumber daya tersebut berkelanjutan, informasi kondisi lapisan bawah permukaan (tebal dan jenis lapisan, keberadaan akuifer, batuan dasar, maupun



zona lemah) menjadi sangat penting untuk perencanaan tata ruang, penentuan lokasi infrastruktur, serta evaluasi potensi bahaya geologi dan lingkungan. Kajian serupa di kampus Petroleum Training Institute Effurun menunjukkan bahwa pemetaan resistivitas mampu mengungkap 4–6 lapisan bawah permukaan, membedakan topsoil, pasir lempungan, pasir, batupasir, dan zona retakan, yang kemudian dimanfaatkan untuk pengelolaan air tanah dan perencanaan pembangunan kawasan (Ojo et al., 2024). Di wilayah batuan keras Tamil Nadu, India, penentuan ketebalan dan nilai resistivitas beberapa lapisan utama terbukti berguna untuk eksplorasi air tanah, mineral ekonomi, lokasi bendungan, dan penataan tapak pembuangan limbah (Kamaraj & Karuppannan, 2024). Hal ini mengindikasikan bahwa data bawah permukaan menjadi basis penting dalam pengembangan wilayah dan eksplorasi sumber daya.

Metode geofisika, khususnya metode geolistrik tahanan jenis (resistivity), telah banyak digunakan sebagai teknik non-invasif untuk mengidentifikasi susunan lapisan, batas akuifer, serta sifat geoteknik tanah dan batuan secara cepat dan relatif murah (Ojo et al., 2024; Hasan et al., 2020; Yunus et al., 2025; Ogunkoya, 2025). Survei resistivitas mampu memetakan sebaran nilai tahanan jenis secara 1D–3D, yang kemudian diinterpretasikan menjadi lapisan topsoil, lempung, pasir, batupasir, batuan dasar segar, zona retakan, maupun zona jenuh air (Ojo et al., 2024; Hasan et al., 2020; Yunus et al., 2025; Utama et al., 2023; Jayaputra, 2025). Dataset resistivitas di Tamil Nadu, misalnya, dimanfaatkan untuk eksplorasi air tanah, mineral, penentuan lokasi bendungan, dan kajian struktur berupa rekahan dan antiklin tersembunyi (Kamaraj & Karuppannan, 2024). Studi lain menunjukkan bahwa resistivitas efektif untuk karakterisasi litologi bawah permukaan, penentuan kedalaman akuifer, serta mendukung eksplorasi air tanah dan penilaian kelayakan geoteknik (Oghonyon & Njoku, 2024; Oghonyon et al., 2025). Keunggulan metode ini adalah cakupan areal yang luas, resolusi spasial yang baik pada kedalaman dangkal–menengah, bersifat non-destruktif, dan dapat diintegrasikan dengan data geologi permukaan maupun bor untuk meningkatkan ketelitian model geologi (Ojo et al., 2024; Hasan et al., 2020; Ibraheem et al., 2024; Ciampi et al., 2024; Lech et al., 2020).

Dalam konteks Desa Labota, penerapan metode resistivitas diharapkan mampu mengidentifikasi susunan dan sifat lapisan bawah permukaan yang berhubungan dengan **potensi air tanah, stabilitas lahan untuk infrastruktur, dan indikasi keberadaan bahan galian**. Hasil interpretasi penampang geolistrik dapat dikompilasi menjadi penampang geologi dan peta zonasi bawah permukaan yang menjadi masukan penting bagi pemetaan geologi rinci, penentuan zona prospek eksplorasi, dan penyusunan kebijakan pemanfaatan ruang bawah permukaan sebagai sumber daya multifungsi bagi pembangunan wilayah yang berkelanjutan (Ojo et al., 2024; Kamaraj & Karuppannan, 2024; Volchko et al., 2020; Oghonyon & Njoku, 2024; Ogunkoya, 2025; Jayaputra, 2025).

METODE

1. Akuisisi Data

Peralatan geolistrik yang digunakan adalah resistivity single channel Neo Resist dengan sumber tegangan DC. Kelebihan dari Instrument Geolistrik ini adalah dapat melakukan pengukuran Geolistrik secara otomatis tanpa harus melakukan pemindahan elektroda secara manual sehingga dapat memperkecil kesalahan akibat pemindahan elektroda. Alat ini memiliki sistem koreksi self potensial otomatis sehingga menjadikan pengukuran lebih efektif dan efisien. Instrumentasi pengukuran ditunjukkan pada Gambar 1.



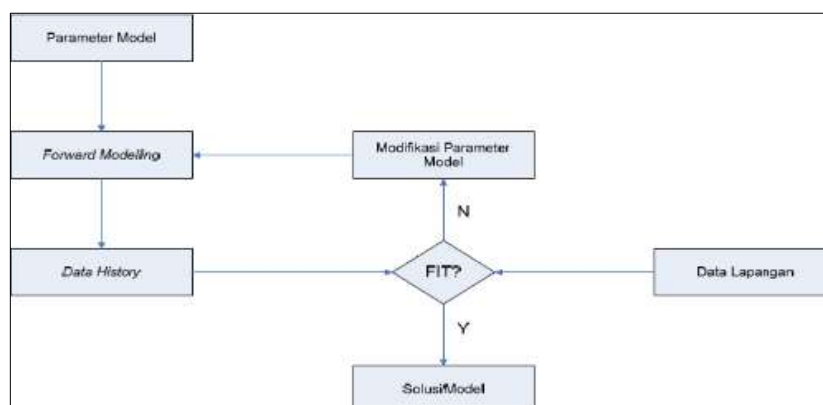
Gambar 1. Instrumentasi pengukuran

Adapun teknis pengukurannya (Gambar 1) meliputi:

1. Pemasangan alat, sebelum melakukan pengukuran, tim survei melakukan pembersihan sekitar lintasan (*clearing*) pengukuran dan penandaan titik-titik yang akan diletakkan elektroda dengan patok, agar memudahkan pemasangan elektroda dan pembentangan kabel ketika hari dilakukannya pengukuran. Setelah elektroda terpasang sepanjang lintasan kemudian dihubungkan dengan alat pengukuran melalui kabel untuk masing-masing elektroda. Jumlah gulungan kabel yang digunakan sebanyak empat gulung yang masing-masing memiliki titik probe sebanyak 14 buah. Selanjutnya adalah pemasangan accu terhadap alat ukur yang digunakan.
2. Pengukuran, setelah semua elektroda di sepanjang lintasan terhubung dengan alat pengukuran melalui kabel pada masing-masing elektroda, maka pengukuran dapat dimulai. Karena alat yang dipakai pada penelitian ini merupakan alat *multi-channel*, ketika alat di *run* maka alat pengukur akan mengukur secara otomatis mulai dari konfigurasi yang dipakai, hingga tahap pengukuran pada $n=1$ hingga n tertentu. Untuk pengukuran lintasan *roll-long* maka akan dilakukan penyambungan kabel sehingga diperoleh lintasan yang panjangnya lebih dari 550m.

2. Pengolahan Data

Data lapangan yang diperoleh berupa data arus dan tegan serta parameter geometrinya. Data ini selanjutnya akan diolah untuk menghitung resistivitas semunya. Tahapan akhir yaitu Pemodelan inversi untuk menggambarkan profil resistivitas. Pemodelan inversi sering dikatakan sebagai kebalikan dari pemodelan kedepan karena dalam pemodelan inversi parameter model diperoleh secara langsung dari data. Pemodelan inversi sering pula disebut sebagai data fitting karena dilakukan dengan mencari parameter model yang menghasilkan respon yang cocok dengan pengamatan lapangan.



Gambar 2. Skema alur pemodelan inversi (Grandis, 2009)

3. Interpretasi Batuan

Interpretasi dilakukan dengan menyandingkan profil resistivitas dengan tabel resistivitas batuan yang dikorelasikan dengan data geologi sekitar. Data kedalaman air dari sumur akan digunakan sebagai konstrain data Sebaran nilai tahanan jenis batuan dan mineral dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 1.

Material	Nominal resistivity (Ωm)	Material	Nominal resistivity (Ωm)
Sulphides:		London clay	4-20
Chalcopyrite	$1.2 \times 10^{-5} - 3 \times 10^{-1}$	Lias clay	10-15
Pyrite	$2.9 \times 10^{-5} - 1.5$	Boulder clay	15-35
Pyrrhotite	$7.5 \times 10^{-6} \times 10^{-2}$	Clay (very dry)	50-150
Galena	$3 \times 10^{-5} - 3 \times 10^2$	Mercia mudstone	20-60
Sphalerite	1.5×10^7	Coal measures clay	50
Oxides:		Middle coal measures	>100
Haematite	$3.5 \times 10^{-3} - 10^7$	Chalk	50-150
Limonite	$10^3 - 10^7$	Coke	0.2-8
Magnetite	$5 \times 10^{-5} - 5.7 \times 10^3$	Gravel (dry)	1400
Ilmenite	$10^{-3} - 50$	Gravel (saturated)	100
Quartz	$300 - 10^6$	Quaternary/Recent sands	50-100
Rock salt	$30 - 10^{13}$	Ash	4
Anthracite	$10^{-3} - 2 \times 10^5$	Colliery spoil	10-20
Lignite	9-200	Pulverised fuel ash	50-100
Granite	$300 - 1.3 \times 10^6$	Laterite	800-1500
Granite (weathered)	30-500	Lateritic soil	120-750
Syenite	$10^2 - 10^6$	Dry sandy soil	80-1050
Diorite	$10^4 - 10^5$	Sand clay/clayey sand	30-215
Gabbro	$10^3 - 10^6$	Sand and gravel	30-225
Basalt	$10 - 1.3 \times 10^7$	Unsaturated landfill	30-100
Schists (calcareous and mica)	$20 - 10^4$	Saturated landfill	15-30
Schist (graphite)	10-100	Acid peat waters	100
Slates	$600 - 4 \times 10^7$	Acid mine waters	20
Marble	$100 - 2.5 \times 10^8$	Rainfall runoff	20-100
Consolidated shales	20-2000	Landfill runoff	<10-50
Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$	Glacier ice (temperate)	$2 \times 10^6 - 1.2 \times 10^8$
Sandstones	$1 - 7.4 \times 10^8$	Glacier ice (polar)*	$5 \times 10^4 - 3 \times 10^{5*}$
Limestones	$50 - 10^7$	Permafrost	$10^3 - >10^4$
Dolomite	$350 - 5 \times 10^3$		
Marls	3-70		
Clays	1-100		
Alluvium and sand	10-800		
Moraine	$10 - 5 \times 10^3$		
Hydrocarbon reservoir	25 - 27.5		
Sherwood sandstone	100-400		
Soil (40% clay)	8		
Soil (20% clay)	33		
Topsoil	250-1700		

* -10°C to -60°C, respectively; strongly temperature-dependent (Reynolds, 1985).
Based on Telford et al. (1990) with additional data from McGinnis and Jensen (1971), Reynolds (1987a), Reynolds and Paren (1980, 1984) and many commercial projects.

Gambar 3. Nilai *resistivity* batuan dan mineral (Reynolds, 2011)

Tabel 1. Tabel nilai resistivitas beberapa material penyusun batuan bawah permukaan

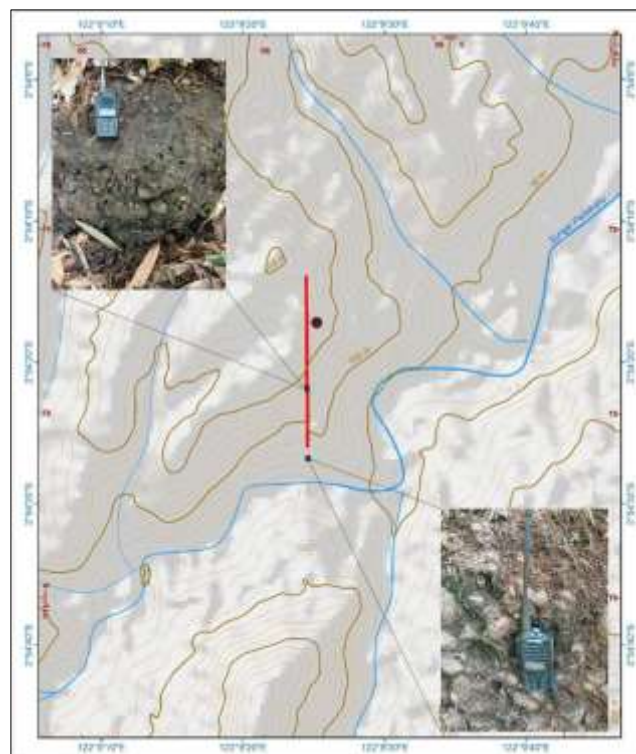
Material	Resistivity (Ohm-meter)
Air (Udara)	10^{14}
Phyrite (Pirit)	0.01 – 100
Quartz (Kwarsa)	500 – 800.000
Calcite (Kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Rock Salt (Garam Batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granite (Granit)	200 – 100.000
Andesite (Andesite)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$

Material	Resistivity (Ohm-meter)
<i>Basalt</i> (Basal)	200 – 100.000
<i>Limestones</i> (Gamping)	500 – 10.000
<i>Sandstone</i> (Batu pasir)	200 – 8.000
<i>Shales</i> (Batu pasir)	20 – 2.000
<i>Sand</i> (Pasir)	1 – 1.000
<i>Clay</i> (Lempung)	1 - 100
<i>Ground Water</i> (Air tanah)	0.5 – 300
<i>Sea Water</i> (Air Asin)	0.2
<i>Magnetite</i> (Magnetit)	0.01 – 1.000
<i>Dry Gravel</i> (Kerikil Kering)	600 – 10.000
<i>Alluvium</i> (Aluvium)	10 - 800
<i>Gravel</i> (Kerikil)	100 - 600

(Sumber : Telford, 1990)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data geolistrik resistivitas dilakukan sebanyak satu lintasan dengan panjang 400m serta berorientasi Selatan-Utara. Jumlah elektroda yang digunakan sebanyak 41 elektroda dengan spasi setiap elektroda adalah 10m. Orientasi lintasan pengukuran ditunjukkan pada Gambar 5. serta koordinat lintasan pengukuran disajikan pada Tabel 2.



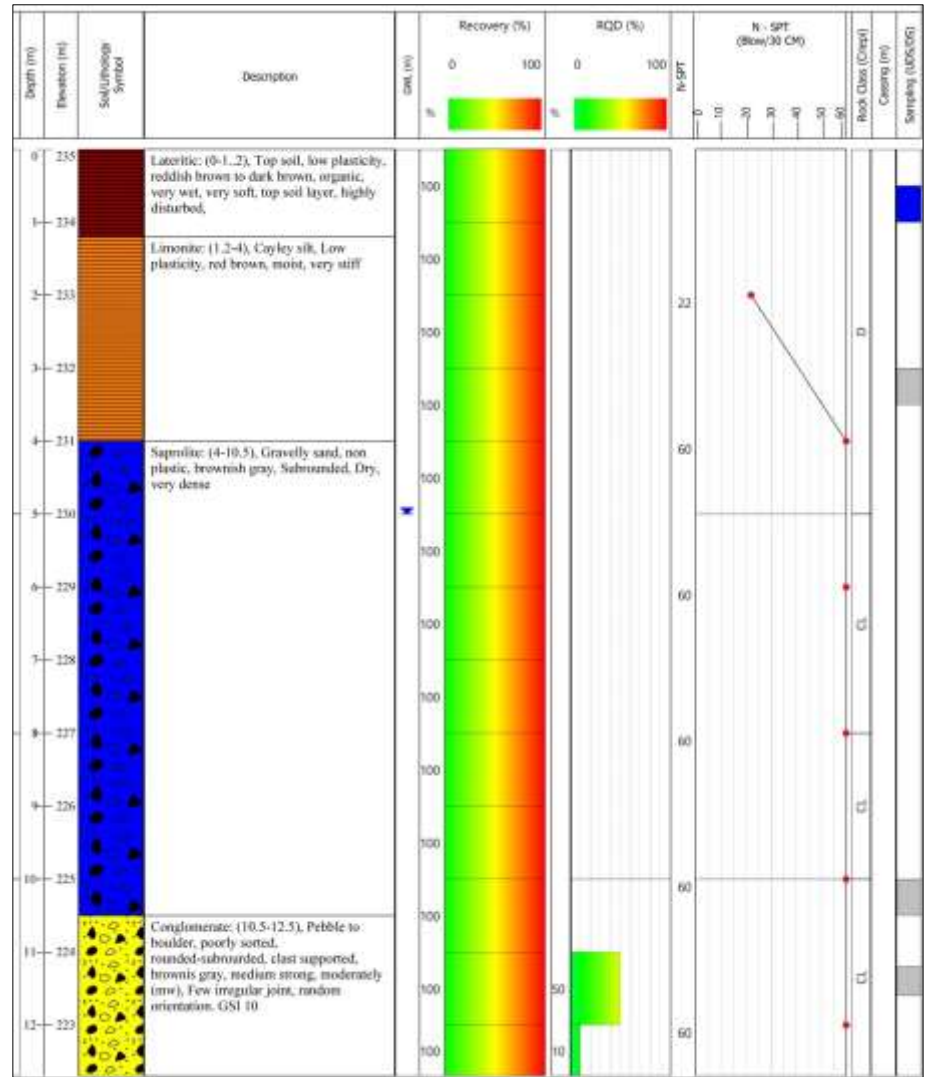
Gambar 4 . Peta lintasan orientasi lintasan. Garis merah menunjukkan lintasan pengukuran. Titik hitam merupakan singkapan batuan. Lingkaran merah merupakan titik pengeboran

Lokasi penelitian tersusun oleh satuan sedimen dari Formasi Tomata. Formasi Tomata (Tmpt) terdiri atas perselingan serpih, batupasir, konglomerat, serta sisipan lignit. Formasi berumur ini Miosen akhir-Pliosen. Pada jalur lintasan pengukuran sendiri ditemukan dua singkapan batuan konglomerat (Singkapan 1: $2^{\circ}54'23.78''\text{S}$ $122^{\circ}9'24.50''\text{E}$ dan Singkapan 2: $2^{\circ}54'26.65''\text{S}$ $122^{\circ}9'24.56''\text{E}$) yang diduga merupakan bagian dari Formasi ini.



Gambar 5 . Singkapan batuan konglomerat pada sisi selatan lintasan

Singkapan batuan konglomerat ini memiliki fraksi batuan yang lebih besar dan tersebar dalam matriks yang halus. Batuan ini ditutupi oleh lapisan tanah penutup (soil) dengan yang cukup tebal. Data hasil pengeboran (Gambar 6) menunjukkan per lapisan berupa Top Soil dengan kedalaman $<1,2\text{m}$; limonite dengan kedalaman $1,2\text{-}4\text{m}$; saprolite dengan kedalaman $4\text{-}10,5$ serta konglomerat dengan kedalaman $10,5\text{-}12,5\text{m}$.

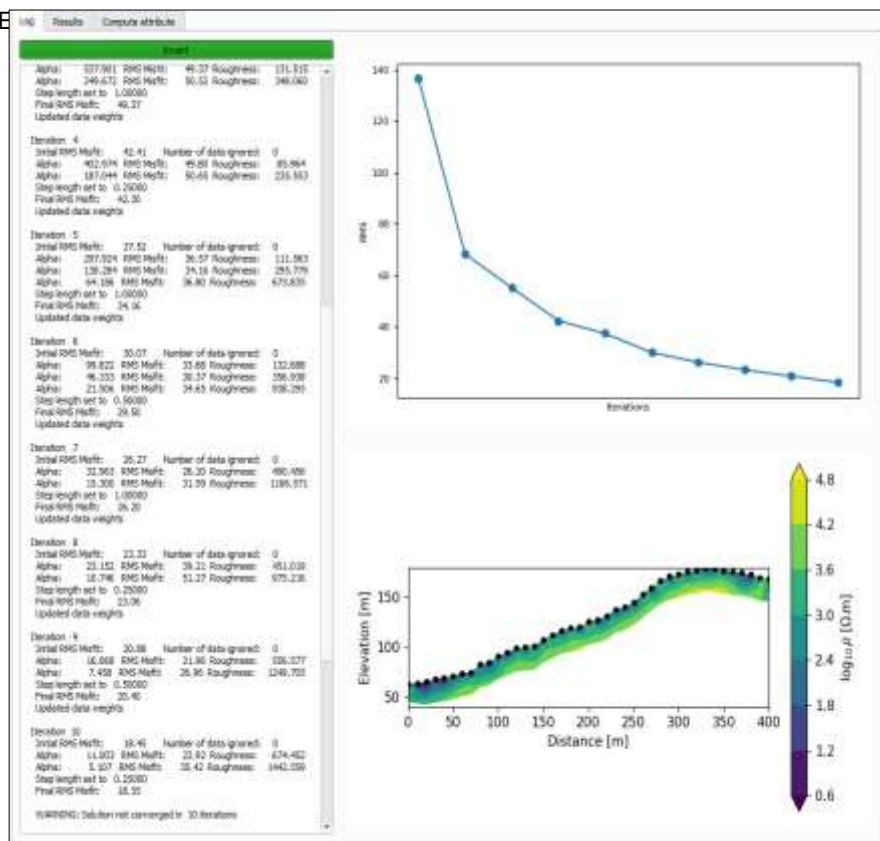


Gambar 6. Data hasil pengeboran di sekitar lintasan geolistirk

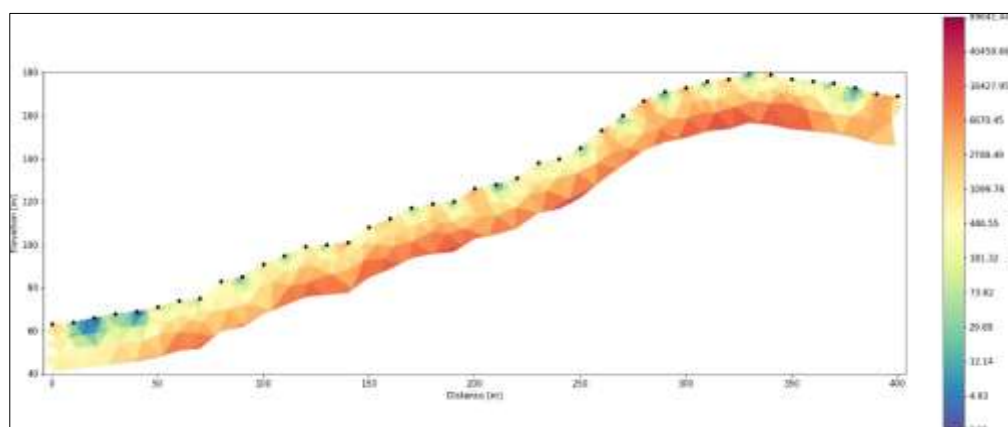
Tabel 2. Koordinat lintasan pengukuran

Lintasan	Koordinat (UTM)				Orientasi
	Xawal	Yawal	Xakhir	Yakhir	
1	406293.53	9678624.10	406288.79	9678994.09	Selatan-Utara
Elevasi: 80 mdpl- 174mdpl Panjang Lintasan : 400m					

1. Penampang Resistivitas Inversi ReslPy



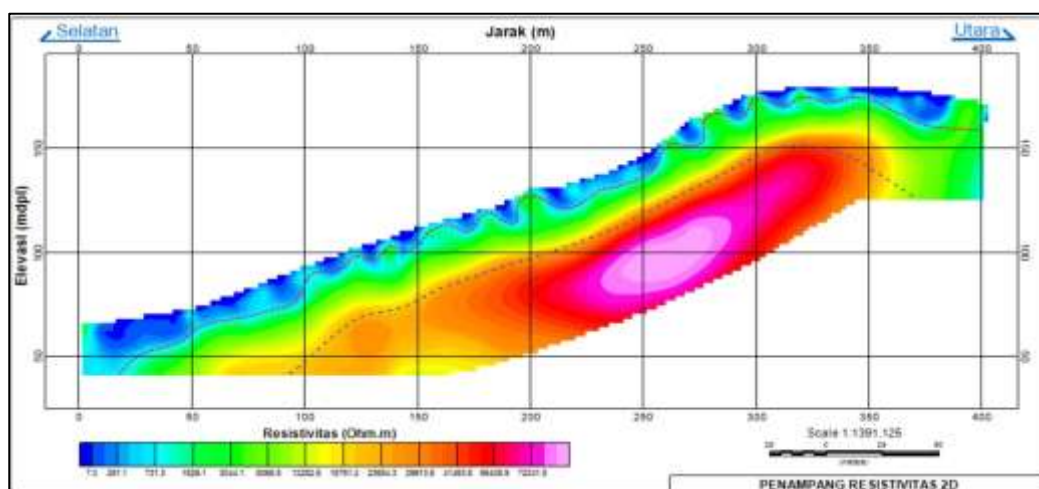
Gambar 7. Terdiri atas tiga bagian yaitu sisi kiri merupakan histori proses inversi; sisi kanan atas merupakan grafik penurunan nilai RMS sampai iterasi ke-10; serta sisi kanan bawah merupakan penampang hasil inversi dengan satuan jarak dalam m dan resistivitas dalam Log10 Ohm.m. Hasil inversi menunjukkan nilai RMS yang kecil yaitu <20% pada iterasi ke-10.



Gambar 8. Penampang hasil inversi dengan Software ResIPy

Penampang resistivitas lintasan (Gambar 8) menunjukkan rentang nilai resistivitas berkisar antara 2 Ω m sampai dengan 99000 Ω m. Kedalaman *subsurface* yang dapat digambarkan adalah ± 25 m. Selanjutnya hasil interpretasi penampang ini ditunjukkan pada Gambar 9.

Hasil inversi data geolistrik resistivitas menunjukkan distribusi nilai resistivitas yang merepresentasikan litologi bawah permukaan pada lokasi penelitian Lapisan paling atas berupa sedimen permukaan atau tanah penutup (*Top Soil*) dengan ketebalan relatif tipis. Dibawanya berkembang lapisan batuan konglomerat dengan resistivitas 2000 Ω m s/d 20000 Ω m. dengan ketebalan yang relatif seragam ± 15 m. Satuan sedimen Kuartir ini menindih secara tak selaras lapisan dengan resistivitas ≥ 20000 Ω m yang diduga merupakan batuan dasar Ultramafik (Ku).



Gambar 9. Penampang resistivitas interpretasi. Garis merah dan biru menunjukkan delineasi perlapisan batuan seimen permukaan, konglomerat dan ultramafik.

KESIMPULAN

Hasil gabungan survei geofisika dan pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa lapisan paling atas berupa sedimen permukaan atau tanah penutup (*Top Soil*) dengan ketebalan relatif tipis. Dibawanya berkembang lapisan batuan konglomerat dengan resistivitas 2000 Ωm s/d 20000 Ωm . Satuan sedimen Kuartar ini menindih secara tak selaras batuan dasar Ultramafik (Ku) dengan resistivitas ≥ 20000 Ωm . Variasi nilai resistivitas yang diperoleh dari survei resistivitas menunjukkan konsistensi dengan karakteristik litologi yang diamati di lapangan, sehingga memperkuat validitas interpretasi geofisika dalam menggambarkan kondisi *subsurface*.

REFERENSI

- Ciampi, P., Giannini, L., Cassiani, G., Esposito, C., & Papini, M. (2024). Geo-constrained clustering of resistivity data revealing the heterogeneous lithological architectures and the distinctive geoelectrical signature of shallow deposits. *Engineering Geology*. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2024.107589>
- El-Qady, G., & Ushijima, K. (2001). Inversion of DC resistivity data using neural networks. *Geophysical Prospecting*, 49, 417-430. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2478.2001.00286.x>
- Grandis, H. (2009). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Himpunan Ahli Geofisika (HAGI), Bandung.
- Hasan, M., Shang, Y., Jin, W., & Akhter, G. (2020). An engineering site investigation using non-invasive geophysical approach. *Environmental Earth Sciences*, 79, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09013-3>
- Ibraheem, I., Yogeshwar, P., Bergers, R., & Tezkan, B. (2024). Joint interpretation of magnetic, transient electromagnetic, and electric resistivity tomography data for landfill characterization and contamination detection. *Scientific Reports*, 14, 83848. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83848-9>
- Jayaputra, H. (2025). Subsurface modeling using geo-electrical resistivity method in Jalibar area, Oro-Oro Ombo, Batu City, East Java. *Prokons: Jurnal Teknik Sipil*. <https://doi.org/10.33795/prokons.v19i2.8508>
- Kamaraj, P., & Karuppannan, S. (2024). Dataset of geophysical electrical resistivity and subsurface profiling for natural resources exploration in a hard rock terrain of Tamil Nadu, India. *Data in Brief*, 54, 110311. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110311>
- Lech, M., Skutnik, Z., Bajda, M., & Markowska-Lech, K. (2020). Applications of electrical resistivity surveys in solving selected geotechnical and environmental problems. *Applied Sciences*, 10(7), 2263. <https://doi.org/10.3390/app10072263>
- Loke, M. H. (2000). *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A practical guide to 2-D and 3-D surveys*. Penang, Malaysia.

- Oghonyon, R., & Njoku, D. (2024). Lithological characterization of the subsurface layers at 'NASS' field, Choba, Rivers State. *Scientia Africana*. <https://doi.org/10.4314/sa.v23i4.12>
- Oghonyon, R., Nnurum, E., & Oguejiofor, C. (2025). Evaluation of resistivity data for delineating potential potable water accumulation zone at Choba, Rivers State Nigeria. *International Journal of Research and Scientific Innovation*. <https://doi.org/10.51244/ijrsi.2025.120700155>
- Ogunkoya, C. (2025). A review: The role of electrical resistivity in groundwater exploration and management. *Journal of Multidisciplinary Science: MIKAILALSYS*. <https://doi.org/10.58578/mikailalsys.v3i2.5666>
- Reynolds, J. M. (2011). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley & Sons.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., & Keys, D. A. (1976). *Applied Geophysics*. Cambridge University Press.
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology (3rd ed.)*. Wiley, New Jersey.
- Utama, W., Putra, D., Indriani, R., & Garini, S. (2023). Subsurface identification using resistivity method for infrastructure planning in Benowo area, Surabaya city. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1250, 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1250/1/012018>
- Volchko, Y., Norrman, J., Ericsson, L., Nilsson, K., Markstedt, A., Öberg, M., Mossmark, F., Bobylev, N., & Tengborg, P. (2020). Subsurface planning: Towards a common understanding of the subsurface as a multifunctional resource. *Land Use Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104316>
- Yunus, N., Muztaza, N., Abir, I., Bashir, Y., Zakaria, M., Rosli, F., Aznan, A., Gnappragasan, J., Jaya, P., Rahman, N., Mohammed, M., Ayaaka, D., & Arifin, M. (2025). Assessment of subsurface features and potential of groundwater delineation using 2-dimensional electrical resistivity imaging method. *Journal of Sustainability Science and Management*. <https://doi.org/10.46754/jssm.2025.06.001>