



## Ketebalan Lapisan Sedimen Molasa Sulawesi Daerah Labokeo, Konawe Selatan Berdasarkan Penampang *Electrical Resistivity Tomography*

 Al Rubaiyn<sup>1\*</sup>, La Ode Ngkoimani<sup>2</sup>
<sup>1</sup>Teknik Geofisika Universitas Halu Oleo

<sup>2</sup>Teknik Geologi Universitas Halu Oleo

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: July 20, 2023

Accepted: September 12, 2023

Published: September 23, 2023

#### Keywords:

 Electrical Resistivity Tomography,  
 Molasa Sulawesi, Langkowala

#### Corresponding author:

Al Rubaiyn

 Email: [alrubaiyn@uho.ac.id](mailto:alrubaiyn@uho.ac.id)

#### Read online:



Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Copyright © 2023 Authors



This work is licensed under a Creative Commons

Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

### ABSTRAK

Desa Labokeo merupakan area yang keseluruhan ditutupi oleh sedimen Molasa Sulawesi. Adanya aktifitas penambangan nikel yang mengindikasikan bahwa terdapat endapan nikel laterit di bawah Molasa Sulawesi di Desa Laboke. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi ketebalan lapisan sedimen Molasa Sulawesi berdasarkan citra bawah permukaan *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) dekat lokasi penambangan nikel di Desa Labokeo. Metode ERT adalah metode pengukuran resistivitas di permukaan tanah dengan menggunakan banyak elektroda, agar diperoleh variasi distribusi resistivitas bawah permukaan secara lateral dan vertikal, sehingga didapatkan citra bawah permukaan. Akuisisi data ERT menggunakan konfigurasi dipole-dipole. Inversi data ERT menggunakan perangkat lunak Res2Dinv. Berdasarkan penampang inversi ERT diperoleh bahwa nilai resistivitas per lapisan sedimen di lokasi yaitu resistivitas batupasir > 250 Ohm.m dengan ketebalan 5-29 meter, dan resistivitas batulempung-lanau 10,4 – 100 Ohm.m dengan ketebalan hingga 60-90 meter. Batuan ini merupakan batuan sedimen Formasi Langkowala dengan ketebalan hingga 120 meter yang terdiri atas lapisan batupasir yang menindih lapisan batulempung-lanau.

### ABSTRACT

The Labokeo village is covered by sedimentary rocks (Molasa Sulawesi). The existence of nickel mining activities indicates nickel laterite deposits under Molasa Sulawesi in Laboke Village. This study aims to estimate the thickness of Molasa Sulawesi sediment layer based on *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) subsurface image near the nickel mining location in Labokeo Village. The ERT method measure resistivity at the ground surface using many electrodes, to obtain lateral and vertical variations in subsurface resistivity distribution to acquire a subsurface image. ERT data acquisition uses a dipole-dipole configuration. ERT data inversion using Res2Dinv software. Based on the ERT inversion cross section, it is obtained that the resistivity value of the sedimentary layer at the location is sandstone resistivity > 250 Ohm.m with a thickness of 5-29 m, and clayey-silt resistivity 10.4 - 100 Ohm.m with a thickness of up to 60-90 m. These sedimentary rocks of the Langkowala Formation with a thickness of up to 120 m consisting of a sandstone layer overlying a siltstone layer.

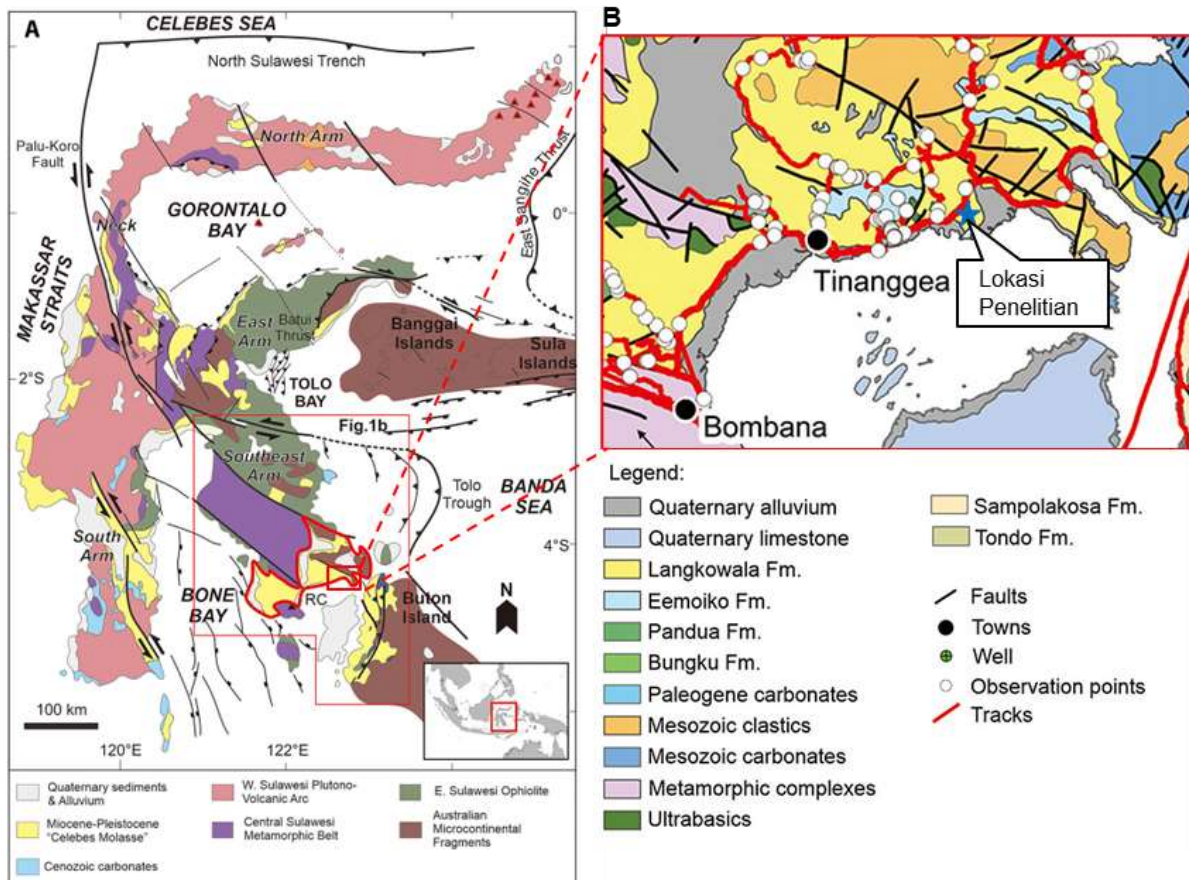
**How to cite:** Rubaiyn, A. dan Ngkoimani, L. O. (2023). Ketebalan lapisan Sedimen Molasa Sulawesi Daerah Labokeo, Konawe Selatan berdasarkan Penampang *Electrical Resistivity Tomography*. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan*, 5(1), pp. 28-34. <https://doi.org/10.56099/ophi.v5i1.p28-34>

# 1 Pendahuluan

Pencitraan bawah permukaan, yang secara saintifik dikenal sebagai pencitraan geofisika, merupakan teknik pencitraan nondestruktif yang menginjeksikan tegan arus bolak-balik yang tinggi, arus rendah dan frekuensi daya rendah ke dalam tanah untuk memodelkan bawah permukaan dan benda yang terkubur. Beberapa teknik geofisika telah dikembangkan dan banyak digunakan seperti *Ground Penetrating Radar* (GPR) dan *Ground Resistivity Mapping* (GRM) atau *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) yang mengukur resistivitas tanah dengan elektroda tertanam dan terintegrasi di permukaan tanah (Ducut dkk., 2022). Metode ERT merupakan salah satu metode efektif dan efisien yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi (Loke, 2000, Woźniak dan Bania, 2019). Metode ini dapat memberikan visualisasi variasi resistivitas bawah permukaan secara 2D/3D yang telah berhasil digunakan dalam berbagai kasus geologi, khususnya dalam penelitian sedimentologi (Gonzales dkk., 2016, Hirsch dkk., 2008, Nur Amalina dkk., 2017,

Smith dan Sjogren, 2006, Woźniak dan Bania, 2019).

Penelitian ini mengaplikasikan metode ERT untuk visualisasi bawah permukaan batuan sedimen Molasa Sulawesi pada Daerah Labokeo, Konawe Selatan. Daerah Labokeo merupakan area yang keseluruhan ditutupi oleh sedimen Molasa Sulawesi (Gambar 1.a) dengan fomasi batuan berupa Formasi Langkowala (Gambar 1.b). Pada beberapa area terdapat aktifitas penambangan nikel yang mengindikasikan bahwa terdapat endapan nikel laterit di bawah Molasa Sulawesi di Desa Laboke. Simandjuntak dkk. (1993) menunjukkan Komplek Ultramafik tersingkap secara terbatas yang sebagian besar ditutupi oleh Molasa Sulawesi di daerah Konawe Selatan. Lintjewas dkk. (2019) menuturkan keberadaan endapan nikel laterit yang unik di bawah endapan sedimen ini menunjukkan karakteristik yang unik pula. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi ketebalan lapisan sedimen Molasa Sulawesi berdasarkan citra bawah permukaan ERT dekat lokasi penambangan nikel di Desa Labokeo. Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam proses eksplorasi nikel di bawah Molasa Sulawesi.

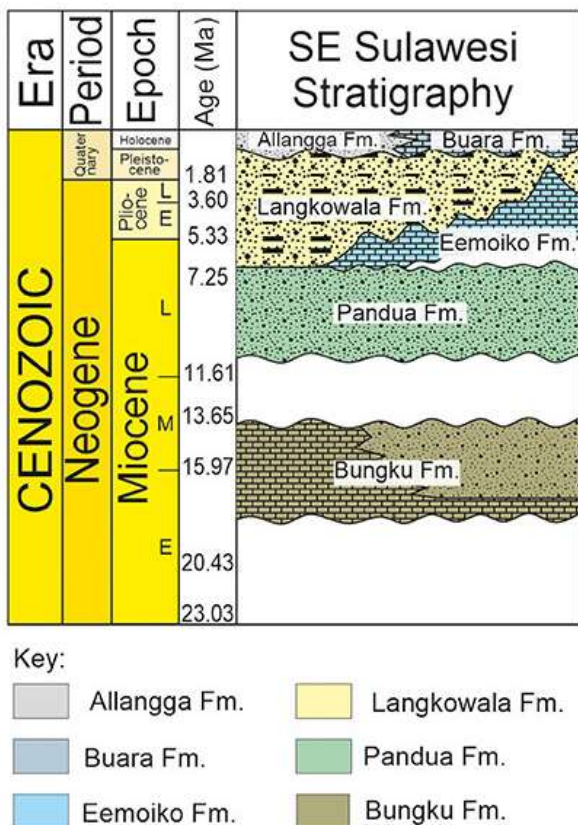


**Gambar 1** (a) Penyederhanaan peta geologi Sulawesi oleh Hall and Wilson (2000, dalam Nugraha dkk. (2022b)). (b) Peta geologi regional daerah penelitian (Nugraha dkk., 2022b). Titik bintang berwarna biru menunjukan lokasi penelitian



## 2 Geologi Daerah Penelitian

Tatanan stratigrafi Lengan Tenggara Sulawesi terdiri atas Kompleks Metamorf, Kompleks Ofiolit, dan ditutupi oleh Molasa Sulawesi (Formasi Langkowala, Formasi Boepinang, Formasi Eemoiko, dan Formasi Pandua) serta sebagian alluvial (Simandjuntak dkk., 1993, Surono, 2013). Molasa Sulawesi merupakan semua sedimen Neogen yang tidak terkonsolidasi menindih batuan pra-Neogene (Nugraha dkk., 2022a). Stratigrafi batuan berumur Neogen terdiri atas Formasi Langkowala, Formasi Eemoiko, Formasi Pandua dan Formasi Bungku (Gambar 2).



**Gambar 2** Stratigrafi lengan tenggara Sulawesi (Nugraha dkk., 2022a)

Silikat dari Formasi Langkowala dan karbonat dari Formasi Eemoiko diendapkan secara bersamaan selama Pliosen di Lengan Tenggara Sulawesi. Formasi Langkowala diendapkan pada Miosen Akhir dan terletak tidak selaras dengan Formasi Pandua. Umur pembentukan Formasi Langkowala yaitu Miosen Akhir hingga Pleistosen Awal. Formasi ini terdiri dari konglomerat yang kaya kuarsa, batupasir dan batulumpur yang diendapkan dalam berbagai macam pengendapan lingkungan dari lingkungan darat hingga laut. Bagian atas Formasi Langkowala terdiri

dari batulempung dan batulanau yang diendapkan dalam lingkungan neritik luar (Nugraha dkk., 2022a).

Karbonat Formasi Eemoiko menindih tak selaras Formasi Pandua dan berakhir pada batuan ultrabasa dan metamorf. Batuan ini mencakup karbonat berlapis tipis hingga massif yang memiliki ketebalan minimum sekitar 20 meter (Nugraha dkk., 2022a).

## 3 Electrical Resistivity Tomography (ERT)

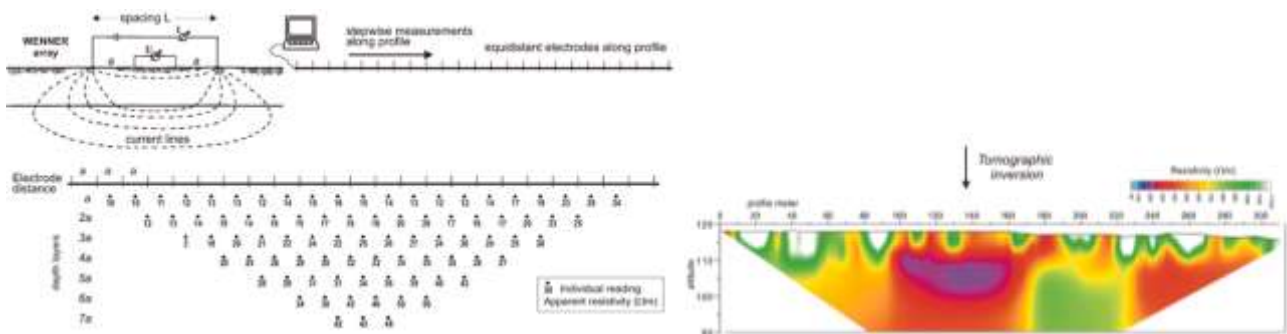
Metode resistivitas adalah salah satu teknik survei geofisika tertua. Tujuan dari metode ini adalah untuk menentukan distribusi resistivitas bawah permukaan dengan melakukan pengukuran di permukaan tanah. Dari pengukuran ini, resistivitas sebenarnya bawah permukaan dapat diperkirakan (Loke dkk., 2013).

Terdapat dua model utama berkaitan dengan pola susunan elektroda. Salah satunya adalah model yang menghasilkan profil horizontal (penyebaran resistivitas secara lateral) dan variasi resistivitas vertikal yang disebut sebagai *Electrical Resistivity Tomography* (Reynolds, 2011). ERT adalah teknik *advance* geofisika serta banyak digunakan dalam teknik pencitraan bawah permukaan yang diterapkan di bidang teknik sipil, investigasi lingkungan, eksplorasi hidrologi, mineral, serta pemetaan arkeologi (Zhou, 2019). ERT digunakan untuk mengkarakterisasi distribusi resistivitas bawah permukaan dalam hal sifat kelistrikkannya. Akuisisi data dilakukan dengan menginduksi arus di dalam tanah menggunakan sepasang elektroda pada suatu susunan elektroda dengan jarak yang teratur. Selanjutnya sepasang elektroda yang sesuai digunakan untuk mengukur medan potensial yang dihasilkan (Ducut dkk., 2022). **Gambar 3** mengilustrasikan skematik pengukuran dan hasil inversi data ERT.

## 4 Metode

Lokasi penelitian terletak di Desa Labokeo, Kecamatan Laeya, Konawe Selatan. Pengukuran data ERT menggunakan Resistivitymeter Supersting R8 IP Multi channel 56 elektroda. Pengukuran menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan jumlah lintasan sebanyak 4 lintasan yang berorientasi timur-barat serta spasi elektroda 5-10m. Lintasan 1 dan lintasan 2 menggunakan spasi elektroda 5 meter dan memiliki panjang lintasan 240 meter serta 555 meter; lintasan 3 menggunakan spasi 7.5 meter dan panjang lintasannya 630 meter. lintasan 4 dengan spasi elektroda 10 dan panjang lintasan 810. Peta lintasan ERT sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 4**.





**Gambar 3** (a) Diagram skematik pengukuran multi-elektroda tomografi resistivitas. Titik-titik teratur menunjukkan penyebaran titik datum resistivitas. (b) Penampang tomografi inversi (*tomographic inversion*) yang menunjukkan persebaran resistivitas secara horizontal dan vertical (Ducut dkk., 2022)



**Gambar 4** Orientasi lintasan pengukuran ERT. Garis merah menunjukkan lintasan pengukuran

Data hasil pengukuran Resistivimeter Supersting diekstrak menggunakan perangkat lunak *AGI Administrator* yang selanjutnya diolah menggunakan perangkat lunak *Res2Dinv*. Prosedur pengolahan data merujuk pada [Loke \(2000\)](#). Hasil inversi disajikan dalam penampang ERT terskalakan menggunakan perangkat lunak *Oasis Montaj* ([Montaj, 2007](#)). Interpretasi penampang ERT didasarkan atas nilai resistivitas batuan oleh [Milsom dan Eriksen \(2011\)](#) yang dikorelasikan dengan satuan batuan yang tersingkap di sekitar lokasi penelitian.

## 5 Hasil dan Pembahasan

Lokasi pengukuran merupakan daerah perbukitan dengan elevasi 25-45 mdpl. Batuan penyusun lokasi pengukuran merupakan batuan sedimen Molasa Sulawesi. Singkapan batuan di sekitar lokasi pengukuran ([Gambar 5](#)) menunjukkan perlapisan batupasir serta lapisan batulempung-lanau padat yang merupakan satuan batuan Formasi Langkowala. Menurut [Nugraha dkk. \(2022b\)](#) suksesi vertikal dari batulumpur (*mudstone*) masif dan batupasir berlapis batulanau dari Formasi Langkowala tersebar luas di daerah cekungan Kendari. Pelapisan

batuan ini yang akan menjadi acuan dalam penafsiran nilai resistivitas penampang hasil inversi ERT.

Hasil inversi data ERT adalah penampang yang menggambarkan distribusi resistivitas material bawah permukaan. Variasi nilai resistivitas yang ditunjukkan dengan gradasi warna dari setiap penampang ERT ditafsirkan sebagai perbedaan perlapisan batuan. Berikut merupakan uraian dan interpretasi dari empat lintasan terukur.



**Gambar 5** Singkapan batuan yang menunjukkan perlapisan Batupasir menindih Batulempung-lanau (Lat.-4°24'45.84", Long. 122°28'9.3")

### 5.1 Penampang ERT Lintasan 1

Penampang ERT lintasan 1 ([Gambar 6.a](#)) menunjukkan nilai resistivitas antara 1,2 – 492 Ohm.m dengan kedalaman yang dapat digambarkan hingga 70 meter. Rentang nilai resistivitas serta pola gradasi warna pada penampang ERT ini ditafsirkan sebagai variasi perlapisan sedimen. Terdapat dua perlapisan yang nampak pada penampang ERT lintasan 1 yaitu nilai resistivitas tinggi (gradasi warna merah) berkisar > 250 Ohm.m, dan nilai resistivitas rendah (gradasi warna biru hingga kemerahan) 1,2 – 100 Ohm.m. Nilai resistivitas tinggi diduga sebagai lapisan batupasir. Lapisan ini memiliki ketebalan 5-12 meter. Selanjutnya lapisan ini menindih lapisan resistivitas

rendah diduga sebagai lapisan batulempung-lanau. Lapisan ini memiliki ketebalan hingga 60 meter.

### 5.2 Penampang ERT Lintasan 2

Penampang ERT lintasan 2 (**Gambar 6.b**) menunjukkan nilai resistivitas antara 10,4 – 945 Ohm.m dengan kedalaman yang dapat digambarkan hingga 80 meter. Terdapat dua perlapisan yang nampak pada penampang ERT lintasan 2 yaitu nilai resistivitas tinggi (graduasi warna merah) berkisar > 250 Ohm.m, dan nilai resistivitas rendah (graduasi warna biru hingga kemerahan) 10,4 – 100 Ohm.m. Nilai resistivitas tinggi diduga sebagai lapisan batupasir dengan ketebalan yang relatif seragam berkisar 12.3 meter. Lapisan ini menindih lapisan resistivitas rendah diduga sebagai lapisan batulempung-lanau. Lapisan ini memiliki ketebalan hingga 70 meter.

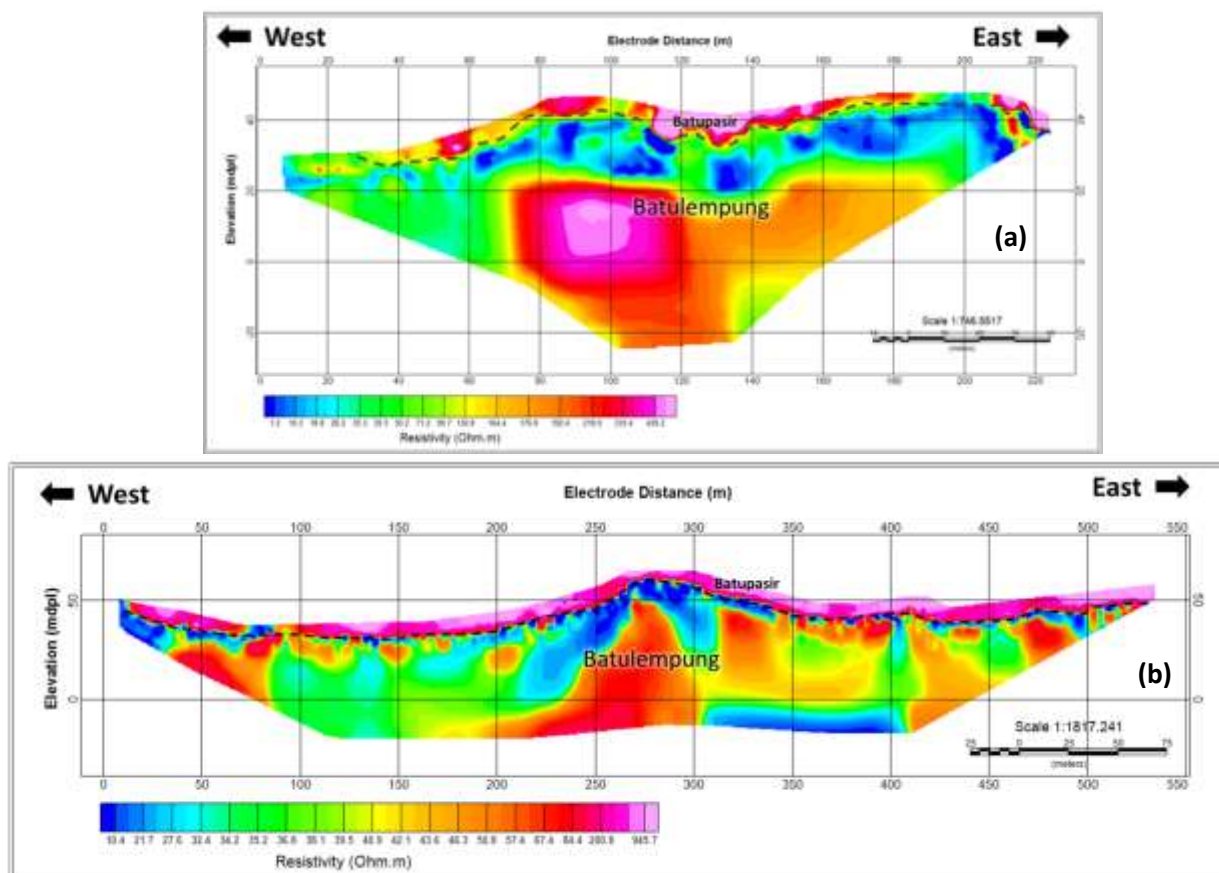
### 5.3 Penampang ERT Lintasan 3

Penampang ERT lintasan 3 (**Gambar 7.a**) menunjukkan nilai resistivitas antara 14,3 – 157,4 Ohm.m dengan kedalaman yang dapat digambarkan hingga 100 meter. Terdapat dua perlapisan yang nampak pada penampang ERT lintasan 3 yaitu nilai

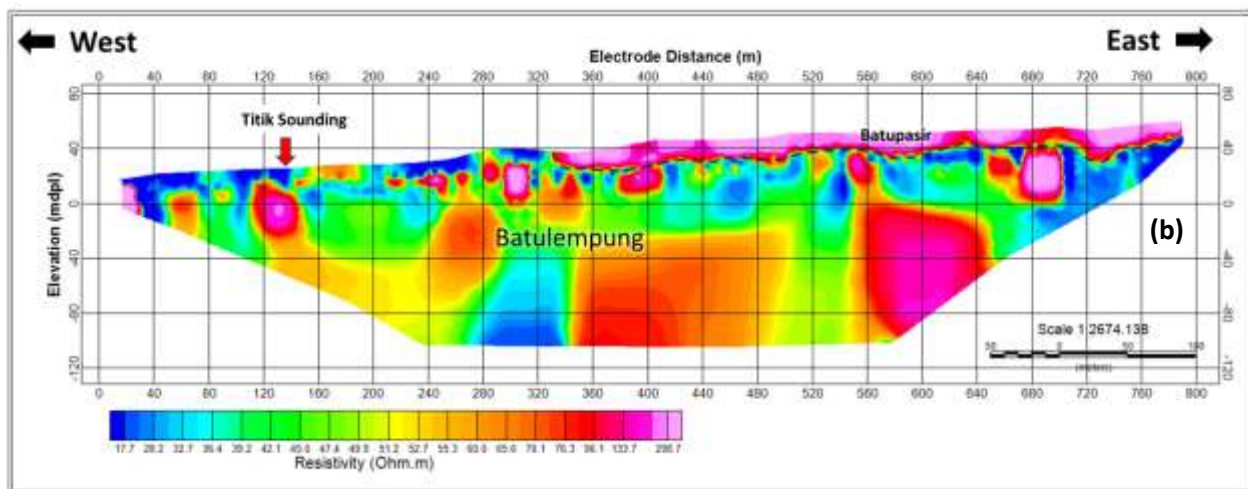
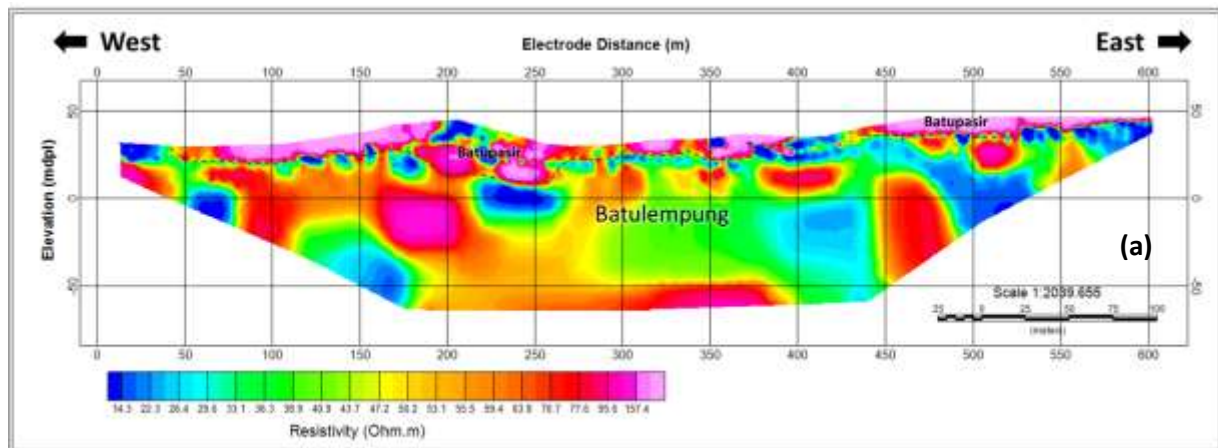
resistivitas tinggi (graduasi warna merah) berkisar > 250 Ohm.m, dan nilai resistivitas rendah (graduasi warna biru hingga kemerahan) 10,4 – 100 Ohm.m. Nilai resistivitas tinggi diduga sebagai lapisan batupasir. Lapisan ini memiliki ketebalan 3 - 21 meter. Lapisan ini menindih lapisan resistivitas rendah diduga sebagai lapisan batulempung-lanau. Lapisan ini memiliki ketebalan hingga 80 meter.

### 5.4 Penampang ERT Lintasan 4

Penampang ERT lintasan 4 (**Gambar 7.b**) menunjukkan nilai resistivitas antara 17,7 – 29,8 Ohm.m dengan kedalaman yang dapat digambarkan hingga 120 meter. Terdapat dua perlapisan yang nampak pada penampang ERT lintasan 4 yaitu nilai resistivitas tinggi (graduasi warna merah) berkisar > 250 Ohm.m, dan nilai resistivitas rendah (graduasi warna biru hingga kemerahan) 10,4 – 100 Ohm.m. Nilai resistivitas tinggi diduga sebagai lapisan batupasir. Lapisan ini memiliki ketebalan 5 – 29 meter. Lapisan ini menindih lapisan resistivitas rendah diduga sebagai lapisan lempung-lanau. Lapisan ini memiliki ketebalan hingga 90 meter.



**Gambar 6** Penampang hasil inversi data ERT (a) Lintasan 1;-(b) Lintasan 2 secara berurutan



Gambar 7 Penampang hasil inversi data ERT (a) Lintasan 1;-(b) Lintasan 2 secara berurutan

Rekapitulasi nilai resistivitas batuan pada area penelitian disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1** Interpretasi nilai resistivitas per lapisan sedimen Molasa Sulawesi pada daerah penelitian

No	Tipe Batuan	Resistivitas (Ohm.m)
1	Batupasir	> 250 Ohm.m
2	Batulempung-lanau	1,2 – 100 Ohm.m

## 6 Kesimpulan

Berdasarkan uraian pembahasan yang telah dipaparkan disimpulkan bahwa nilai resistivitas

per lapisan sedimen yaitu resistivitas batupasir > 250 Ohm.m dengan ketebalan 5 – 29 meter, dan resistivitas batulempung-lanau 1,2 – 100 Ohm.m dengan ketebalan hingga 60 – 90 meter. Batuan ini merupakan batuan sedimen Formasi Langkowala dengan ketebalan hingga 120 meter yang terdiri atas lapisan batupasir yang menindih lapisan batulempung-lanau. Hal ini mengindikasikan bahwa endapan nikel laterit pada beberapa area di Desa Laboke, ditindih oleh sedimen molasa Sulawesi yang sangat tebal.

## Referensi

- Ducut, J. D., Alipio, M., Go, P. J., Concepcion Ii, R., Vicerra, R. R., Bandala, A. & Dadios, E. 2022. A Review of Electrical Resistivity Tomography Applications in Underground Imaging and Object Detection. *Displays*, 73, pp. 102208. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2022.102208>
- Gonzales, A. A., Dahlin, T., Barmen, G. & Rosberg, J.-E. 2016. Electrical Resistivity Tomography and Induced Polarization for Mapping the Subsurface of Alluvial Fans: A Case Study in Punata (Bolivia). *Geosciences*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/geosciences6040051>
- Hirsch, M., Bentley, L. R. & Dietrich, P. 2008. A Comparison of Electrical Resistivity, Ground Penetrating Radar and Seismic Refraction Results at a River Terrace Site. *Journal of Environmental & Engineering Geophysics*, 13(4), pp. 325-333. <https://doi.org/10.2113/jeege13.4.325>

- Lintjewas, L., Setiawan, I. & Kausar, A. A. 2019. Profil Endapan Nikel Laterit di Daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Tenggara. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 29(1), pp. 91-104. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2019.v29.970>
- Loke, M. H. 2000. *Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies: A practical guide to 2-D and 3-D surveys*
- Loke, M. H., Chambers, J. E., Rucker, D. F., Kuras, O. & Wilkinson, P. B. 2013. Recent developments in the direct-current geoelectrical imaging method. *Journal of Applied Geophysics*, 95, pp. 135-156. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2013.02.017>
- Milsom, J. & Eriksen, A. 2011. *Field Geophysics*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470972311>
- Montaj, O. 2007. Geosoft mapping and application system Inc, Suit 500, Richmond St. West Toronto, ON Canada N5S1V6.
- Nugraha, A. M. S., Hall, R. & BouDagher-Fadel, M. 2022a. The Celebes Molasse: A revised Neogene stratigraphy for Sulawesi, Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 228, pp. 105140. <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2022.105140>
- Nugraha, A. M. S., Hall, R., BouDagher-Fadel, M., Todd, J. A. & Switzer, A. D. 2022b. Neogene history of fluvial to shallow marine successions in the Kendari Basin, SE Sulawesi, Indonesia. *The Depositional Record*, 9(2), pp. 300-334. <https://doi.org/10.1002/dep2.196>
- Nur Amalina, M. K. A., Nordiana, M. M., Anderson Bery, A., Noor Akmal bin Anuar, M., Maslinda, U., Sulaiman, N., Afiq Saharudin, M., Hisham, H., Nordiana, A. N. & Taqiuddin, Z. M. 2017. Application of 2-D Resistivity Imaging and Seismic Refraction Method in Identifying the Structural Geological Contact of Sedimentary Lithologies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 62. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/62/1/012005>
- Reynolds, J. M. 2011. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics* (2 ed.). John Wiley & Sons.
- Simandjuntak, T. O., Surono & Sukido 1993. *Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi*. Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Smith, R. C. & Sjogren, D. B. 2006. An evaluation of electrical resistivity imaging (ERI) in Quaternary sediments, southern Alberta, Canada. *Geosphere*, 2(6), pp. 287-298. <https://doi.org/10.1130/ges00048.1>
- Surono 2013. *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi* (2 ed.). Bandung, Badan Geologi.
- Woźniak, T. & Bania, G. 2019. Analysis of the tectonic and sedimentary features of the southern margin of the Krzeszowice Graben in Southern Poland based on an integrated geoelectrical and geological studies. *Journal of Applied Geophysics*, 165, pp. 60-76. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2019.04.010>
- Zhou, B. 2019. Electrical Resistivity Tomography: A Subsurface-Imaging Technique. *In: Kanlı, A. I. (ed.) Applied Geophysics with Case Studies on Environmental, Exploration and Engineering Geophysics*. pp. Ch.7(1-16). <https://doi.org/10.5772/intechopen.81511>