

Studi Geolistrik untuk Menentukan Ketebalan dan Komposisi Sedimen di Danau Limboto, Gorontalo

Yusril Mahendra Mamonto ^{1*}), Raghel Yunginger ¹⁾, Dr. Mursalin ¹⁾, Ahmad Zainuri ²⁾,
Icha Untari Meidji ²⁾, Dewa Gede Eka Setiawan ¹⁾

¹⁾ Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo

²⁾ Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo,
Jalan Prof.Dr.Ing. BJ Habibie, 92755, Gorontalo, Indonesia
Email: hendramamonto14@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan ketebalan sedimen di Danau Limboto menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger. Pengukuran dilakukan di tiga lokasi, yaitu Desa Bua (Kecamatan Batudaa), Desa Hutadaa (Kecamatan Telaga Jaya), dan Desa Pentadio Timur (Kecamatan Telaga Biru). Setiap lokasi dilakukan pengukuran sepanjang 300 meter. Data resistivitas diolah menggunakan perangkat lunak Progress 3.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen didominasi oleh lempung, pasir, dan batu lempung dengan ketebalan yang bervariasi pada masing-masing lokasi. Nilai resistivitas yang diperoleh berkorelasi dengan jenis sedimen berdasarkan referensi nilai resistivitas standar. Hasil ini diharapkan dapat memberikan informasi penting bagi pengelolaan Danau Limboto secara berkelanjutan.

Kata kunci: Sedimen, Danau, Geolistrik

Abstract

This study aims to identify the type and thickness of sediment in Lake Limboto using the Schlumberger configuration geoelectric method. This method was chosen because of its ability to detect resistivity variations that reflect the characteristics of subsurface sediments. The research procedure begins with an initial survey to determine strategic measurement locations, followed by electrode arrangement and resistivity measurements. Data obtained from the measurements were analyzed using geophysical analysis software to produce a resistivity distribution model. The results showed that there were variations in sediment types, including sand, clay, and alluvial soil, as well as varying sediment thicknesses in various locations. These findings are expected to provide useful information for water resource management and mitigation of shallowing problems in Lake Limboto.

Keywords: Sediment, Lake, Geoelectric

1. PENDAHULUAN

Perairan danau sangat erat kaitannya dengan kondisi alam di sekitar danau dan daerah tangkapan air masing-masing sungai yang merupakan muara danau. Berdasarkan Renstra Ditjen Pengendalian DAS dan Hutan Lindung Tahun 2020-2024 bahwa Danau Limboto termasuk dari 15 danau prioritas nasional yang harus mendapatkan program penyelamatan danau (Yosef, 2021). Danau Limboto adalah danau yang terbentuk secara alami, yang secara geografis berada di 70% Kabupaten Gorontalo, dan 30% di Kota Gorontalo (Yunginger 2024). Fungsi Danau Limboto ini sangat besar bagi kehidupan tumbuhan serta hewan yang ada di sekitar danau. Manfaat lain dari danau berimplikasi juga bagi kehidupan masyarakat yang tinggal di dekat area danau tersebut, namun Danau Limboto telah mengalami pendangkalan sehingga menjadi salah satu masalah lingkungan (Amin et al., 2019).

Namun Danau Limboto telah mengalami degradasi. Menurut Yunginger et al., (2024), yang menunjukkan bahwa pada tahun 1932, luas Danau Limboto sekitar 7.000 hektar dengan kedalaman 30 meter. Namun, sekitar lima dekade kemudian, pada tahun 1982, luas danau tersebut menyusut menjadi sekitar 3.000 hektar atau 30 km², dengan kedalaman rata-

rata hanya 30 meter. Yunginger et al., (2024), juga mengungkapkan bahwa luas danau terus menurun, mencapai sekitar 20,44 km² pada tahun 2019, yang merupakan penurunan signifikan sekitar 68,13% sejak tahun 1982.

Penelitian mengenai sedimentasi di Danau Limboto pernah dilakukan oleh Alfianto & Cecilia, (2020) yang menggunakan metode WATEM/SEDEM yang fokus pada pemodelan prediksi jumlah suplai sedimen. Penelitian hanya merekayasa suatu model potensi erosi dan sedimentasi di Danau Limboto, yaitu potensi sedimentasi dan zonasi sedimen di area Danau Limboto.

Penelitian yang lain, oleh Yunginger et al., (2024) mengungkapkan tentang morfometrik Danau Limboto. Sedangkan penelitian yang mengidentifikasi tentang jenis dan ketebalan sedimen belum dilakukan di Danau Limboto. Jika terdapat data ini, maka data yang diperoleh dapat digunakan dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan disekitar danau dan sungai, serta mampu menjadikan informasi penting tentang kondisi danau dan sungai di wilayah tertentu, yang dapat digunakan dalam upaya pemeliharaan dan pengelolaan danau.

Salah satu metode yang relatif mudah dan tampak merusak adalah metode geolistrik sebagai metode yang menggunakan prinsip fisika. Metode geolistrik adalah salah satu metode geofisika yang digunakan untuk pendugaan keadaan bawah permukaan serta untuk mengetahui jenis bahan penyusun batuan berdasarkan pengukuran sifat-sifat kelistrikan batuan (Kusumandari, 2015). Metode geolistrik resistivitas pada umumnya sering digunakan dalam menentukan ketebalan dan resistivitas media berlapis (Nadeak, 2021). Penggunaan metode geolistrik resistivitas mampu memberikan informasi bawah permukaan tanah berdasarkan nilai resistivitas batuan (Hasan, 2021).

Konfigurasi *Schlumberger* adalah konfigurasi yang sering digunakan pada survey geolistrik. (Faizin et al., 2021) Hal ini karena Schlumberger memiliki keunggulan yang relatif mudah dalam pengoperasiannya yaitu cukup dengan mengubah jarak antar elektroda arusnya saja tanpa mengubah jarak elektroda potensial. Pada Konfigurasi Schlumberger jarak antara elektroda potensial harus lebih kecil dibandingkan dengan jarak antar elektroda arus. Menurut Fitrianto dkk, (2017) konfigurasi Schlumberger memiliki kepekaan yang relatif sedang untuk struktur vertikal dan horizontal. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger. Kelebihan dari konfigurasi Schlumberger adalah kemampuannya untuk mendeteksi non-homogenitas batuan dibagian permukaan dengan cara membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan pada jarak elektroda MN/2 (P1P2/2).

Menurut Timotius (2014) struktur di bawah permukaan merupakan suatu sistem pelapisan dengan nilai resistivitas berbeda-beda. Faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas adalah homogenitas tiap batuan, kandungan mineral logam, kandungan air, porositas, permeabilitas, suhu, dan umur geologi batuan. Hal ini menyebabkan nilai resistivitas yang muncul bukanlah nilai resistivitas yang sebenarnya, melainkan kombinasi dari nilai resistivitas berbgaimacam batuan sehingga ini yang biasa disebut resistivitas semu (ρ_a).

Resistivitas semu (ρ_a) adalah tahanan jenis yang terukur atas medium berlapis yang mempunyai perbedaan resistivitas dan ketebalan lapisan dianggap homogen isotopris (syukri, 2020). Sedangkan resistivitas sebenarnya dimana bumi mempunyai resistivitas heterogen diperoleh dengan cara membuat model dan diformulasikan hubungan antara resistivitas semu dari resistivitas sebenarnya (metode inversi).

Metode geolistrik telah banyak digunakan dalam menganalisis jenis dan ketebalan sedimen. Metode ini efektif dan efisien dalam menentukan jenis dan ketebalan sedimen serta menilai kondisi hidrologi. Dengan mengetahui kondisi dan jenis sedimen, dapat

diketahui pola deposit dan pergerakan sedimen, serta membantu dalam perencanaan pengelolaan lingkungan hidrologi.

Dengan mengetahui jenis dan ketebalan sedimen di Danau Limboto dapat menjadi informasi untuk kita dapat mengetahui sumber dari sedimen yang masuk pada Danau Limboto.

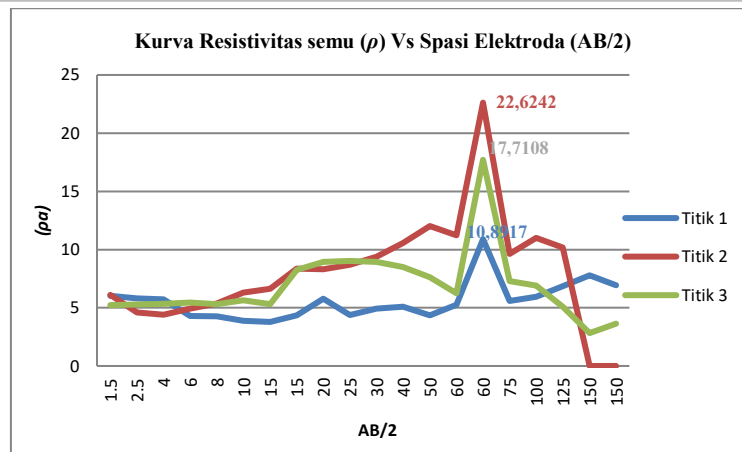
2. METODE

Lokasi penelitian dilakukan ditiga titik sekitar Danau Limboto yaitu, Desa Bua (Kec. Batuda), Desa Hutadaa (Kec. Telaga Jaya), dan Desa Pentadio Timur (Kec. Telaga Biru) pada November 2023.

Alat yang digunakan adalah resistivitymeter tipe EDAK-EXG-3, elektroda, kabel, GPS, dan software Progress 3.0. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan konfigurasi Schlumberger yang memungkinkan injeksi arus listrik dan pengukuran beda potensial. Data resistivitas kemudian diinterpretasikan untuk menentukan jenis dan ketebalan sedimen berdasarkan nilai resistivitas semu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil penelitian yang telah didapatkan terkait dengan pengukuran resistivitas yang menggunakan konfigurasi *Schlumberger* dengan panjang lintasan yaitu 300 M dan data arus potensial yang diperoleh sebanyak 19 data pada setiap titik di tiga lokasi Danau Limboto. Data yang telah didapatkan kemudian diolah dengan menggunakan Microsoft Excel untuk mendapatkan nilai resistivitas semu (ρ_a). Hasil pengukuran pada lokasi titik 1, lokasi titik 2, dan lokasi titik 3 dapat diketahui bahwa nilai potensial (V) akan semakin kecil seiring dengan jarak elektroda arus (AB/2) dan untuk data nilai arus (I) berfluktuatif. Hasil ini disebabkan oleh jarak antar elektroda arus (AB/2) dengan elektroda potensial (MN/2) semakin menjauh. Dimana apabila nilai elektroda arus (AB/2) semakin jauh dengan nilai elektroda potensial maka nilai potensial (V) yang diterima oleh elektroda arus (AB/2) akan berkurang. Dalam hal ini posisi elektroda potensial (MN/2) dan elektroda arus (AB/2) dapat mempengaruhi nilai potensial (V) dan fluktuasi arus.



Gambar 1. Kurva Resistivitas semu (ρ) Vs Spasi Elektroda (AB/2)

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa grafik di atas merupakan hasil yang diperoleh di lapangan, dari gabungan ketiga titik lokasi Danau Limboto. Hasil di atas menunjukkan bahwa nilai resistivitas semu (ρ) paling tinggi terdapat pada titik 2 yaitu dengan nilai resistivitas semu (ρ) sebesar 22,6242 Ωm yang ditandai dengan garis orange. Nilai resistivitas semu (ρ) yang tertinggi kedua yaitu terdapat pada titik 3 yaitu dengan nilai resistivitas semu (ρ) sebesar 17,7108 Ωm yang ditandai dengan garis warna abu-abu. Sedangkan untuk

nilai resistivitas semu (ρ) yang paling rendah yaitu terdapat pada titik 1 dengan nilai resistivitas semu (ρ) sebesar 10,8917 Ωm yang ditandai dengan warna biru.

Berdasarkan nilai resistivitas batuan menurut Telford, maka jenis batuan dan ketebalannya yang berada dibawah permukaan Danau didapatkan seperti pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Interpretasi Data Lokasi

No	Jenis Batuan	Kedalaman (m)	Nilai Resisivitas (Ωm)	Tebal Lapisan (m)	Ket
1	Top Soil	0.00 – 3.21	6.14	3.21	Top Soil
2	Lempung	3.21 – 61.40	0.37 – 9.26	58.19	Sedimen
3	Batu Lempung	61.40 – 92	33.69	30.6	Sedimen

Berdasarkan Tabel 1 nilai resistivitas diinterpretasikan memiliki kedalaman hingga 92 m dan lapisan hingga 30.6 m dari permukaan. Lapisan pertama merupakan jenis batuan top soil dengan memiliki kedalaman 0.00 sampai 3.21 m, nilai resistivitasnya sebesar 6.14 Ωm dan tebal lapisan 3.21 m. Pada lapisan kedua merupakan jenis batuan lempung dengan kedalaman 3.21 m sampai 61.40 m, nilai resistivitasnya 0.37 Ωm sampai 9.26 Ωm dan tebal lapisan 58.19 m. Pada lapisan terakhir yaitu lapisan ketiga merupakan jenis batuan batu lempung dengan kedalaman 61.40 m sampai 92 m, nilai resistivitasnya 33.69 Ωm dan tebal lapisan 30.6 m.

4. SIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa metode geolistrik konfigurasi Schlumberger efektif digunakan dalam mengidentifikasi jenis dan ketebalan sedimen di Danau Limboto. Sebaran sedimen di lokasi penelitian didominasi oleh lempung, pasir, dan batu lempung. Informasi ini penting dalam upaya pengelolaan dan pelestarian Danau Limboto dari pendangkalan yang semakin parah.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lisnawati R. Hamid S.Si, Irhan R. Dako, dan kepada teman-teman yang sudah membantu dalam proses pengambilan pengukuran geolistrik Konfigurasi Schlumberger di sekitar Danau Limboto.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, A., & Cecilia, S. (2020). Pemodelan Potensi Erosi dan Sedimentasi Hulu Danau Limboto dengan Watem/Sedem. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 11(2), 67–82. <https://doi.org/10.32679/jth.v11i2.613>.
- Amin, A. K. M. A., Arifin, Y. A., & Akase, N. (2019). Studi Fasies Formasi Endapan Danau untuk Menentukan Lingkungan Pengendapan Danau Limboto. *Jambura Geoscience Review*, 1(2), 50–67. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v1i2.2056>

- Bai, W., Kong, L., & Guo, A. (2013). Effects Of Physical Properties On Electrical Conductivity Of Compacted Lateritic Soil. *Journal Of Rock Mechanics And Geotechnical Engineering*, 5(5), 406–411. <https://doi.org/10.1016/J.Jrmge.2013.07.003>
- Hasan, M. F. R., Azhari, A. P., & Agung, P. A. M. (2021). Investigasi Sumber Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Dan Pengeboran. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 7(2), 140–148. <https://doi.org/10.20527/jukung.v7i2.11950>
- Hasim. H. (2018). Perspektif Ekologi Politik Kebijakan Pengelolaan Danau Limboto Publik (*Jurnal Ilmu Administrasi*), 7(1), 44-52. <https://doi.org/10.31314/pjia.7.1.44-52.2018>.
- Kasim, Rizkaf Zulfikar., Ute Lies Khadijah., Awaludin Nugeraha. (2020). Perencanaan Lanskap Untuk Pelestarian Kawasan Wisata Danau Limboto, Gorontalo (Studi Kasus Sub-Das Payunga). *Tornare - Journal of Sustainable Tourism Research*, 2(1), 13-17.
- Kurniawan, A. (2014). Sifat Resistivitas Rendah Mineral Lempung. *Masyarakat Ilmu Bumi Indonesia*, 1(2), 1–9.
- [Kusuma, G. (2022). Analisis Data Geolistrik Untuk Mengidentifikasi Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Di Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau. Skripsi.
- Kusumandari, A. (2015). *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Mengidentifikasi Lapisan Akuifer Di Bumi Perkemahan Ragunan Jakarta* [Skripsi]. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/43428>.
- Lihawa, F., & Mahmud, M. (2017). Evaluasi Karakteristik Kualitas Air Danau Limboto. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 260–266. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3>.
- Muhardi, & Wahyudi. (2019). Identifikasi Litologi Area Rawan Longsor Di Desa Clapar-Banjarnegara Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika*, 9(2), 52–59.
- Mustakim, M., Olii, A., & Ichsan, I. (2021). Analisa Fungsi Tampung Sedimen Pada Checkdam Sungai Alo Terhadap Laju Sedimen Ke Danau Limboto. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 4(1), 34–44. <https://jurnal.unigo.ac.id/index.php/gjise/article/download/1084/944>.
- Nadeak, D. (2021). *Analisis Topografi Situs Bukit Kerang di Aceh Tamiang dengan Metode Geolistrik* [Disertasi], Universitas Negeri Medan. <https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/4204>.
- Oktavinaa, Reka., Okto Ivansyahb., Radhitya Perdhanaa. (2022). Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan di Ruas Jalan Temajuk Aruk Menggunakan Metode Golistik Konfigurasi Wenner Schlumberger. *PRISMA FISIKA*, 10(1), 87-93.
- Rafdy, R.A., Firmansyah, Y., Wahyudiono, J., Sunardi, E., 2018. Porositas Reservoir Karbonat Formasi Manusela Berdasarkan Analisis Petrofisika. *Padjajaran Geoscience Journal*, 2(6), 441–51.
- Rusli, R., Azizah, E., & Basid, A. (2020). Aplikasi Metode Geolistrik untuk Mengetahui Sebaran Batubara di Kabupaten Tulungagung Jawa Timur. *Physics Education Research Journal*, 2(1), 51-58. <https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.1.5040>
- Santoso, Budy. (2018). Identifikasi Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Di Daerah Bebandem, Karang Asem, Bali. *Eksakta*, 19(1), 25-34.
- Setiawan, I., Halbian, W., & Purwanto, A. (2022). Analisis Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger untuk Menentukan Titik Pembuatan Sumur Bor di Durian Depun. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 113-120.
- Summerfield M. A. (1991). *Global Geomorphology : An Introduction to The Study of Landforms*. Wiley: Longman Scientific & Technical.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. & Sheriff, R.E. (1990) *Applied Geophysics*. 2nd Edition. Cambridge : Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139167932>.
- Timotius, Putra, Y., & Lapanporo, B. (2014). Identifikasi Keretakan Beton Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Prisma Fisika*, 11(3), 92–99.
- Yosef Endri Cahyono, Hasim, Iswan Dunggio, (2021). *Analysis The Pattern Of Land-Use Change At Biyonga Watershed Gorontalo District Gorontalo Province*. Gorontalo, GJFR

Volume 4 Nomor 2 Oktober 2021, E-ISSN 2614-204X P-ISSN 2614-2058.

- Yunginger, R. Idawati Supu, Siti Zulaikah, Arif Wijaya, Andi Indra Wulan Sari Ramadani, Mariyanto Mariyanto, (2018), *Investigation of Magnetic Mineral Source on Biyonga River Sediment as Lake Limboto Inlet Using Magnetic Susceptibility Parameters*. POSITRON Vol. 12, No. 1 (2022), Hal. 18 – 28, DOI: 10.26418/positron.v12i1.50470.
- Yunginger, R., Satria Bijaksana, Darharta Dahrin, Siti Zulaikah, Abd Hafidz, Kartika Hajar Kirana, Sudarningsih Sudarningsih, Mariyanto Mariyanto, Silvia Jannatul Fajar. (2018). *Lithogenic and Anthropogenic Components in Surface Sediments from Lake Limboto as Shown by Magnetic Mineral Characteristics, Trace Metals, and REE Geochemistry*, *Geosciences* 2018, 8, 116; doi:10.3390/geosciences8040116, www.mdpi.com/journal/geosciences.
- Yunginger, R. Indriati Martha Patuti , Idawati Supu , Nurfitri Abdul Gafur, Muhammad Zulkifli, Elfirawati Hasan, Zakia Masrurah, Siti Zulaikah, Tisen (2024). *Morphometric characteristics of Lake Limboto as critical lake in Gorontalo Province, Indonesia*, *Department of Physics, Faculty of Mathematic and Natural Sciences*, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96128, Indonesia. <https://jurnal.usk.ac.id/natural/article/view/34071/21217>