



Identifikasi Akuifer Air Tanah dengan *Vertical Electrical Sounding* (VES) Berdasarkan Kondisi Geologi di Daerah Bulalo, Gorontalo Utara

Moh Syach L. Lasahido^a, Ahmad Zainuri^{b*}, Noviar Akase^c

^{abc}Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

*email: ahmad.zainuri@ung.ac.id

ARTICLE INFO

Sejarah artikel:

Diterima :26 Juni 2025

Direvisi : 22 Agustus 2025

Dipublish : 31 Desember 2025

Keywords: Geology, Aquifer, Groundwater, Geological Mapping, Porosity, Permeability

How to cite this article:

Lasahido, M. S. L., Zainuri, A., Akase, N. (2025). Identifikasi Akuifer Air Tanah dengan *Vertical Electrical Sounding* (VES) Berdasarkan Kondisi Geologi di Daerah Bulalo, Gorontalo Utara. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 4(2), 142-150.
<https://doi.org/10.34312/Jage.v4i2.32199>

ABSTRACT

This study aims to identify and understand the geological characteristics and groundwater aquifer potential in the study area. The research methods employed include surface geological mapping, borehole data interpretation, as well as lithology and structural geology analysis. The results indicate that the geological formations in the study area are predominantly composed of sedimentary and volcanic rocks with significant lithological variations, such as sandstone, claystone, and tuff. The identified geological structures, including folds and faults, influence the distribution of aquifers and groundwater flow. Aquifers in the study area are categorized into unconfined and confined aquifers, with the highest potential found in sandstone layers due to their high porosity and permeability. These findings are expected to serve as an important foundation for the sustainable management of groundwater resources in the study area.

1. PENGANTAR

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa adanya air, proses kehidupan tidak dapat berlangsung. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan berbagai aktivitas manusia dari tahun ke tahun, penggunaan sumber daya air pun semakin meningkat. Akibatnya, ketersediaan air menjadi semakin terbatas dan cenderung langka. Salah satu faktor penyebab keterbatasan ini adalah menurunnya kualitas lingkungan yang memicu terjadinya pencemaran. Oleh karena itu, untuk pemenuhan akan air bersih, pemanfaatan air tanah menjadi alternatif solusi yang dapat dipertimbangkan. (Widada dkk., 2017)

Air tanah biasanya terdapat di dalam lapisan akuifer, yang merupakan lapisan bawah tanah yang menyimpan serta memfasilitasi aliran air. Pengambilan air tanah terletak pada lapisan akuifer tersebut. Keberadaan akuifer dapat ditemukan menggunakan berbagai metode eksplorasi baik di permukaan maupun di bawah permukaan tanah.

Pencadangan air tanah diidentifikasi dengan mempelajari kondisi bawah permukaan, salah satunya melalui metode geolistrik yang dilengkapi dengan data tinggi muka air tanah dari sumur-sumur pada area penelitian. Metode ini juga telah diterapkan dalam berbagai penelitian di wilayah Provinsi Gorontalo (Manyoe dan Hutagalung, 2020).

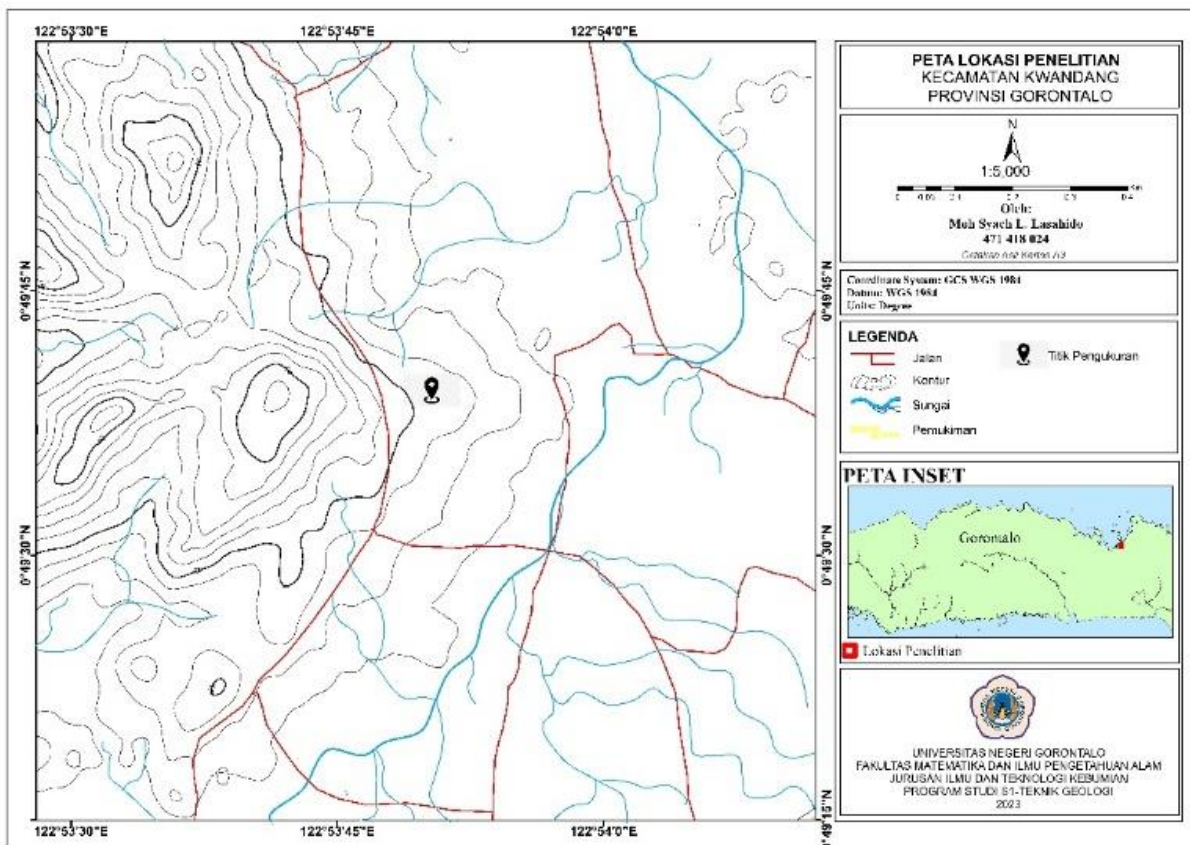
Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan analisis terhadap akuifer di daerah penelitian dengan memanfaatkan alat geolistrik untuk dapat mengetahui tipe dan kondisi akuifer, serta kedalaman air tanah dengan lebih jelas.

2. METODE

Bagian ini menjelaskan berbagai tipe metode yang diterapkan, apakah itu kualitatif, kuantitatif, atau campuran, beserta rincian tentang cara pengumpulan dan penelaahan data. Di samping itu, bagian ini juga dapat memberikan penjelasan mengenai alasan atau sudut pandang di balik pemilihan metode tersebut.

Data yang diperoleh berasal dari pengamatan geologi langsung di lokasi. Tujuannya yaitu adalah untuk mendapatkan informasi mengenai keadaan geologi secara keseluruhan, yang meliputi pengamatan geomorfologi dan litologi. Selain itu, dilakukan juga pengumpulan data geolistrik untuk mengukur resistivitas dari batuan, dengan tujuan utama untuk menentukan kedalaman serta tipe akuifer yang berada di bawah permukaan tanah)

Pada tahap analisis, diperoleh data geologi dan geolistrik yang telah dikumpulkan di lapangan. Proses pengolahan data dilakukan di laboratorium, yang meliputi pembuatan peta lintasan, peta geomorfologi, peta geologi wilayah penelitian, peta geolistrik, dan penampang 1D dari data geolistrik. Data ini kemudian digunakan untuk analisis lanjutan. Penampang 1D dapat dibuat secara manual maupun menggunakan perangkat lunak pemrosesan geolistrik seperti IP2WIN dan PROGRESS 3.0. Dalam penelitian ini, digunakan aplikasi PROGRESS, dengan hasil pengolahan disimpan dalam format .bmp. Hasil akhir berupa penampang vertikal yang memberikan gambaran tentang litologi bawah permukaan, serta potensi dan jenis akuifer. Data tersebut kemudian dikaitkan dengan data geologi permukaan untuk menentukan kedalaman dan tipe akuifer.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Kisaran nilai resistivitas batuan (Telford, 1990)

Mineral	Resistivitas (Ωm)
Udara	~
Pirit	10^2 - 10^2
Kuarsa	5×10^2 - 8×10^5
Kalsit	10^{12} - 10^{13}
Garam Batu	3×10^1 - 10^{13}
Mika	9×10^{12} - 10^{14}
Granit	2×10^2 - 10^5
Gabro	10^3 - 10^6
Dolomit	10^2 - 10^4
Andesit	$1,7 \times 10^2$ – 45×10^4
Basalt	2×10^2 - 10^5
Batu Gamping	5×10^2 - 10^4
Batu Serpih	2×10^1 - 10^3
Batu Pasir	2×10^2 - 8×10^4
Pasir	1 – 1000
Lempung	1 – 00
Air Tanah	5×10^{-1} – 3×10^2
Air Asin	2×10^{-1}
Air Tawar	2×10^1 – 6×10^1
Magnetik	1×10^{-2} - 10^3
Kerikil Kering	6×10^2 - 10^5
Aluvium	10^{-8} x 10^2
Kerikil	10^2 - 6×10^2
Besi	0,1 – 3×10^2
Lava	>100
Breksi	201-1000
Tuff	2000 (<i>wet</i>)- 10^5 (<i>dry</i>)

Sumber: Telford, 1990

$$I = \frac{v}{R}$$

(1)

Keterangan:

I = Arus (ampere)

V = Beda potensial (volt)

R = Tahanan jenis (ohm)

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Geomorfologi

Dalam menentukan jenis geomorfologi menggunakan klasifikasi Bentuk Muka Bumi (Brahmantyo dan Bando, 2006) yang terbagi atas morfografi, morfometri dan morfogenesis. Pada daerah penelitian terdiri dari bentuk asal denudasional dan 2 (dua) bentuk lahan yaitu perbukitan denudasional, dan dataran denudasional.

Satuan Perbukitan Denudasional, yang ditunjukkan dengan warna coklat tua pada peta geomorfologi, mencakup sekitar 35% dari total area penelitian dan merupakan satuan

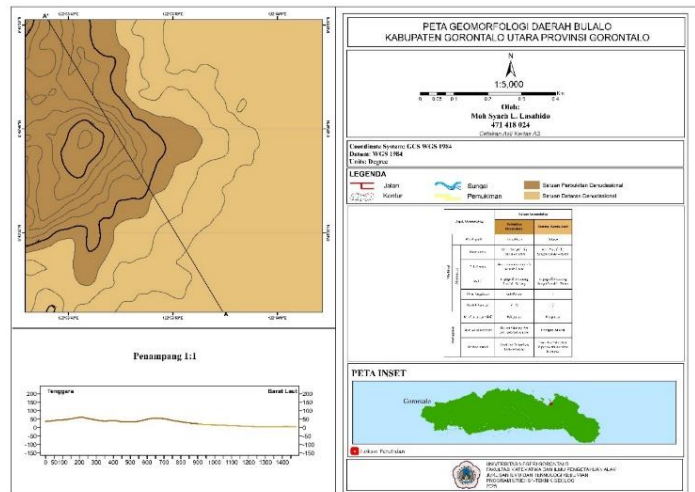
geomorfologi yang paling luas di lokasi tersebut. Ketinggian satuan ini antara 50-100 meter di atas permukaan laut, dengan penyebaran yang berjalan dari barat ke timur di area studi.

Satuan Dataran Denudasional, yang ditandai dengan warna coklat muda pada peta geomorfologi, meliputi sekitar 65% dari keseluruhan luas wilayah penelitian serta menjadi satuan geomorfologi yang paling besar di lokasi tersebut. Satuan ini terletak pada ketinggian sekitar ± 15 meter di atas permukaan laut dan memiliki bentuk morfologi dataran, dengan arah penyebaran dari barat ke timur dalam area penelitian (Gambar 2).

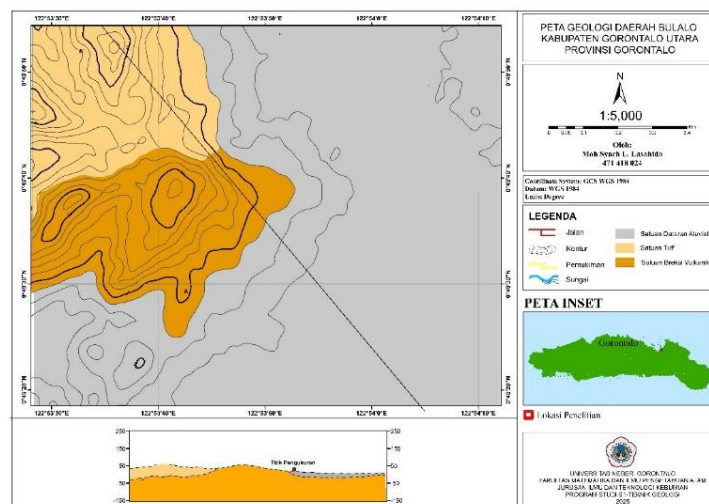
3.2. Stratigrafi Daerah Penelitian

Penamaan unit stratigrafi di area penelitian dilakukan dengan mengikuti sistem stratigrafi resmi yang merujuk pada litofasies, yaitu sifat-sifat litologi utama yang terlihat di lapangan, serta komposisi kimia dan biologis. Berdasarkan karakteristik litologi ini, jenis batuan di lokasi penelitian secara umum dibagi menjadi tiga unit stratigrafi dari batuan tua hingga yang paling muda, yaitu Satuan Breksi Vulkanik, Satuan Tuff, dan Satuan Endapan Aluvial (Gambar 3).

Satuan Breksi Vulkanik diprediksi mencakup sekitar 25% dari area penelitian. Satuan litologi breksi vulkanik ini dikenali melalui warna segar yang cenderung putih keabu-abuan dan warna yang telah lapuk menjadi coklat kehitaman, serta terdiri dari potongan andesit yang disemen oleh bahan piroklastik. Mineral utama yang terdapat dalam batuan ini adalah feldspar, kuarsa, hornblende, dan biotit.



Gambar 2. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penelitian

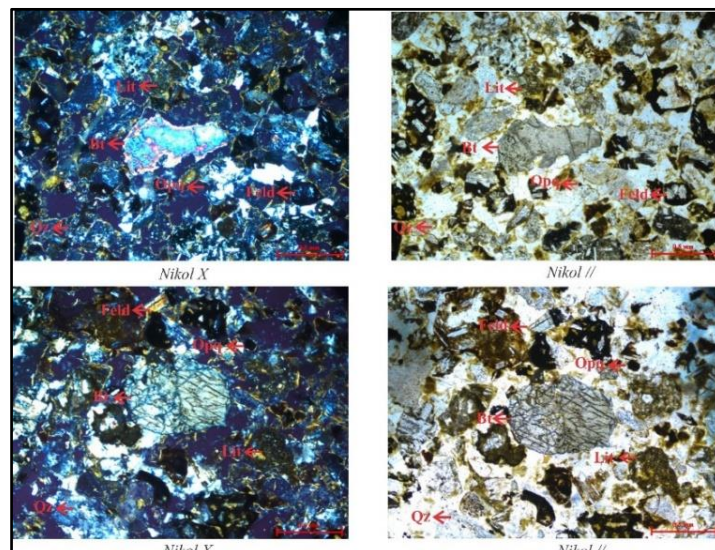
Pengamatan melalui mikroskop dilakukan di laboratorium menggunakan mikroskop polarisasi dengan lensa nikol sejajar (PPL) dan silang (XPL) untuk melakukan identifikasi mineral.

1. Satuan Breksi Vulkanik

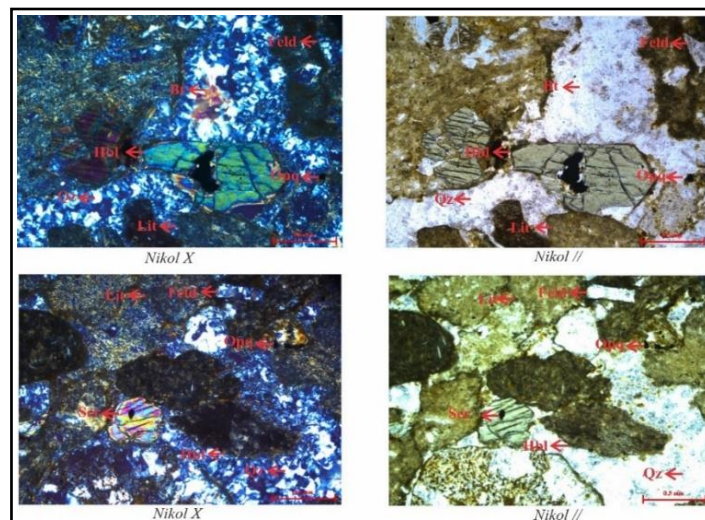
Sayatan ini menunjukkan adanya fenokris yang terdiri dari kuarsa(9%), plagioklas (30%), feldspar (5%), biotit (4%), hornblende (2%), mineral opak (5%), serta massa dasar yang terdiri dari mikrolit plagioklas (15%) dan gelas (30%). Berdasarkan proporsi mineral tersebut, batuan ini dinamakan Breksi Vulkanik (Gambar 4).

2. Satuan Tuff

Satuan tuff diperkirakan terdistribusi dan mencakup sekitar $\pm 15\%$ dari area penelitian. Batuan tuff memiliki warna segar yang putih keabu-abuan, sedangkan bagian yang mengalami pelapukan berwarna coklat keabu-abuan, dengan komposisi vulkanik serta semen pasir yang halus. Mineral yang terdapat di dalamnya meliputi plagioklas dengan ukuran kecil, k-feldspar (orthoclase), kuarsa, hornblende, biotit, serta mineral opak. Melalui pengamatan mikroskopis dengan perbesaran 40x, terdeteksi sayatan tipis batuan piroklastik yang berwarna putih krem (PPL), yang terdiri dari mineral kuarsa dan plagioklas, fragmen litik dari batuan beku ekstrusif, serta massa dasar yang berupa glas. Berdasarkan diagram penarikan, batuan ini disebut Tuff (Gambar 5).



Gambar 4. Hasil pengamatan thin section sampel RL 1, PPL (Kanan) dan XPL (Kiri)



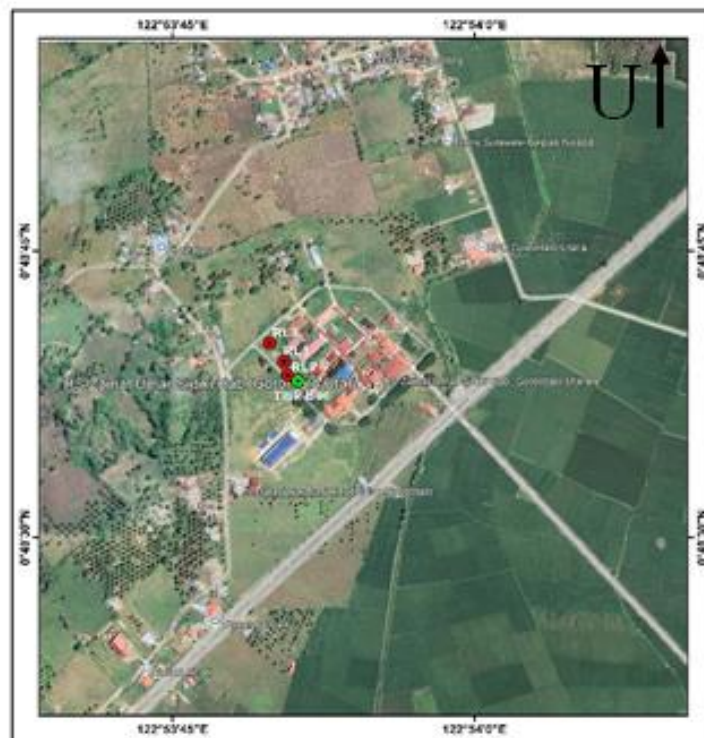
Gambar 5. Hasil pengamatan thin section sampel RL 2, PPL (Kanan) dan XPL (Kiri)

3. Endapan Aluvial

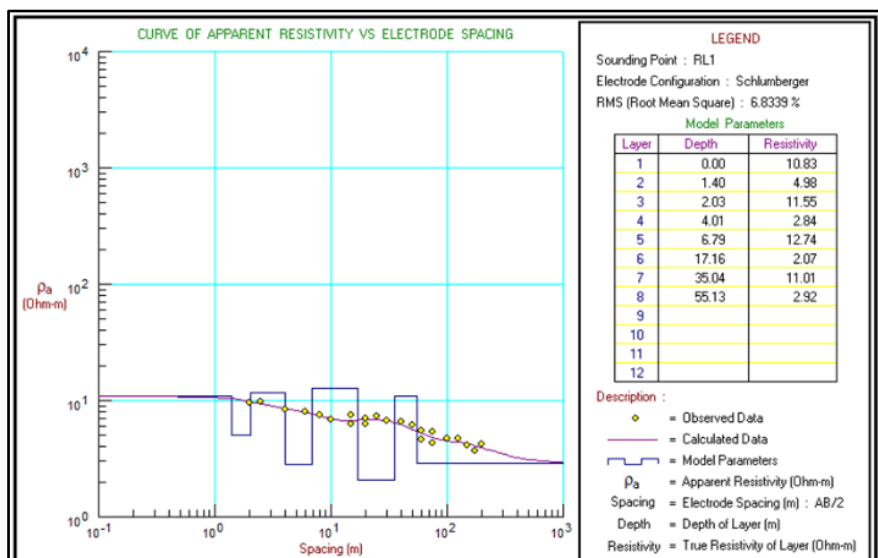
Endapan aluvial ini merupakan akumulasi di daratan yang terdiri dari bagian-bagian material yang bebas dengan ukuran yang bervariasi dari pasir sampai lempung, serta material yang dihasilkan dari pelapukan batuan yang tua, yang dipengaruhi oleh sungai yang sudah dewasa. Unit aluvial ini adalah endapan paling baru ditemukan di area penelitian. Unit ini mencakup kurang lebih 30% dari total wilayah dengan material bebas yang berukuran dari pasir sampai lempung. Dalam peta geologi, unit ini diwakili dengan warna abu-abu.

3.3. Identifikasi Akuifer Air Tanah Dengan Geolistrik Konfigurasi Schlumberger

Penelitian ini dilakukan di tiga lokasi, dimana pada masing-masing lokasi dilakukan pengukuran menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Schlumberger. Data diambil di lokasi penelitian dengan lintasan pengukuran sepanjang 400 meter.



Gambar 6. Peta titik Pengambilan Data Geolistrik



Gambar 7. Hasil Inversi Resistivity Sounding Titik RL1

1. Lokasi Pertama

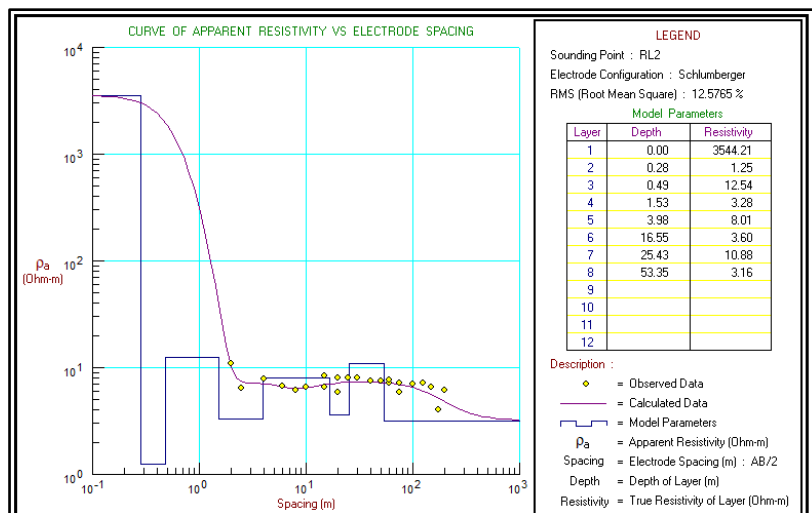
Pada jalur pertama, terdapat interpretasi tentang lapisan yang mengandung air tanah (akuifer) yang menurut klasifikasi Kruseman dan De Ridder (1991) termasuk dalam kategori akuifer tertekan (confined aquifer), yang terhalang oleh lapisan akuiklud di bagian atas dan bawah. Lapisan akuifer tersebut terdeteksi pada kedalaman 4,01 – 6,79 m, 17,16 – 35,04 m, dan 55,13 m (Gambar 7).

2. Lokasi Kedua

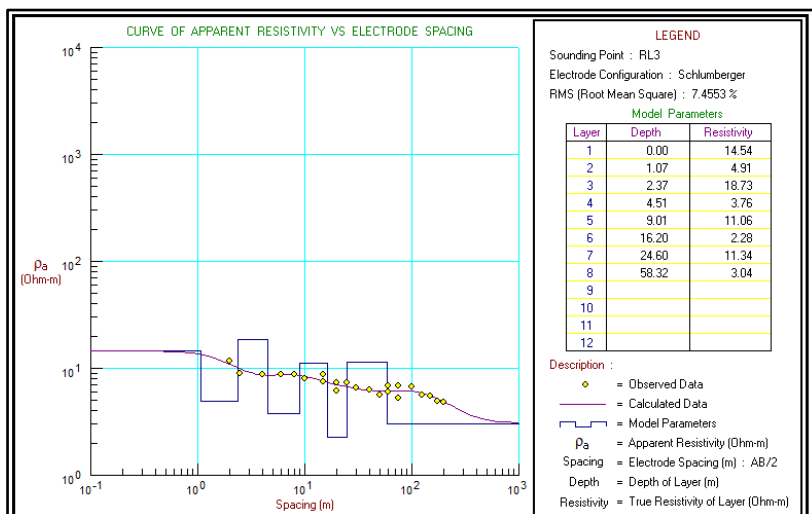
Pada jalur yang kedua, diinterpretasikan bahwa terdapat lapisan akuifer yang bertindak sebagai saluran air tanah, dan dengan tipe akuifer berdasarkan klasifikasi Kruseman dan De Ridder (1991) yaitu akuifer tertekan yang dipisahkan oleh lapisan akuiklud di atas dan di bawahnya. Lapisan akuifer ini terdeteksi pada kedalaman 1,53 – 3,98 m, 16,55 – 25,43 m, dan 53,5 m (Gambar 8).

3. Lokasi Ketiga

Pada lintasan ketiga, ditemukan adanya lapisan akuifer yang berfungsi sebagai pengangkut air tanah. Berdasarkan klasifikasi yang dilakukan oleh Kruseman dan De Ridder (1991), ini termasuk dalam kategori akuifer tertekan yang terhalang oleh lapisan akuiklud di bagian atas dan bawah. Lapisan akuifer terletak pada kedalaman antara 4,51 hingga 9,01 m, 16,20 hingga 24,60 m, dan 58,3 m (Gambar 9).



Gambar 8. Hasil Inversi Resistivity Sounding Titik RL2



Gambar 9. Hasil Inversi Resistivity Sounding Titik RL3

3.4. Hubungan antara Nilai Resistivitas Daerah Penelitian dengan Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan peta geologi, area penelitian terdiri dari tiga satuan utama, yaitu satuan Aluvial, satuan batuan Tuff, dan satuan batuan Breksi Piroklastik. Selain itu, hasil analisis resistivitas pada lintasan menunjukkan jenis litologi yang sejalan dengan satuan-satuan yang tertera pada peta geologi tersebut. Dengan demikian, lokasi penelitian diperkirakan memiliki cadangan air tanah yang cukup, dan dibuktikan oleh keberadaan akuifer pada lintasan pertama, kedua, dan ketiga.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dan analisis didapatkan Geomorfologi di area penelitian terbagi menjadi dua jenis asal, yakni perbukitan denudasional dan dataran denudasional. Pola aliran air di lokasi ini menunjukkan pola subparalel, dan kondisi geomorfologinya berada pada tahap dewasa. Area penelitian terdiri dari tiga satuan batuan, yaitu Satuan Breksi Piroklastik, Satuan Tuff, dan Satuan Endapan Aluvial. Berdasarkan analisis profil stratigrafi, lingkungan tempat pengendapan berada di area transisi, khususnya pada zona Upper Delta Plain-Fluvial (Horne, 1978).

Di lokasi penelitian, keberadaan air tanah dapat dideteksi melalui interpretasi penampang pada tiap lintasan. Dalam lintasan pertama, akuifer terdeteksi pada kedalaman 4,01 – 6,79 m, 17,16 – 35,04 m, dan 53,13 m. Sementara itu, pada lintasan kedua, air tanah diidentifikasi pada kedalaman 1,53 – 3,98 m, 16,55 – 25,43 m, dan 53,5 m. Pada lintasan ketiga, lapisan akuifer berada pada kedalaman 4,51 – 9,01 m, 16,20 – 24,60 m, dan 58,3 m.

Jenis akuifer pada lintasan pertama, kedua, dan ketiga adalah akuifer tertekan karena memiliki karakteristik batuan yang serupa.

5. REFERENSI

- Asmaranto, Runi. 2014. Identifikasi Potensi Akuifer Menggunakan Uji Resistivity VES (Vertical Electrical Sounding) (Studi Kasus : Desa Pohijo, Sampung-Ponorogo). *Jurnal Teknik Pengairan* Volume 5 No. 2 199-206. Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Bachri, S., Sukido & Ratman, N. (1993). *Peta Geologi Regional Skala 1:250.000 Lembar Tilamuta*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Gorontalo. *Provinsi Gorontalo Utara dalam Angka, 2023*.
- Febriana, R. k. (2017). Identifikasi Sebaran Aliran Air Bawah Tanah (Groundwater) Dengan Metode Vertika Sounding (VES) Konfigurasi Schlumberger Di Wilayah Cepu, Blora Jawa Timur. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Firdaus, Bakri, H., & Rauf, J. (2018). Penentuan Lapisan Akuifer Berdasarkan Hasil Interpretasi Geolistrik (Tahanan Jenis) Di Desa Nonong Provinsi Sulawesi Tengah. *6(2)*, 71-79.
- Hafid, A. F., Faturahman, S., & Sammana, L. A. (2016). Mendeteksi Batuan Pembawa Air Tanah Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Pada Daerah Cendrama Kecamatan Tanete Rilau Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi – Selatan. 289-309.
- Harun, B., Arifin, Y. I., & Manyoe, I. N. (2020). *Geologi Daerah Posso dan Sekitarnya Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo*
- Kruseman, G.P., N.A. de Ridder., Verweij, J.M., 1991. *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*. Second Edition. The Netherland : International Institute for Land Reclamation and Improvement.

- Manyoe, I. N., & Hutagalung, R. (2020). Subsurface Shallow Modelling Based on Resistivity Data in The Hot Springs Area of Libungo Geothermal, Gorontalo, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 5(2), 80-85.
- Nashrullah, A., dkk. 2018. Pendugaan Air Tanah Menggunakan Geolistrik Tahanan Jenis Daerah Pesisir Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*. Vol. 6 No. 2. Hal 60-64
- Rolia, E., & Surandono, A. (2016). Deteksi Keberadaan Akuifer Air Tanah Menggunakan Software Ipi2win Dan Rockwork 2015. *Tapak*, 6(1), 44-51.
- Saranga, Herbhi Tumba, As'ari, Tongkukut, Seni H.J. 2016. Menggunakan Resisitivitas Schlumberger Deteksi Metode Konfigurasi di Air Masjid Tanah Geolistrik Wenner- Kampus Universitas Sam Ratulangi dan Sekitarnya. *Jurnal MIPA Unsrat Online* 5 (2) 70-75. Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi.
- Syam, M. A. dkk. (2021) Geologi dan Identifikasi Akuifer dengan Metode Dipole-Dipole Daerah Bhuana Jaya, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Geologi: Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(4), 1-6
- Telford, W.M., L.P. Geldart., R.E. Sheriff., D.A Keys. 1982. *Applied Geophysics* Second Edition. London : Cambridge University Press.
- Zainuri, A., Yunginger, R., & Ngkoimani, L. O. (2012). Kajian prospek panas bumi di provinsi Gorontalo sebagai sumber energi listrik yang ramah lingkungan. Gorontalo: 2012.