

PEMODELAN SEBARAN DAN KETEBALAN AKUIFER SEBAGAI AIR BAKU DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI DAERAH RANGGAGATA, LOMBOK TENGAH

Gusti Ayu Esty Windhari¹, I Gde Dharma Atmaja², Ahmad Multazam³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, FSTT, Universitas Pendidikan Mandalika, Jalan Pemuda No. 59A Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia 83125.

*Email Korespondensi: estywindhari@undikma.ac.id

Abstract: *Aquifers are rock layers or geological formations that have the ability to store and drain water significantly. Understanding the distribution of aquifers as raw water is crucial for efficient and sustainable water resources management. The Schlumberger configuration geoelectric method was used to measure soil resistivity related to aquifer distribution. The results showed that there were five layers in Dusun Gerunung with variations in resistivity values from 2.63 - 68.50 ohm-m and the aquifer was indicated to be at a depth starting from 26.74 m in the coarse breccia layer. In the second location, Dusun Bao Ranggagata, 5 layers were interpreted starting from the top soil which is a layer of clay, sand layer, breccia layer, clay layer and the lowest layer is indicated by a layer of coarse breccia containing aquifers at a depth of 109.37 meters. The last location in Dusun Ranggagata has 4 layers with a variation of specific resistance ranging from 8.01 - 80.52 Ohm-m with an aquifer layer starting at a depth of 20.90 m in the breccia layer.*

Keywords: *Geoelectric, Schlumberger, Aquifer*

Abstrak: Akuifer merupakan lapisan batuan atau formasi geologi yang memiliki kemampuan menyimpan dan mengalirkan air secara signifikan. Pemahaman yang mendalam tentang sebaran akuifer sebagai air baku menjadi krusial dalam pengelolaan sumber daya air yang efisien dan berkelanjutan. Metode geolistrik konfigurasi Schlumberger digunakan untuk mengukur resistivitas tanah yang berkaitan dengan sebaran akuifer. Hasil penelitian menunjukkan terdapat lima lapisan pada dusun Gerunung dengan variasi nilai resistivitas dari 2.63 – 68.50 ohm-m dan akuifer diindikasikan berada di kedalaman mulai 26.74 m pada lapisan breksi gampingan. Pada lokasi kedua yaitu Dusun Bao Ranggagata terinterpretasikan 5 lapisan mulai top soil yang merupakan lapisan tanah lempung, lapisan pasir, lapisan breksi, lapisan lempung dan lapisan paling bawah diindikasikan dengan lapisan breksi gampingan yang mengandung akuifer pada kedalaman 51,67 meter. Lokasi terakhir di dusun Ranggagata terdapat 4 lapisan dengan variasi tahanan jenis mulai 8.01 – 80.52 Ohm-m dengan lapisan akuifer mulai kedalaman 20.90 m pada lapisan breksi gampingan.

Kata kunci : Geolistrik, Schlumberger, Akuifer

PENDAHULUAN

Pemodelan ketebalan dan sebaran akuifer merupakan komponen penting dalam studi hidrogeologi untuk memahami dan mengelola sumber daya air bawah tanah secara efektif. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang sering digunakan untuk mendapatkan informasi tentang karakteristik akuifer dan struktur bawah permukaan. Metode geolistrik dengan teknik Sounding atau Vertical Electrical Sounding (VES) biasa digunakan untuk eksplorasi air tanah (Febriana dkk., 2017). Prinsip dasar metode geolistrik adalah bahwa resistivitas listrik berkaitan erat dengan jenis dan

kandungan air dalam batuan atau sedimen. Akuifer umumnya memiliki resistivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan penutupnya. Dengan memperoleh data resistivitas dari survei geolistrik, dapat dilakukan pemodelan untuk memperkirakan ketebalan dan sebaran akuifer di bawah permukaan.

Air baku merupakan sumber daya alam yang sangat penting dan esensial dalam memenuhi kebutuhan manusia, pertanian, dan industri. Dalam konteks daerah Ranggagata, Lombok Tengah, sumber air baku menjadi salah satu aspek krusial untuk keberlanjutan hidup masyarakat dan pembangunan wilayah. Kebutuhan masyarakat akan air biasanya bergantung pada sumur tadah hujan yang merupakan air permukaan. Menurut Mohamad, et al (2017), kualitas air tanah yang umumnya lebih baik serta biaya distribusi air yang relatif lebih murah dibanding air permukaan menjadikan air tanah sebagai satu alternatif dalam memenuhi kebutuhan air sebagai air baku. Air tanah sangat penting bagi kehidupan manusia di bumi. Air tanah merupakan air yang ada di bawah permukaan bumi yang terdapat pada celah, ruang pori tanah dan batuan (Heat dalam Muhardi et al, 2019). Proses hidrologi membentuk air tanah yang tersimpan pada lapisan akuifer.

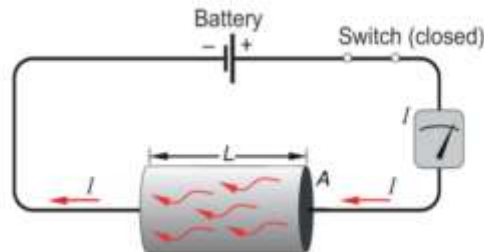
Menurut Todd dalam Nadhowi et al (2022), akuifer adalah formasi geologi yang mengandung air dan secara signifikan mampu mengalirkan air dalam kondisi alami. Selain air permukaan, akuifer bawah permukaan juga menjadi salah satu sumber utama air baku di banyak wilayah, termasuk daerah Ranggagata, Lombok Tengah. Namun, untuk memanfaatkan sumber daya air ini secara optimal, tentunya pemahaman yang jelas tentang sebaran akuifer sebagai air baku menjadi sangat penting. Sebaran akuifer tidak merata dan dipengaruhi oleh faktor-faktor geologi, hidrogeologi, dan topografi regional. Pemahaman tentang struktur geologi dan karakteristik hidrogeologi di daerah Ranggagata akan menjadi acuan dalam pemodelan dan pemetaan sebaran akuifer. Metode geolistrik konfigurasi Schlumberger melibatkan pengukuran resistivitas tanah untuk menggambarkan variasi bawah permukaan yang berhubungan dengan sebaran akuifer. Resistivitas tanah dapat memberikan informasi tentang konduktivitas hidrolis dan kemampuan akuifer dalam menyimpan dan mengalirkan air baku. Dengan menggunakan data geolistrik dan teknik pemodelan yang tepat, pemetaan sebaran akuifer dapat dilakukan dengan memperkirakan ketebalan, kedalaman, dan batas-batas akuifer yang berpotensi sebagai sumber air baku.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pengambilan data langsung (primer) di bulan Oktober 2023 di Desa Ranggagata Kabupaten Lombok Tengah. Penelitian dilakukan di tiga dusun yaitu Dusun Gerunung Ranggagata, Dusun Bao Ranggagata dan Dusun Ranggagata. Prosedur penelitian yang diawali dengan pengumpulan data primer berupa pemetaan geologi, pengukuran geolistrik tahanan jenis selanjutnya akan diolah dan dianalisis kemudian diinterpretasikan menggunakan software IPI2Win dan Progress untuk mendapatkan tahanan jenis yang sebenarnya, kedalaman dan ketebalan lapisan bawah permukaan tanah.

Menurut Windhari (2021), penyelidikan geolistrik dilakukan atas dasar sifat fisika batuan terhadap arus listrik, dimana setiap batuan yang berbeda akan mempunyai nilai tahanan jenis yang berbeda pula. Hal ini tergantung pada beberapa faktor, diantaranya umur batuan, kandungan elektrolit, kepadatan batuan, jumlah mineral yang dikandungnya, porositas, permeabilitas dan lain sebagainya.

Prinsip dari metode geolistrik yaitu dengan memanfaatkan injeksi arus yang dialirkan ke lapisan bawah permukaan. Aliran arus yang melewati lapisan bawah permukaan akan dijadikan acuan dalam mengidentifikasi nilai resistivitas bahan pada lapisan yang dilewatinya. Ilustrasi aliran arus diperlihatkan pada Gambar 3 berikut.



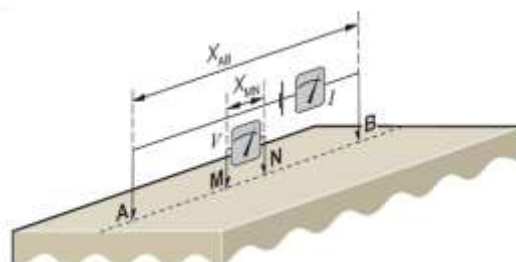
Gambar 3. Ilustrasi arus listrik yang mengalir pada medium berbentuk silinder
Jika arus listrik yang mengalir pada sebuah medium berbentuk silinder, maka resistansi medium dapat dirumuskan dengan persamaan berikut. $R = V I$ (1)
Sedangkan nilai resistivitas bahan pada medium dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\rho = R A L (2) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- V = beda potensial (Volt)
- R = resistansi (Ω)
- I = arus listrik (Ampere)
- ρ = resistivitas bahan (Ωm)
- A = luas penampang medium (m^2)
- L = panjang medium (m)

Penelitian ini menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger, karena mempunyai kelebihan yaitu dapat mengidentifikasi keberadaan air tanah pada lapisan yang cukup dalam. Penelitian ini menggunakan alat Resistivitymeter dilengkapi dengan empat buah elektroda yang dipasang seperti pada Gambar 4. Dua buah elektroda arus (A dan B) dipasang dengan jarak X_{AB} , sedangkan dua buah elektroda potensial (M dan N) dipasang dengan jarak X_{MN} . Pada penelitian ini jarak X_{AB} sebesar 0,2 meter, dan dilakukan proses sifting sebanyak 5 kali hingga sejauh 12 meter, sedangkan jarak X_{AB} dibentangkan hingga sejauh 200 meter.



Gambar 4. Susunan elektroda dengan konfigurasi Schlumberger
Data yang diperoleh di lapangan berupa arus listrik dan beda potensial (tegangan). Kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai resistansi dan resistivitas. Namun resistivitas yang diperoleh dari pengukuran adalah resistivitas semu (apparent resistivity), karena bawah permukaan bumi umumnya bersifat berlapis. Resistivitas semu ρ_a (Ωm) pada konfigurasi Schlumberger dapat dirumuskan dengan persamaan berikut[13].

$$\rho_a = \pi \frac{\left[\left(\frac{1}{2} X_{AB} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} X_{MN} \right)^2 \right] V}{X_{MN} I}$$

Kemudian dilakukan proses pengolahan hasil perhitungan dengan menggunakan software IPI2WIN sehingga diperoleh kurva matching.

Sebaran nilai tahanan jenis semu terhadap panjang bentangan dijadikan masukan untuk proses inversi. Proses inversi adalah proses untuk memperoleh nilai tahanan jenis sebenarnya terhadap kedalaman yang mencerminkan kondisi bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikan. Pengolahan data geolistrik 1-D dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak PROGRESS dan nantinya akan ditampilkan dalam bentuk log nilai tahanan jenis. Setelah dilakukan proses inversi diperoleh nilai tahanan jenis sebenarnya terhadap kedalaman yang akan digunakan sebagai acuan pembuatan peta sebaran nilai tahanan jenis. Penampilan hasil inversi tersebut berupa data log nilai tahanan jenis. Nilai resistivitas yang diperoleh dijadikan acuan untuk mengidentifikasi keberadaan air tanah yang terdapat pada akuifer bebas dan akuifer tertekan. Nilai resistivitas diinterpretasi berdasarkan pendekatan nilai resistivitas pada Tabel 1 berikut.

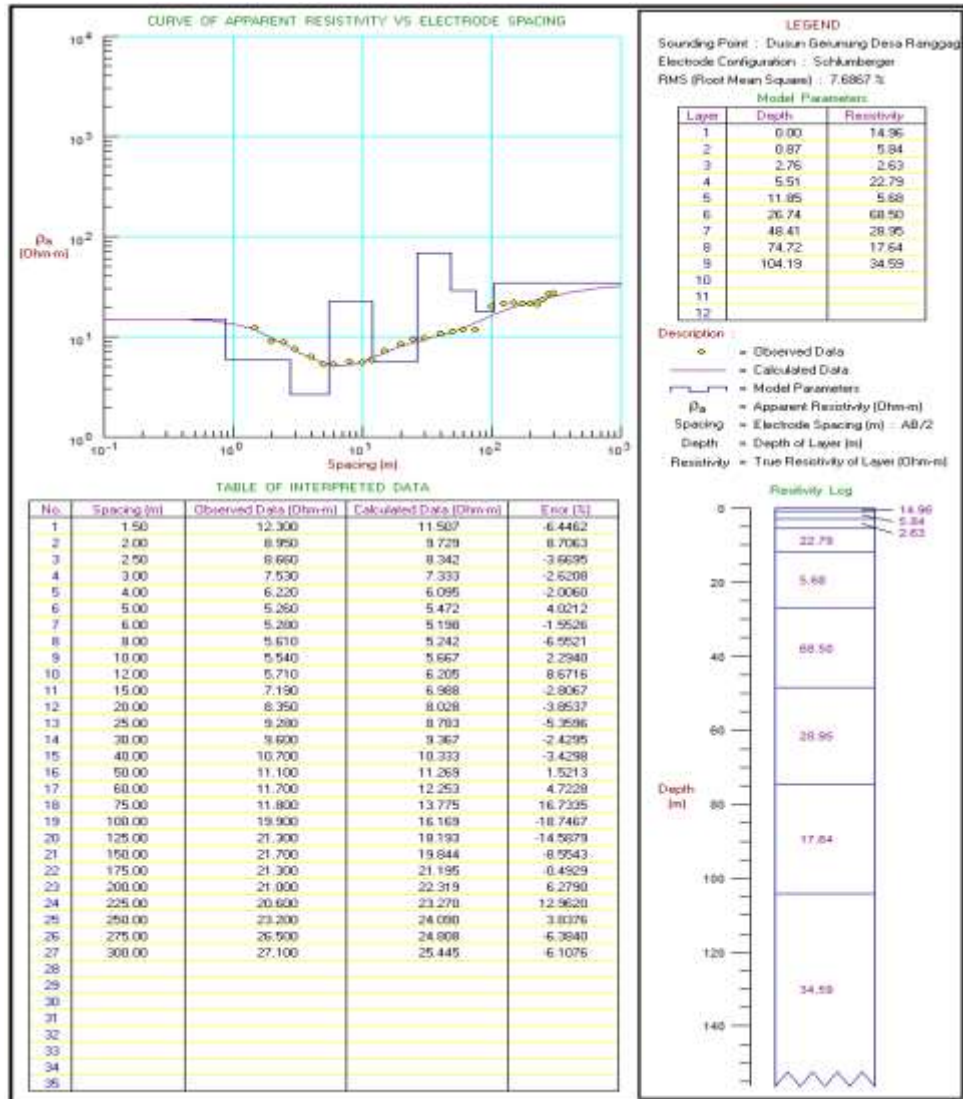
Tabel 1. Nilai resistivitas pada tanah/batuan dan air tanah

Material	Resistivitas (Ωm)
Batupasir	1 - 6,4x10 ⁸
Pasir	1 - 1.000
Kerikil	100 - 600
Lempung	1 - 100
Lempung basah (tidak terkonsolidasi)	20
Alluvium	10 - 800
Air asin	0,2
Air tanah	0,5 - 300
Air tanah (batuan beku)	30 - 150
Air tanah (batuan sedimen)	>1

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengukuran Geolistrik di daerah Dusun Gerunung Ranggagata

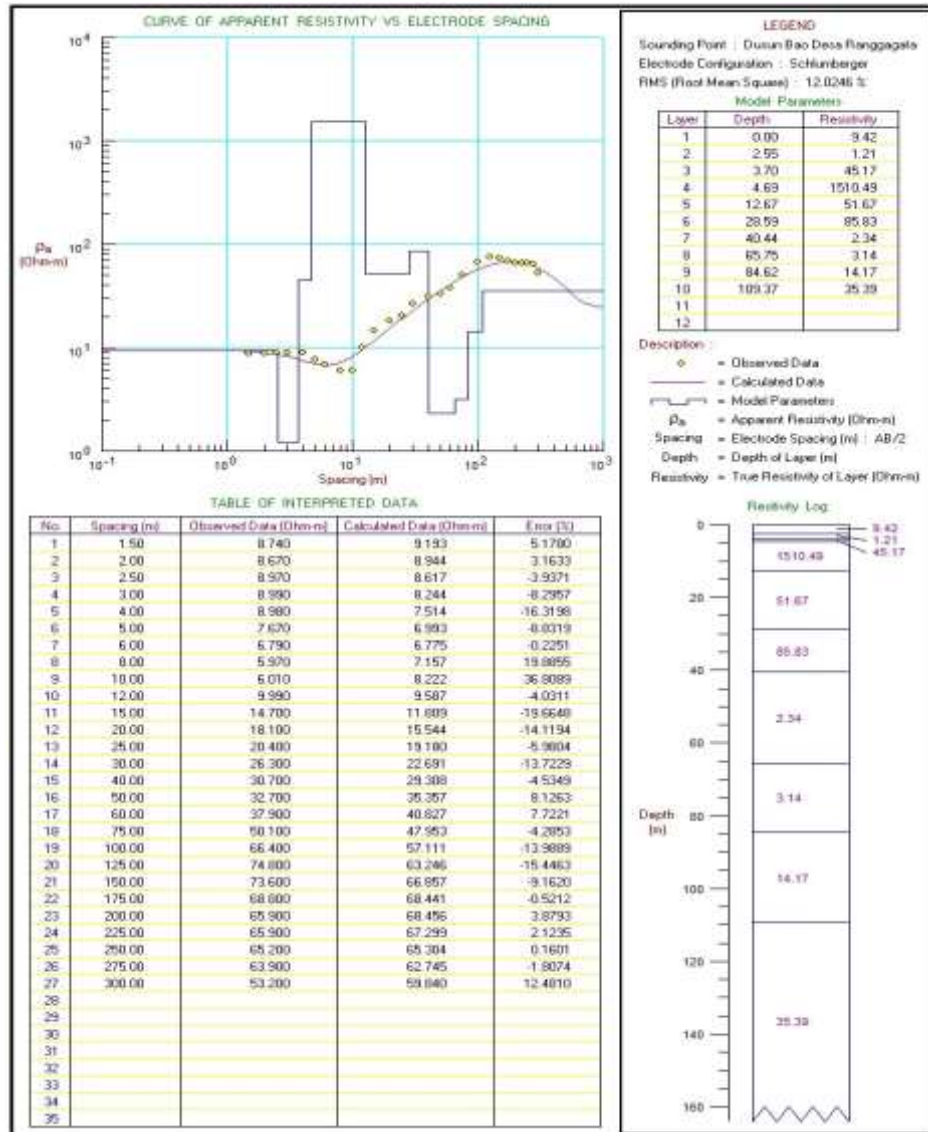
Resistivitas log pada gambar 4.1, menunjukkan bahwa bawah permukaan tanah ditafsirkan terdiri dari 5 (lima) lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda. Lapisan pertama diindikasikan sebagai tanah lempung yang merupakan top soil dengan resistivitas 2.63 – 14.96 Ohm-m berada pada kedalaman 0.00 – 2.76 meter. Lapisan kedua diinterpretasi sebagai lapisan breksi dengan nilai tahanan jenis sebesar 5.68 – 22.79 Ohm-m pada kedalaman 2.76 – 11.85 meter. Lapisan ketiga berada pada kedalaman 11.85 – 26.74 meter dengan tahanan jenis berkisar 68.50 Ohm-m yang diindikasikan sebagai breksi gampingan. Lapisan ke-empat merupakan lapisan breksi dengan resistivitas 17.64 – 28.95 Ohm-m pada kedalaman 26.74 – 104.19 meter. Akuifer diindikasikan sudah berada pada lapisan ini. Terakhir lapisan ke-lima dengan resistivitas 34.59 Ohm-m pada kedalaman 104.19 m sampai kedalaman yang tidak diketahui merupakan lapisan breksi gampingan yang mengandung akuifer.



Gambar 4.1 Resistivitas Log di daerah Dusun Gerung Ranggagata

2. Hasil Pengukuran Geolistrik di daerah Dusun Bao Ranggagata

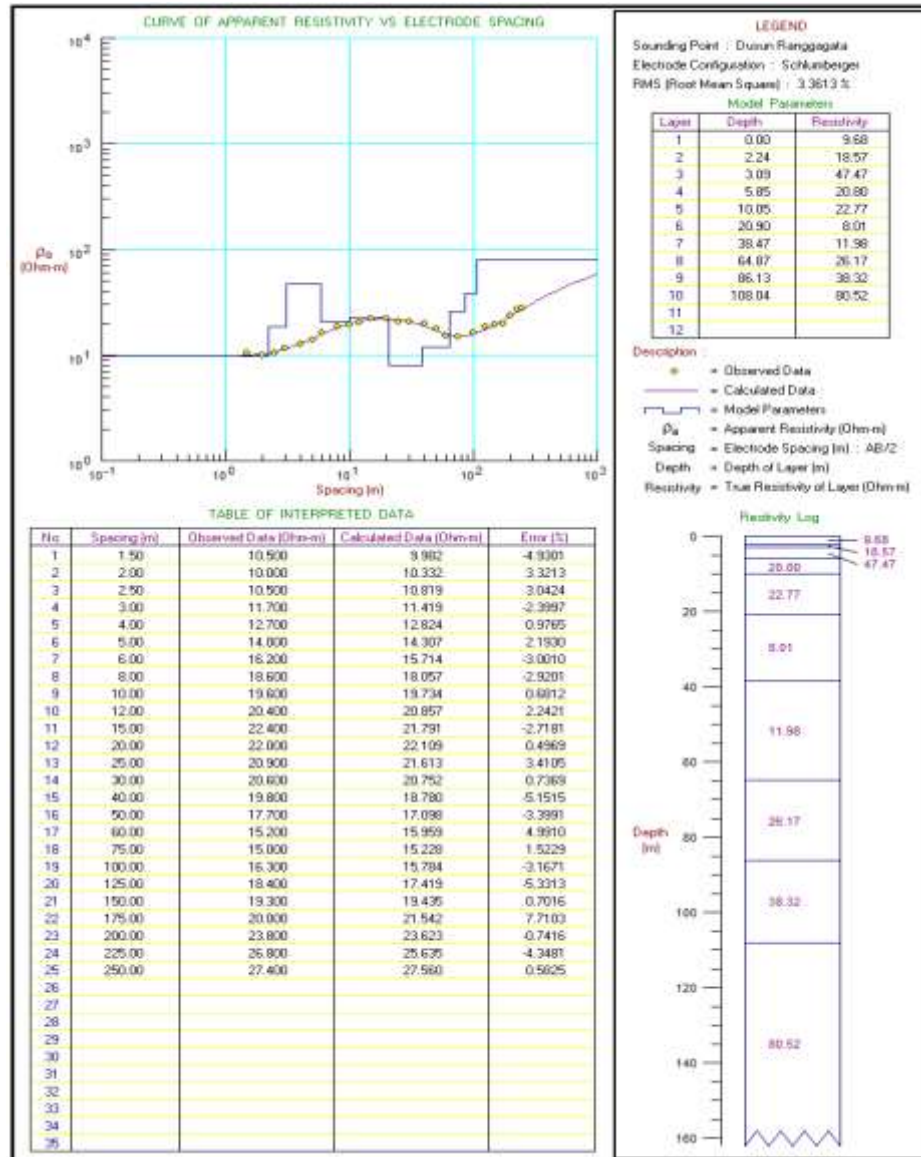
Resistivitas log pada Gambar 4.2, menunjukkan bahwa bawah permukaan tanah ditafsirkan terdiri dari 5 (lima) lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda. Lapisan pertama diindikasikan sebagai tanah lempung yang merupakan top soil dengan resistivitas 1.21 – 9.42 Ohm-m berada pada kedalaman 0.00 – 2.55 meter. Lapisan kedua diinterpretasi sebagai lapisan pasir dengan nilai tahanan jenis sebesar 45.17 – 1510.49 Ohm-m pada kedalaman 2.55 – 4.69 meter. Lapisan ketiga berada pada kedalaman 4.69 – 28.59 meter dengan tahanan jenis berkisar 51.67 – 85.83 Ohm-m yang diindikasikan sebagai lapisan breksi. Lapisan ke-empat merupakan lapisan tanah lempung dengan resistivitas 2.34 – 14.17 Ohm-m pada kedalaman 28.59 – 109.37 meter. Terakhir lapisan ke-lima dengan resistivitas 35.39 Ohm-m pada kedalaman 109.37 m sampai kedalaman yang tidak diketahui merupakan lapisan breksi gampingan yang mengandung akuifer.



Gambar 4.2 Resistivitas Log di daerah Dusun Bao Ranggagata

3. Hasil Pengukuran Geolistrik di daerah Dusun Ranggagata

Resistivitas log pada gambar 4.3, menunjukkan bahwa bawah permukaan tanah ditafsirkan terdiri dari 4 (empat) lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda. Lapisan pertama diindikasikan sebagai tanah lempung yang merupakan top soil dengan resistivitas 9.68 – 18.57 Ohm-m berada pada kedalaman 0.00 – 2.24 meter. Lapisan kedua diinterpretasi sebagai lapisan breksi dengan nilai tahanan jenis sebesar 20.80 – 47.47 Ohm-m pada kedalaman 2.24 – 10.05 meter. Lapisan ketiga berada pada kedalaman 20.90 – 108.04 meter dengan tahanan jenis berkisar 8.01 – 38.32 Ohm-m yang diindikasikan sebagai lapisan breksi gampingan. Terakhir lapisan ke-empat dengan resistivitas 80.04 Ohm-m pada kedalaman 108.04 m sampai kedalaman yang tidak diketahui merupakan lapisan breksi gampingan yang mengandung akuifer.



Gambar 4.3 Resistivitas Log di daerah Dusun Ranggagata

KESIMPULAN

Dari pengukuran, pengolahan dan intepretasi data, di dapatbeberapa kesimpulan, antara lain :

1. Pengukuran Geolistrik di daerah Dusun Gerunung Ranggagata menunjukkan bawah permukaan tanah ditafsirkan terdiri dari 5 (lima) lapisan yaitu tanah lempung sebagai top soil, selanjutnya lapisan breksi, lapisan breksi gampingan lapisan breksi dan breksi gampingan. Akuifer mulai berada pada lapisan ke empat pada kedalaman 26,74 m
2. Pengukuran Geolistrik di daerah Dusun Bao Ranggagata menunjukkan bawah permukaan tanah ditafsirkan terdiri dari 5 (lima) lapisan. Lapisan pertama diindikasikan sebagai tanah lempung yang merupakan top soil, lapisan pasiran, lapisan breksi, lapisan lempung dan breksi gampingan. Akuifer mulai berada pada lapisan breksi pada kedalaman 51,67 meter.

3. Pengukuran Geolistrik di daerah Dusun Ranggagata menunjukkan bawah permukaan tanah dilapisi oleh sebagai tanah lempung sebagai top soil, diikuti lapisan breksi, dan lapisan breksi gampingan. Akuifer berada pada lapisan breksi gampingan mulai pada kedalaman meter 20,90 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, H. G. (2004). *Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara*. Geofisika Terapan, ITB
- Bahri. (2005). *Handout Mata Kuliah Geofisika Lingkungan Dengan Topik Metode Geolistrik Resistivitas*. Fakultas MIPA ITS Surabaya.
- Febriana, R., Minarto, E. dan Tryono, F. (2017), "*Identifikasi Sebaran Aliran Air Bawah Tanah (Groundwater) dengan Metode Vertical Electrical Sounding (VES) Konfigurasi Schlumberger di Wilayah Cepu, Blora Jawa Tengah*", Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol.6. <http://doi.org/10.12962/j23373520.v6i2.25280>.
- Flathe, H., & Leibold, W. (1976). *The Smooth Sounding, a Manual for Field Work in Direct Current Resistivity Sounding*. Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover.
- Hendrajaya, L., & Arif, I. (1990). *Geolistrik Tahanan Jenis, Monografi: Metoda Eksplorasi, Bandung*: Laboratorium Fisika Bumi, ITB.
- Irawan Y. L. et al, (2022). *Identifikasi Karakteristik Akuifer Dan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Desa Arjosari, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malang*. Jurnal Pendidikan Geografi Vol 27 No 1.
- Mardiana U, (2006). *Geologi Bawah Permukaan Formasi Cikapundung Berdasarkan Analisis Geolistrik*. Bulletin of Scientific Contribution Vol 4 No 2
- Mohamad, F., et al. (2017). *Potensi Akuifer Kampus Arjasari Berdasarkan Pengamatan Nilai Tahanan Jenis Batuan*. Bulletin of Scientific Contribution Vol 15 No 2
- Soemarto, C. D.(1986). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, S., & Takeda K. (1976). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suharyadi, (1984). *Geohidrologi (ilmu air tanah)*. Diklat kuliah Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., Key, D. D. (1976). *Applied Geophysics, edisi 1*, Cambridge University Press, London
- Windhari, E., & Rijal, K. (2021). *Aplikasi Geolistrik Metode Schlumberger Untuk Penyelidikan Air Tanah di Dusun Surabaya, Desa Barabali, Lombok Tengah*. Jurnal Sangkareang Mataram
- Windhari E., Lismaya E., Atmaja D, (2022). *Identifikasi Potensi Akuifer Dengan Metode Schlumberger di Dusun Mangkung Lauk, Desa Mangkung, Kecamatan Praya*. Empirism Jurnal, DOI: <https://doi.org/10.36312/ej.v3i2.1041>
- Yusril M, Wien L, M. Haris, M. Fauzan D (2021), "*Pemodelan Akuifer Air Tanah Dengan Metode Vertical Electrical Sounding (Ves) Studi Kasus Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat*", Jurnal Geosaintek, Vol. 7 No. 3 Tahun 2021.
- Zakaria, Z. (2016). *Evaluasi Lingkungan Untuk Pondasi di Daerah Lapukan Breksi Vulkanik, Jatinangor, Jawa Barat*. Bulletin of Scientific Contribution Vol 4 No 2.