

Identifikasi Akuifer Air Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi *Schlumberger* untuk Pengembangan Irigasi Persawahan di Dusun Tampak Siring, Mantang

Muhammad Afif Nadhowi^{1*}, Syamsuddin¹, Kusnadi², Arif Wijaya³

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Indonesia

²Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia

³Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

* Corresponding author: afifnadowi@gmail.com

Received: Dec 12, 2023; Accepted: Dec 27, 2023.

DOI: <https://doi.org/10.31764/jpl.v3i2.13601>

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui litologi lapisan bawah permukaan dan mengetahui kedalaman akuifer untuk rekomendasi pengeboran dalam mengembangkan irigasi untuk persawahan. Lokasi penelitian bertempat di Dusun Tampak Siring, Mantang, Kabupaten Lombok Tengah. Pengambilan data dilakukan pada 2 titik sounding dengan lintasan sepanjang 400 meter menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis dengan Konfigurasi *Schlumberger*. Data diolah menggunakan *software Ms. Excel* dan *IPI2Win* untuk memperoleh nilai resistivitas, ketebalan dan kedalaman lapisan. Pada penelitian ini didapatkan litologi bawah permukaan daerah survey terdiri dari 5 lapisan yaitu lapisan pertama berupa tanah penutup, pasir lepas di bagian atas, lapisan konduktif berupa lempung, lapisan alluvium (tanah berpasir) yang mengandung air, lapisan breksi yang tak terlalu massif dengan perselingan pasir dan gravel (kerikil). lapisan akuifer pembawa air yaitu berupa lapisan breksi lapuk, tufa pasir dan kerikil. Berdasarkan penelitian ini lapisan akuifer berada pada titik VES 1 dan VES 2 yaitu pada lapisan ketiga dan lapisan kelima. Pada titik VES 1 lapisan akuifer terdapat pada kedalaman 5,3 – 12,57 m (air permukaan) dan kedalaman >37,59 m dengan nilai tahanan jenis jenis 65,8 Ω m dan 29,8 Ω m. Pada titik VES 2 lapisan akuifer terdapat pada kedalaman 3,375 – 8,665 m (air permukaan) dan kedalaman >33,76 m dengan nilai tahanan jenis jenis 21,9 Ω m dan 20,6 Ω m.

Kata Kunci: *Geolistrik, Konfigurasi Schlumberger, Akuifer*

Abstract. This study aims to determine the lithology of the subsurface layer and to determine the depth of the aquifer for drilling recommendations in order to develop irrigation for rice fields. The research location is in Tampak Siring Hamlet, Mantang, Central Lombok Regency. The data was collected from 2 sounding points with a 400 m long track using the Specific Resistance Geoelectrical Method with Schlumberger Configuration and was processed using Ms. Excel and IPI2Win to obtain the resistivity, thickness, and layer depth values. The study was found that the subsurface lithology of the survey area consisted of 5 layers, namely top soil, loose sand at the top, a conductive layer in the form of clay, an alluvium layer (sandy soil) containing water, and a layer of breccia that was not too massive with sand and gravel layers. The water-carrying aquifer layer is a layer of weathered breccia, sandy tuff, and gravel. Based on this research, the aquifer layer is at the sounding point of VES 1 and VES 2, specifically the third layer and fifth layer. At the VES 1 sounding point, the aquifer layer is 5.3 – 12.57 m depth (surface water) and > 37.59 m depth with resistivity values of 65.8 m and 29.8 m. At the VES 2 sounding point, the aquifer layer is 3.375 – 8.665 m depth (surface water) and >33.76 m depth with resistivity values of 21.9 m and 20.6 m.

Keywords: *Electrical Resistivity Method, Schlumberger Configuration, Aquifer*

1. Pendahuluan

Air tanah merupakan salah satu sumber kebutuhan air bagi kehidupan makhluk di muka bumi. Air sebagai irigasi memiliki peran yang sangat penting dalam kebutuhan perairan di perkotaan, baik untuk mengairi sawah kebun bahkan untuk digunakan sehari-hari. Sumber air dapat berasal dari

sungai, air hujan, danau dan atau air yang tersimpan di dalam tanah oleh akuifer (air tanah). Menurut Todd (1980) akuifer adalah formasi geologi atau grup formasi yang mengandung air dan secara signifikan mampu mengalirkan air melalui kondisinya. Lapisan yang mudah dilalui oleh air tanah disebut lapisan *permeable*, seperti lapisan yang terdapat pada pasir atau kerikil, sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah disebut lapisan *impermeable*, seperti lapisan lempung.

Dalam eksplorasi air tanah, metode-metode geofisika banyak digunakan. Salah satu metode yang sering digunakan yaitu metode geolistrik resistivitas (Darmansyah, dkk., 2020; Wijaya, dkk., 2021). Metode ini menggunakan prinsip menginjeksikan arus ke dalam tanah yang kemudian didapatkan beda potensial tanah sebagai respon dari bumi. Nilai beda potensial yang didapatkan akan berbeda-beda tergantung dari litologi dan kandungan mineral atau air yang terdapat dalam lapisan tersebut. Lapisan akuifer sendiri memiliki nilai resistivitas yang kecil hal ini dikarenakan lapisan tersebut mengandung air sehingga memiliki konduktivitas yang tinggi. Selain itu lapisan akuifer memiliki porositas yang tinggi dan juga permeabilitas yang tinggi (Wilosi, dkk., 2018; Suryana, dkk., 2022).

Pemanfaatan air tanah untuk irigasi terdiri dari dua jenis pemberian air yaitu sebagai suplesi pada saat terjadi kekurangan air dan sebagai sumber air utama. Pada umumnya di pertanian tadah hujan maupun lahan kering, pemanfaatan air tanah sebagai suplesi dilakukan awal musim kemarau pada saat terjadi kekurangan air. Kelangkaan air sering kali menjadi kendala utama dalam pengelolaan lahan kering, oleh karena itu inovasi teknologi penyediaan air dan informasi iklim sangat diperlukan (Soedireja, 2017).

Irigasi merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan usaha tani dalam arti luas. Usaha yang dilakukan untuk mendapatkan air guna keperluan pertanian tersebut dapat meliputi: perencanaan, pembuatan, pengelolaan, serta pemeliharaan sarana untuk mengambil air dari sumber air dan membagi air tersebut secara teratur dan apabila terjadi kelebihan air dengan membuangnya melalui saluran drainase. Kondisi geologi dan morfologi suatu daerah juga akan mempengaruhi cadangan airtanah dan kebutuhan air daerah tersebut. Lokasi penelitian ini, Dusun Tampak Siring, Mantang, memiliki morfologi perbukitan dan banyak terdapat persawahan disekitarnya. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan sumber air semakin tinggi mengingat saat musim kemarau ketersediaan air akan berkurang. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pengukuran geolistrik untuk mengetahui apakah di daerah tersebut terdapat lapisan akuifer, jenis litologi, ketebalan dan kedalamannya. Informasi ini tentunya akan sangat bermanfaat dalam perencanaan pemanfaatan airtanah yang berkesinambungan.

2. Metode Penelitian

Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Pada peta geologi Pulau Lombok (Gambar 1) daerah Mantang Lombok Tengah memiliki formasi Kali Babak (TQb) yang terdiri dari satuan breksi dan lava. Breksi berwarna kelabu tua, komponen andesit berukuran kerikil sampai bongkah tertanam dalam massa dasar tuf berbutir halus, umumnya pejal. Lava berwarna kelabu muda, bersusunan dengan andesit sampai basal, pejal dan berongga. Formasi ini tersingkap di bagian Barat dan Tengah Pulau Lombok (Mangga, dkk., 1994).

Airtanah

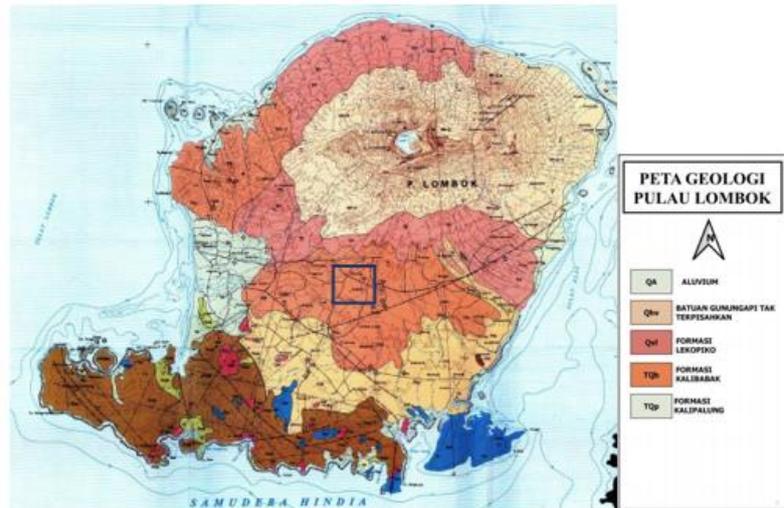
Menurut Todd (1995), air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer. Lapisan yang mudah dilalui air tanah disebut lapisan *permeable*, seperti lapisan yang terdapat pada pasir dan kerikil, sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah disebut lapisan *impermeable*, seperti lapisan lempung. Lapisan *impermeable* terdiri dari dua jenis yaitu lapisan kedap air dan lapisan kebal air. Lapisan yang menahan air seperti lapisan batuan disebut lapisan kebal air, sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah seperti lapisan lempung disebut lapisan kedap air.

Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi

pengukuran potensial, pengukuran arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi (Hendrajaya dan Idham, 1990).

Pada metode ini, arus listrik dialirkan ke dalam lapisan bumi melalui dua buah elektroda arus. Dengan diketahui harga arus dan potensial, maka bisa ditentukan nilai resistivitasnya. Berdasarkan nilai resistivitas struktur lapisan bawah permukaan, dapat diketahui jenis material pada lapisan tersebut (Telford, dkk., 1990).



Gambar 1. Peta Geologi Pulau Lombok
Figure 1. Lombok Island geological map

Dasar kelistrikan

Metode resistivitas listrik bekerja berdasarkan pengukuran beda potensial pada permukaan bumi yang dihasilkan oleh arus searah yang mengalir di bawah permukaan, sehingga dapat ditentukan distribusi resistivitas bawah permukaan dan interpretasi material bumi. Hubungan antara besarnya beda potensial listrik V , kuat arus listrik I dan besarnya resistansi atau tahanan kawat penghantar R adalah (Lowrie, 2007):

$$V = IR \quad (1)$$

Metode Geolistrik Resistivitas (Tahanan Jenis)

Metoda geolistrik resistivitas adalah salah satu metoda geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas/konduktivitas listrik dari lapisan batuan di dalam bumi. Prinsip dalam metode resistivitas adalah menginjeksikan arus listrik (sekitar 1-10mA) ke dalam bumi melalui elektroda arus (sepasang elektroda) dan respon yang diterima berupa beda potensial yang diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik, dapat diperoleh variasi harga resistivitas listrik pada lapisan di bawah titik ukur (Adhi, dkk., 2011).

Resistivitas Batuan

Resistivitas batuan dan mineral memperlihatkan variasi harga yang sangat banyak, dengan range resistivitas maksimum yang mungkin adalah dari $1,6 \times 10^{-8}$ (perak asli) hingga $10^{16} \Omega\text{m}$ (belerang murni) (Telford, dkk., 1990).

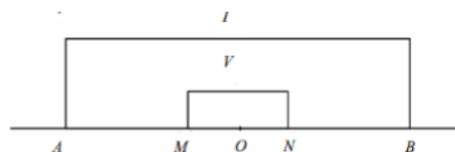
Tabel 1. Tahanan Jenis berbagai batuan dan air (Telford, dkk., 1990).
Table 1. Rock and water resistivity (Telford dkk, 1990).

No	Material	Resistivitas (Ωm)
1	Tanah Penutup	50-100
2	Loose Sand	200-5000
3	Gravel (Kerikil)	100-600
4	Pasir Dan Gravel (Kerikil)	100-180

5	Air Permukaan	20-500
6	Air Tanah (<i>Fresh Groundwater</i>)	0.5-300
7	Air Laut (<i>Seawater</i>)	0.2
8	Lempung	1-100
9	Silt-lempung	10-200
10	Batu Pasir	200-8000
11	Alluvium	10-800
12	Breksi	75-200
13	Lava	100-50000

Konfigurasi Schlumberger

Skema Konfigurasi Schlumberger dapat dilihat pada Gambar 2. dengan AB adalah jarak antar elektroda arus (A) dan tegangan (M), BM adalah jarak antara elektroda arus (A) dan tegangan (M), AN adalah jarak antara elektroda arus (A) dan tegangan (N), BN adalah jarak antara elektroda arus (B) dan tegangan (N), ρ_a adalah resistivitas semu (Ωm), K adalah faktor geometri, V adalah tegangan (mV), I adalah arus listrik (mA).



Gambar 2. Skema Konfigurasi Schlumberger
Figure 2. Schlumberger configuration

Dalam konfigurasi ini $AM = MN = NB = \alpha$, maka faktor geometri Konfigurasi Schlumberger adalah:

$$K = 2\pi\alpha \quad (2)$$

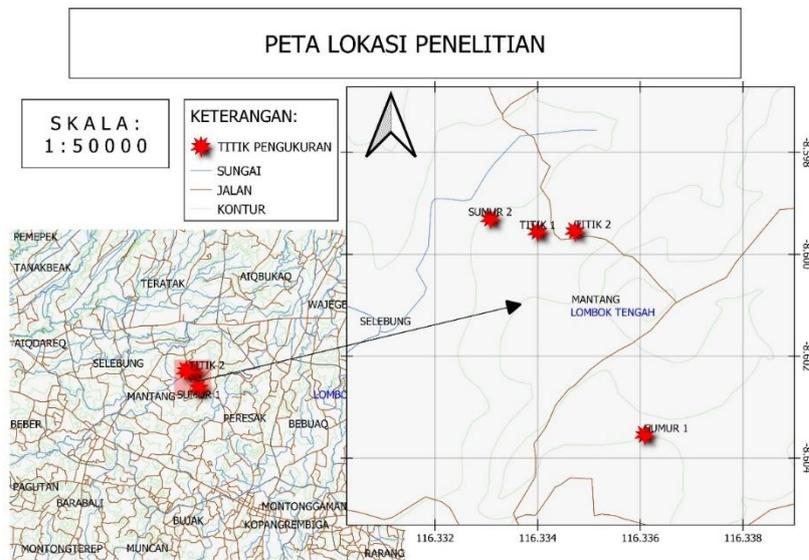
sedangkan tahanan jenis pada konfigurasi schlumberger adalah:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} = 2\pi\alpha \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

Pengambilan data ini dilakukan pada 3 Oktober 2020 di Dusun Tampak Siring, Desa Jeranjang, Mantang, Lombok Tengah (Gambar 3) dengan koordinat titik sounding 1 $116^{\circ}20.052' E, 08^{\circ}35.972' S$ dan titik sounding 2 $116^{\circ}20.054' E, 08^{\circ}35.971' S$. Panjang lintasan masing-masing titik sebesar 400 meter. Pengambilan data dilakukan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger. Nilai yang didapat berupa nilai beda potensial dan arus listrik kemudian diolah menggunakan software *MS. Excel* untuk mendapatkan nilai tahanan jenis atau resistivitas batuan. Nilai tersebut kemudian akan di input ke software *IPI2WIN* untuk kemudian diolah agar mendapatkan nilai tahanan jenis di setiap lapisan bawah permukaan.

3. Hasil dan Pembahasan

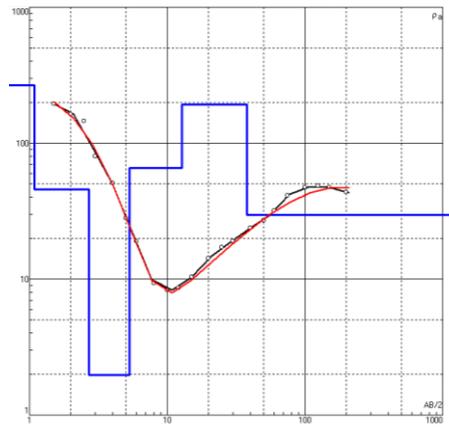
Nilai arus dan potensial yang telah dicatat kemudian diolah menggunakan *software MS.Excel* untuk menghitung nilai tahanan jenis atau resistivitas setiap titik pengukuran. Nilai tahanan jenis yang telah didapat kemudian diolah menggunakan *software IPI2WIN*. Pada pengolahan ini akan menyesuaikan grafik warna hitam yang merupakan hasil observasi lapangan dengan grafik warna merah yang merupakan hasil perhitungan pada *software* dan kemudian diinversi hingga memiliki error yang cukup kecil untuk mendapatkan jumlah lapisan, tahanan jenis, kedalaman, dan ketebalan setiap lapisan yang sesuai.



Gambar 3. Lokasi Penelitian
Figure 3. Research location

Titik VES 1

Pada titik VES 1 (Gambar 4) didapatkan 6 lapisan dengan nilai tahanan jenis, kedalaman dan ketebalan masing-masing lapisan dapat dilihat pada Tabel 2.



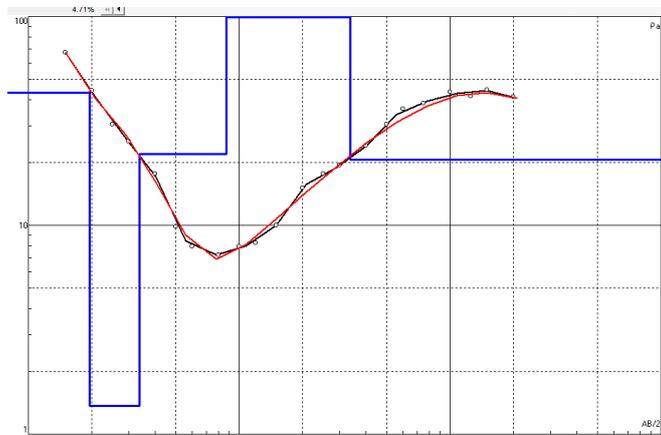
Gambar 4. Grafik Inversi titik VES 1
Figure 4. VES 1 inversion graph

Tabel 2. Nilai tahanan jenis, kedalaman, dan ketebalan tiap lapisan titik VES 1
Table 2. Resistivity, depth, and thickness layer at VES 1

Error = 6.58%						
N	1	2	3	4	5	6
Resistivity, ρ (Ohm.m)	266	45,9	1,96	65,8	192	29,8
Thickness, h (m)	1,08	1,62	2,6	7,45	25,2	—
Depth, d (m)	1,08	2,7	5,3	12,8	38	—

Titik VES 2

Sama seperti titik VES pertama, pada titik VES2 (Gambar 5) didapatkan 6 lapisan dengan nilai tahanan jenis, kedalaman dan ketebalan masing-masing lapisan dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 5. Grafik Inverse Pada Sounding 2
Figure 5. Sounding 2 inverse graph

Tabel 3. nilai tahanan jenis, kedalaman, dan ketebalan tiap lapisan VES 2
Table 3. Resistivity, depth, and thickness layer at VES 2

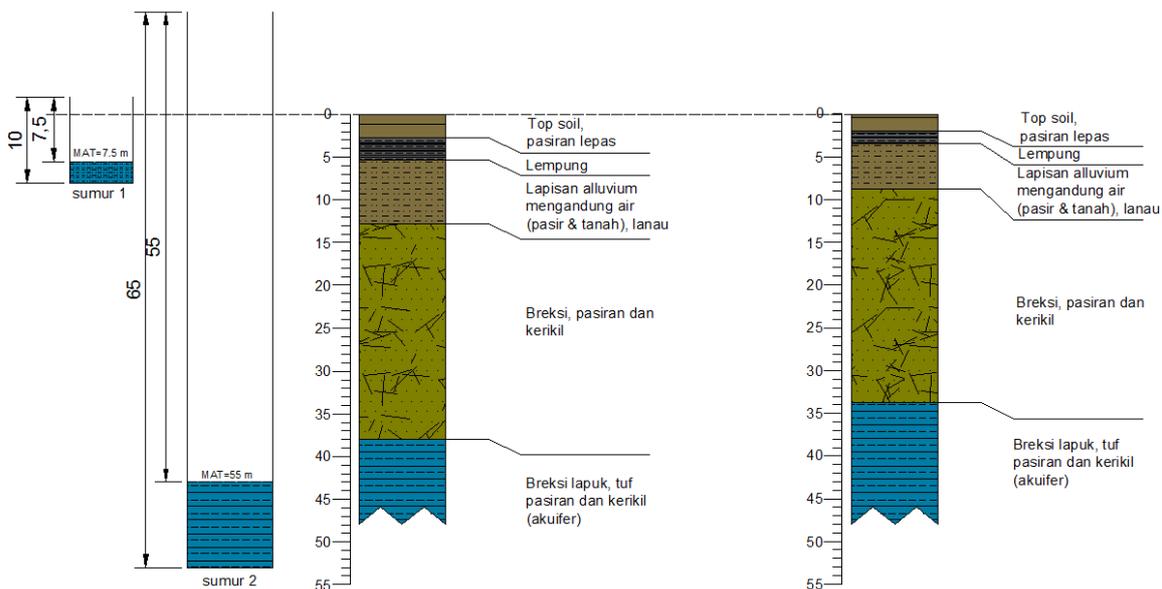
Error = 6.58%						
N	1	2	3	4	5	6
Resistivity, ρ (Ohm.m)	528	43,3	1,26	21,9	179	20,6
Thickness, h (m)	0,355	1,59	1,43	5,29	25,1	–
Depth, d (m)	0,355	1,95	3,38	8,66	33,8	–

Pada titik VES 1, lapisan pertama dan lapisan kedua memiliki nilai tahanan jenis 226 dan 45,9 Ωm dengan kedalaman 0 – 2,7 m. Kedua lapisan ini dapat dijadikan satu lapisan karena mempunyai ketebalan yang kecil. Pada lapisan ini diindikasikan sebagai tanah penutup, pasiran lepas di bagian atas. Lapisan kedua memiliki nilai tahanan jenis 1,96 Ωm dengan kedalaman 2,7 – 5,3 m. Lapisan ini diindikasikan sebagai lapisan konduktif berupa lempung karena memiliki nilai resistivitas atau tahanan jenis yang cukup kecil. Lapisan ketiga mempunyai nilai tahanan jenis 65,8 Ωm dengan kedalaman 5,3 – 12,57 m. Pada lapisan ini diindikasikan merupakan lapisan alluvium (tanah berpasir) yang mengandung air. Lapisan keempat memiliki nilai tahanan jenis 192 Ωm dengan kedalaman 12,8 – 38 m. Pada lapisan ini diindikasikan merupakan lapisan breksi yang tak terlalu massif dengan perselingan pasir dan gravel (kerikil). Lapisan terakhir memiliki nilai tahanan jenis 29,8 Ωm dengan kedalaman >37,95 m diindikasikan merupakan lapisan akuifer pembawa air yaitu berupa lapisan breksi lapuk, tufa pasiran dan kerikil.

Pada titik VES kedua, lapisan pertama dan lapisan kedua memiliki nilai tahanan jenis 528 dan 43,3 Ωm dengan kedalaman 0 – 1,95 m. Kedua lapisan ini dapat dijadikan satu lapisan karena mempunyai ketebalan yang kecil. Pada lapisan ini diindikasikan top soil, pasiran lepas di bagian atas. Lapisan kedua memiliki nilai tahanan jenis 1,26 Ωm dengan kedalaman 1,95 – 3,375 m. Lapisan ini diindikasikan lapisan konduktif berupa lempung karena memiliki nilai resistivitas atau tahanan jenis yang sangat kecil. Lapisan ketiga mempunyai nilai tahanan jenis 21,9 Ωm dengan kedalaman 3,375 – 8,665 m. Pada lapisan ini diindikasikan merupakan lapisan alluvium (tanah berpasir) yang mengandung air. Lapisan keempat memiliki nilai tahanan jenis 179 Ωm dengan kedalaman 8,665 – 33,76 m. Pada lapisan ini diindikasikan merupakan lapisan breksi yang tak terlalu massif dengan

perselingan pasir dan gravel (kerikil). Lapisan terakhir memiliki nilai tahanan jenis $20,6 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman $>33,76 \text{ m}$ diindikasikan merupakan lapisan akuifer pembawa air yaitu berupa lapisan breksi lapuk, tufa pasir dan kerikil.

Berdasarkan analisis di atas didapatkan lapisan akuifer pembawa air terdapat pada titik VES 1 dan VES 2 yaitu pada lapisan ketiga dan lapisan kelima. Pada titik sounding lintasan 1 lapisan akuifer terdapat pada kedalaman $5,3 - 12,57 \text{ m}$ (air permukaan) dan kedalaman $>37,59 \text{ m}$ dengan nilai tahanan jenis $65,8 \Omega\text{m}$ dan $29,8 \Omega\text{m}$. Pada titik sounding lintasan 2 lapisan akuifer terdapat pada kedalaman $3,375 - 8,665 \text{ m}$ (air permukaan) dan kedalaman $>33,76 \text{ m}$ dengan nilai tahanan jenis $21,9 \Omega\text{m}$ dan $20,6 \Omega\text{m}$. Hasil pada titik VES 1 dan VES 2 tersebut dibuktikan dengan adanya sumur gali warga di sekitar lokasi survey yang memiliki kedalaman sekitar 10 m dengan kedalaman muka air tanah (MAT) sekitar $7,5 \text{ m}$ dari permukaan tanah setempat dan adanya sumur bor warga pada sekitar daerah survey yang memiliki kedalaman pada nilai ketinggian yang sama dengan titik survey yaitu pada kedalaman 65 m dengan kedalaman muka air tanah (MAT) 55 m dari permukaan tanah, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Litologi bawah permukaan berdasarkan data sumur di area penelitian
Figure 6. Subsurface lithology based on well data in the research area

4. Kesimpulan

Litologi atau struktur bawah permukaan daerah survey yang didapat terdiri dari 5 lapisan yaitu lapisan tanah penutup, pasir lepas di bagian atas, lempung, alluvium (tanah berpasir) yang mengandung air, breksi yang tak terlalu massif dengan perselingan pasir dan gravel (kerikil), serta lapisan terakhir merupakan lapisan akuifer pembawa air yaitu berupa lapisan breksi lapuk, tufa pasir dan kerikil. Berdasarkan analisis di atas didapatkan lapisan akuifer pembawa air terdapat pada titik VES 1 dan VES 2 yaitu pada lapisan ketiga dan lapisan kelima. Pada titik VES 1 lapisan akuifer terdapat pada kedalaman $5,3 - 12,57 \text{ m}$ (air permukaan) dan kedalaman $>37,59 \text{ m}$ dengan nilai tahanan jenis $65,8 \Omega\text{m}$ dan $29,8 \Omega\text{m}$. Pada titik VES 2 lapisan akuifer terdapat pada kedalaman $3,375 - 8,665 \text{ m}$ (air permukaan) dan kedalaman $>33,76 \text{ m}$ dengan nilai tahanan jenis $21,9 \Omega\text{m}$ dan $20,6 \Omega\text{m}$.

Referensi

- Adhi, P. M. et al., 2011. *Metode tahanan jenis konfigurasi wenner*. 1 ed. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Darmansyah, D., Atmaja, G. D., Rahmawati, D. & Wijaya, A., 2020. Identifikasi kedalaman air tanah menggunakan metode geolistrik satu dimensi (1D) di Dusun Rojet, Desa Bangket Parak,

-
- Kecamatan PUjut, Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Pertambangan dan Lingkungan*, 1(1), pp. 25-29.
- Hendrajaya, L. & Arif, I., 1990. *Geolistrik tahanan jenis*. 1 ed. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Lowrie, W., 2007. *Fundamental of Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- Mangga, A. S., Atmawinata, B., Hermanto & Amin, T. C., 1994. *Peta Geologi Lembar Lombok*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Soedireja, H. R., 2017. Potensi dan upaya pemanfaatan airtanah untuk irigasi lahan kering di Nusa Tenggara. *Jurnal Irigasi*, 11(2), pp. 67-80.
- Suryana, D. R. H., Hendarmawan, H. & Waliyana, T. Y., 2022. Pemodelan karakteristik aliran airtanah sistem porous dengan uji permeabilitas, porositas, dan kompresibilitas batuan pada Fasies Gunungapi Gede-Pangrango Bagian Utara. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 23(1), pp. 35-51.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. & Keys, D. A., 1990. *Applied Geophysics*. London: Cambridge University Press.
- Todd, D. K., 1980. *Groundwater Hydrology*. New York: John Wiley & Sons.
- Wijaya, A. & Kusmiran, A., 2021. Identifikasi jenis akuifer airtanah menggunakan Vertical Electrical Sounding konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 8(1), pp. 10-18.
- Wiloso, D. A. & Ratmy, R., 2018. Analisis porositas batugamping sebagai akuifer di Desa Ponjong, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Teknologi*, 11(2), pp. 125-132.
-