TANAH GOYANG
JURNAL GEOSAINS
e-ISSN: 3026-3263
Volume 1, Nomor 1 | Mei 2023

Pendugaan Lapisan Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik di Maluku Tengah

Potential Using The Vertical Electrical Sounding (Ves) Method in Central Maluku

Warni Multi[1*], Sitti Hafsa Kotarumalos[1], Resti Limehuwey[1]
[1] Program Studi Teknik Geofisika Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon

*warni.multi@fatek.unpatti.ac.id
Diterima: 16 Februari 2023; Disetujui: 13 April 2023
DOI: 10.30598/tanahgoyang.1.1.1-9

Kata Kunci:
Vertical Electrical Sounding
Akuifer
Resistivitas

Abstrak

Penelitaian tentang potensi akuifer telah dilakukan menggunakan metode vertical electrical sounding (VES). Penelitian ini dilakukan di daerah Wakal Kabupaten Maluku Tengah. Akuisisi data dalam penelitian ini menggunakan dua titik pengukuran dengan masing-masing panjang lintasan sepanjang 150 meter dan jarak pengukuran antar titik kurang lebih 3 kilometer. Dari pengolahan yang dilakukan dapat ditunjukkan bahwa potensi akuifer dapat diidentifikasi pada titik pengukuran pertama atau VES1 dengan rentang resistivitas 9.336–1122 Ωm yang mencapai kedalaman hingga 60 meter. Potensi akuifer terlihat pada lapisan 2, lapisan 4, dan lapisan 5 yang mana diduga tersusun atas litologi ground water, sand, batuan beku (air tanah, dan kerikil yang umumnya memiliki porositas dan permeabilitas yang baik. Sedangkan pada titik pengukuran kedua atau VES2 rentang resistivitasnya mencapai 71.9–691 Ωm yang diduga tersusun oleh litologi soil, tuff, dan batu gamping yang tidak lebih baik dibandingkan lapisan pada VES1. Sehingga dari hasil penelitian ini dapat ditunjukkan bahwa potensi akuifer hanya dapat diidentifikasi pada titik pengukuran pertama atau VES1.

Keywords:
Vertical Electrical Sounding
Aquifer
Resistivity

Abstract

Research on the aquifer potential has been carried out using the vertical sounding (VES) method. This research was conducted in the Wakal area of Central Maluku Regency. Data acquisition in this study used two measurement points with each track length of 150 meters and a measurement distance between points of approximately 3 kilometers. From the processing carried out in, the aquifer potential can be identified at the first measurement point or VES1 with a resistivity range of 9336 – 1122 Ωm which reaches a depth of up to 60 meters. The aquifer potential is seen in layers 2, 4, and 5 which are thought to be composed of groundwater, sand, and igneous rock (groundwater and gravel) which generally have good porosity and permeability. Meanwhile, at the second measurement point or VES2, the resistivity range reaches 71.9 – 69.1 Ωm which is thought to be composed of soil, tuff, and limestone lithology which is no better than the layers in VES1. So from the result of this study, it can be shown that potential aquifers can only be identified at the first measurement point or VES1.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan primer bagi penduduk di Maluku Tengah untuk mendukung aktivitas sehari-hari. Suplai air terkadang sulit didapatkan pada musim kemarau atau pancaroba namun kadang mudah juga ditemukan di area permukaan. Tetapi layak atau tidaknya air permukaan tersebut untuk digunakan tergantung pada kualitas dan kuantitasnya. Tidak semua sumber air dapat digunakan langsung. Adapun sumber air bersih yang dapat menjadi kategori lain untuk memenuhi kebutuhan air khususnya di daerah Maluku Tengah yaitu sumber air tanah (Prabowo et al., 2022).

Air tanah merupakan sumber daya yang melimpah di alam dapat diperbaharui dan penggunaannya dapat secara insitu (Sapitri & Malik, 2020). Umumnya air tanah tersimpan pada pori-pori formasi batuan tertentu yang memenuhi persyaratan porositas dan permeabilitas yang baik di bawah permukaan bumi. Formasi batuan tersebut biasa dikenal dengan akuifer (Musriadi et al., 2019).

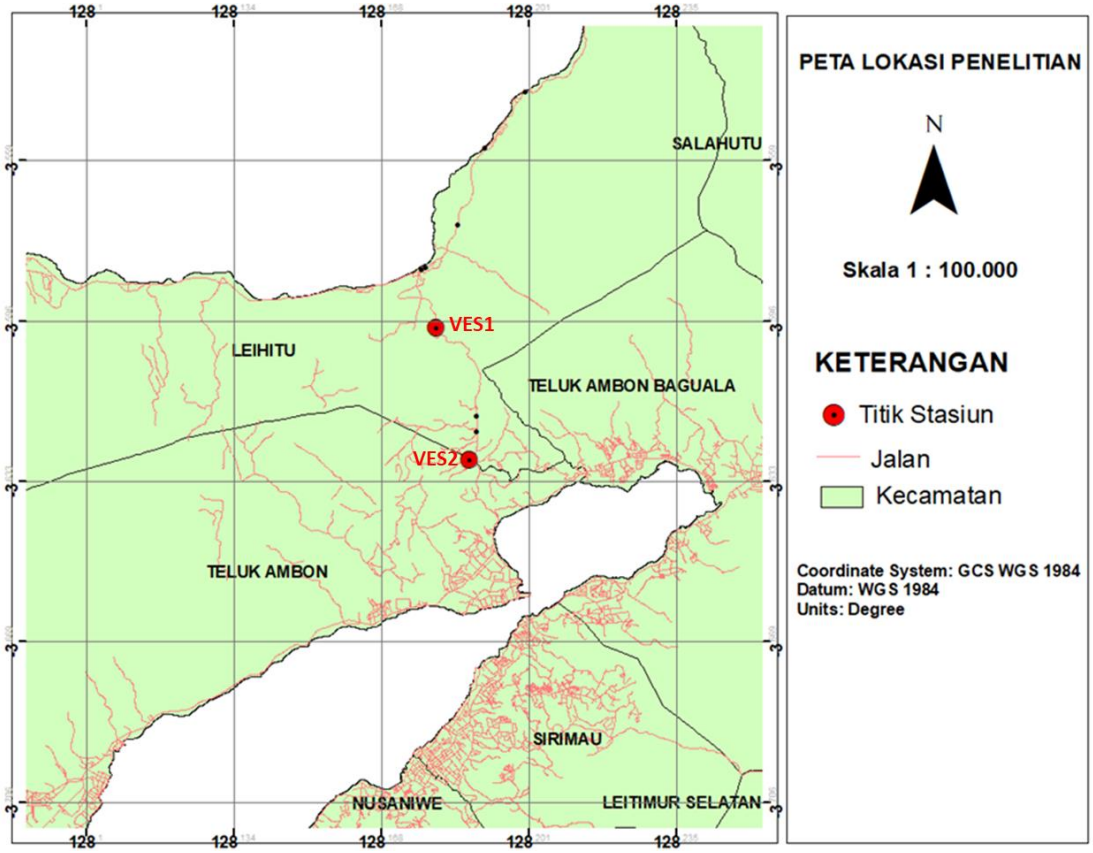
Akuifer merupakan lapisan batuan yang jenuh air dan mampu mengalirkan dan menyimpan air dengan baik (Nurfalaq et al., 2018). Untuk mendeteksi potensi akuifer yang keberadaannya di bawah permukaan belum teridentifikasi tersebut dapat dilakukan dengan salah satu metode geofisika yang cukup sering digunakan, yaitu metode geolistrik (Fitrianto et al., 2018). Metode geolistrik merupakan metode survey geofisika yang mampu mendeteksi lapisan batuan akuifer maupun yang non-akuifer dengan memanfaatkan variasi nilai tahan jenis batuan yang telah diukur (Kumar et al., 2021). Selain itu, untuk mendeteksi potensi akuifer pada penelitian ini metode survey geolistrik menjadi metode yang cukup baik untuk digunakan dibandingkan beberapa metode geofisika lainnya karena mampu menghasilkan data pada skala yang luas dalam satuan Ohm meter (Hasan et al., 2018). Dengan penggunaan metode geolistrik ini survey kedalaman di bawah permukaan yang berpotensi sebagai akuifer dapat diketahui lebih pasti melalui kenampakan perubahan resistivitas terhadap kedalaman pengukuran (El-gawad et al., 2018). Pemanfaatan metode geolistrik dalam eksplorasi akuifer (lapisan potensi penyimpan air tanah) telah cukup sering dan banyak diaplikasikan oleh para peneliti dan menunjukkan hasil yang cukup memuaskan (Fabiana Meijon Fadul, 2019; Fadhli et al., 2019; Hanifa et al., 2016; Wedomartani et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lapisan batuan yang berpotensi mengandung air tanah (akuifer) di bawah permukaan daerah Maluku Tengah. Nilai resistivitas ini akan memberikan informasi jenis litologi batuan dan material yang ada di bawah permukaan. Sehingga diharapkan akan mampu memberikan manfaat lebih bagi penduduk setempat untuk kedepannya khsusunya untuk pemenuhan sumber air. Pendahuluan menjelaskan ***state of art*** penelitian, tujuan penelitian, dan analisis kesenjangan. Pendahuluan terdiri atas latar belakang penelitian, penelitian terdahulu, teori yang berkaitan dengan penelitian, keterbaharuan (keunikan) penelitian, serta masalah penelitian yang akan dipecahkan dalam naskah. Bagian pendahuluan memiliki proporsi 15 – 20%.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di daerah Wakal Kabupaten Maluku Tengah yang dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pengambilan data menggunakan metode geofisika yaitu survey geolistrik *Vertical Electrical Sounding (VES)* dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger.* Pengukuran terdiri atas dua titik *sounding* yang masing-masing memiliki panjang bentangan 150 meter yang disesuaikan dengan panjang kabel elektroda arus dan potensial. Alat yang digunakan dalam pengukurannya terdiri atas satu set alat geolistrik yaitu *mini string resistivitymeter* AGI yang dilengkapi aki, kabel elektroda arus dan potensial

serta perlengkapan lainnya yang dapat dilihat pada **Gambar 2**. Data yang diperoleh dari pengukuran diantaranya yaitu data kuat arus listrik (I), data beda potensial (ΔV). Selanjutnya dengan data tersebut dapat dihitung nilai tahanan jenis semu (ρ_a). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software IP2WIN* untuk memperoleh gambaran kondisi geologi bawah permukaan.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

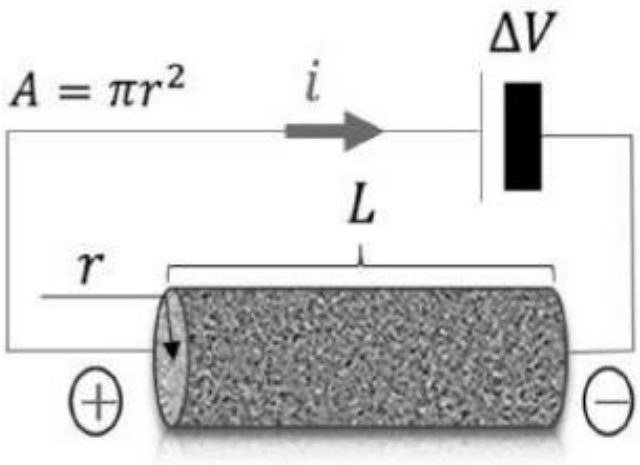


Gambar 2. Satu set instrumen geolistrik dan perlengkapan lainnya

2.1. Metode Geolistrik

Metode geolistrik pada prinsipnya bekerja dengan mengalirkan arus listrik yang diinjeksikan melalui elektoroda arus dan potensial yang ditancapkan di atas permukaan yang dapat dilihat pada **Gambar 3**. Dengan adanya penjalaran arus listrik ke lapisan batuan di bawah permukaan maka nilai resistivitas dapat ditentukan. Sehingga struktur lapisan bawah permukaan tersebut dapat memberikan informasi

terkait jenis litologi dan material penyusunnya sehingga memudahkan interpreter untuk melakukan penafsiran (Manrulu et al., 2018). Beberapa jenis material di bawah permukaan bumi yang dapat dijadikan referensi dapat dilihat pada pada **Tabel 1**. Nilai resitivitas dapat dijadikan acuan dan referensi lebih lanjut untuk mendukung interpretasi data.



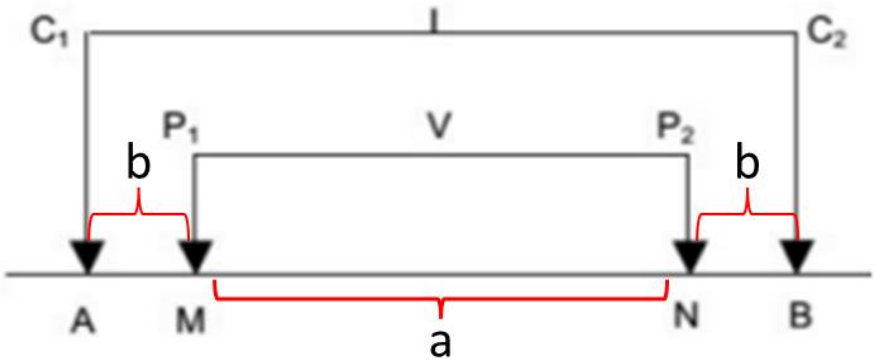
Gambar 3. Perambatan arus listrik di bawah permukaan (Arliska et al., 2022)

Table 1. Nilai tahanan jenis atau resistivitas mineral

Jenis Material	Resistivitas (Ωm)
Air tanah (*groundwater)*	0.5 – 300
Air asin (*sea water)*	0.2
Batupasir (*sandstone)*	$1 – 6.4 \times 10^8$
Pasir *(sand)*	1 – 1000
Kerikil (*gravel)*	100 – 600
Lempung *(clay)*	1 – 100
Batu gamping *(limestone)*	$50 - 10^7$
Lempung tidak terkonsolidasi	20
Alluvium	10 – 800
Air tanah (batuan beku)	30 – 150
Air tanah (batuan sedimen)	>1
Tuff	20 – 200

2.2. Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi *Schlumberger* merupakan salah satu konfigurasi metode geolistrik dari beberapa konfigurasi elektroda yang ada. Konfigurasi ini berfungsi untuk menentukan posisi atau letak elektroda arus dan elektroda potensial yang diinginkan sesuai target yang akan dieksplorasi (Arliska et al., 2022). Jadi dalam akuisisi data geolistrik letak elektroda arus dan potensial disusun berdasarkan jenis konfigurasi *Schlumberger* yang dapat dilihat pada **Gambar 4.**



Gambar 4. Susunan elektroda pada konfigurasi *Schlumberger*

Dari **Gambar 4** dapat juga ditentukan rumusan untuk menghitung faktor geometri berdasarkan letak atau spasi elektroda. Kemudian faktor geometri inilah yang selanjutnya dapat digunakan sebagai input untuk membantu menentukan perumusan nilai resistivitas semu (ρ_a) di daerah penelitian. Adapun perumusan terhadap faktor geometri dan resistivitas semu sebagai berikut.

$$\rho_a = \pi n(n+1)a\frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

$$K = \pi n(n+1)a \quad (2)$$

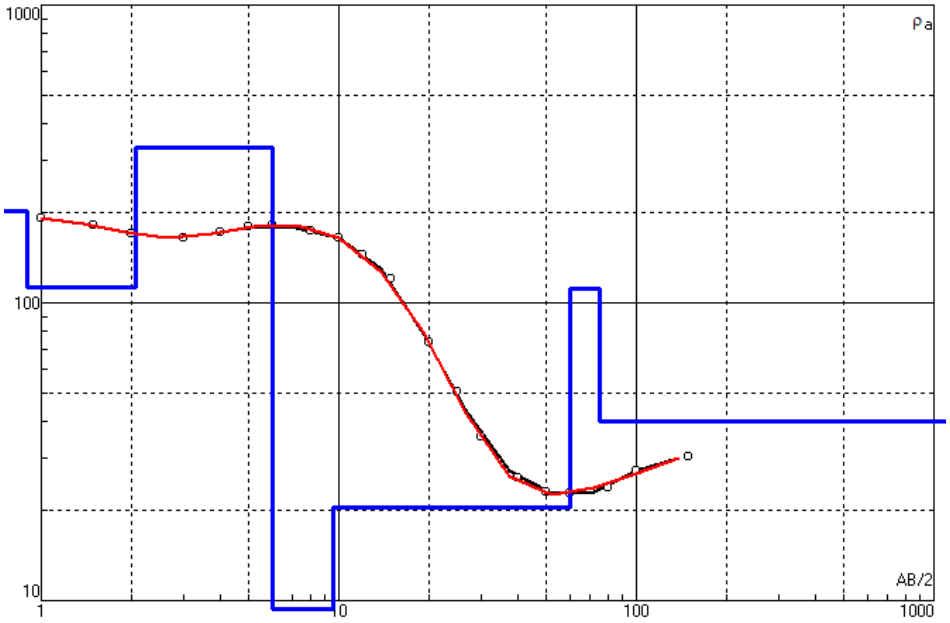
Dengan keterangan bahwa ρ_a merupakan resistivitas semu (Ωm), kemudian ΔV adalah beda potensial (*Volt)*, *I* adalah besar kuat arus listrik (*Ampere)*, dan *K* merupakan faktor geometri konfigurasi *Schlumberger* untuk menentukan nilai tahanan jenis semu dengan konfigurasi tersebut. Dalam pengukurannya, konfigurasi *Schlumberger* lebih menekankan variasi perubahan letak atau spasi elektroda arus sementara elektroda potensial relatif tetap atau disesuaikan lebarnya terhadap lebar spasi elektroda arus. Jika lebar spasi elektroda arus semakin besar maka elektroda potensial diubah supaya sensitifitas pengukurrannya tetap terjaga dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kurva *matching* hasil pengolahan titik pengukuran VES1 yang dapat dilihat pada **Gambar 5** dapat ditunjukkan hubungan antara nilai tahanan jenis semu (ρ_a) (arah vertikal) dengan bentangan elektroda (arah horizontal). Nilai resistivitas yang diperoleh secara *Vertical Electrical Sounding (VES)* teridentifikasi enam lapisan pada titik pertama dengan *depth* yang mencapai 75.38 meter, sebaran nilai resistivitasnya berkisar antara 9.336 – 332.2 Ωm. Sebaran nilai ini dapat dilihat pada **Tabel 2.** Pada lokasi pertama ini lapisan batuan yang terdeteksi adalah enam lapisan. Berdasarkan hasil pegukuran tersebut dapat diinterpretasikan bahwa potensi akuifer diduga terdapat pada lapisan 2, 4, dan 5 dengan masing-masing nilai resistivitas 9.336 Ωm hingga ratusan Ωm yang tertera pada **Tabel 2.** Pada kedalaman lapisan tersebut diduga tersusun atas litologi berupa air tanah (*ground water),* pasir (*sand),* kerikal (*gravel),* alluvium*,* dan batuan beku. Lapisan batuan tersebut tentunya menjadi potensi yang baik sebagai akuifer karena umumnya memiliki porositas dan permeabilitas yang baik untuk menyimpan air tanah (Darsono & Darmanto, 2019).

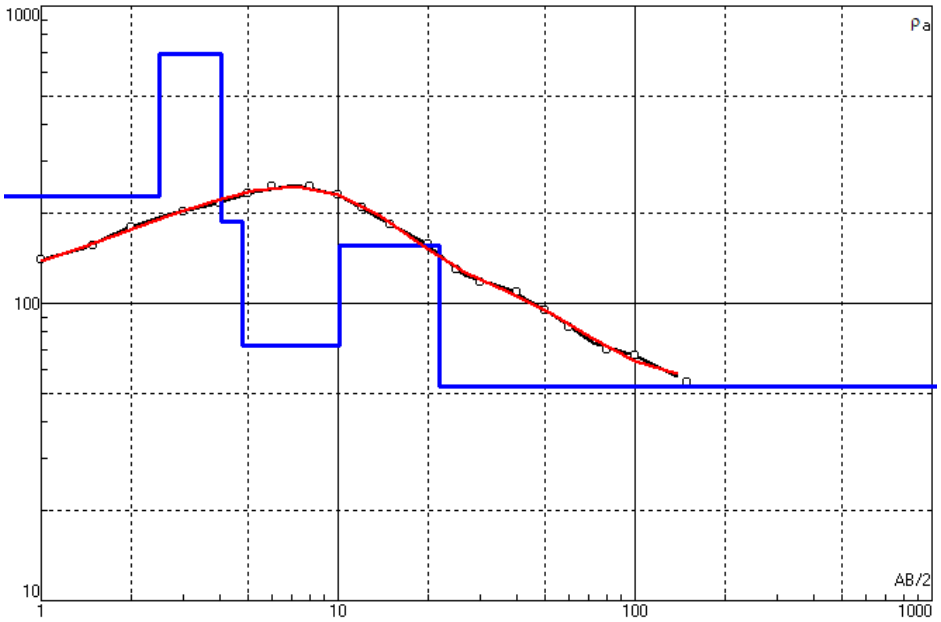
Tabel 2. Hasil pengukuran pada titik VES1

Lapisan bawah permukaan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Litologi
1	204.2	0 - 0.898	Soil
2	112.2	0.9 - 2.081	Ground water, Sand, gravel, alluvium, batuan beku (air tanah)
3	332.2	2.1 - 5.998	Limestone
4	9.336	6 - 9.621	Ground water, Sand, clay, batuan sedimen (air tanah)
5	20.55	10 - 59.66	Ground water, Sand, clay, alluvium, batuan sedimen (air tanah)
6	111.1	60 - 75.38	Limestone



Gambar 5. Kurva *matching* pada VES1 (titik lokasi pertama)

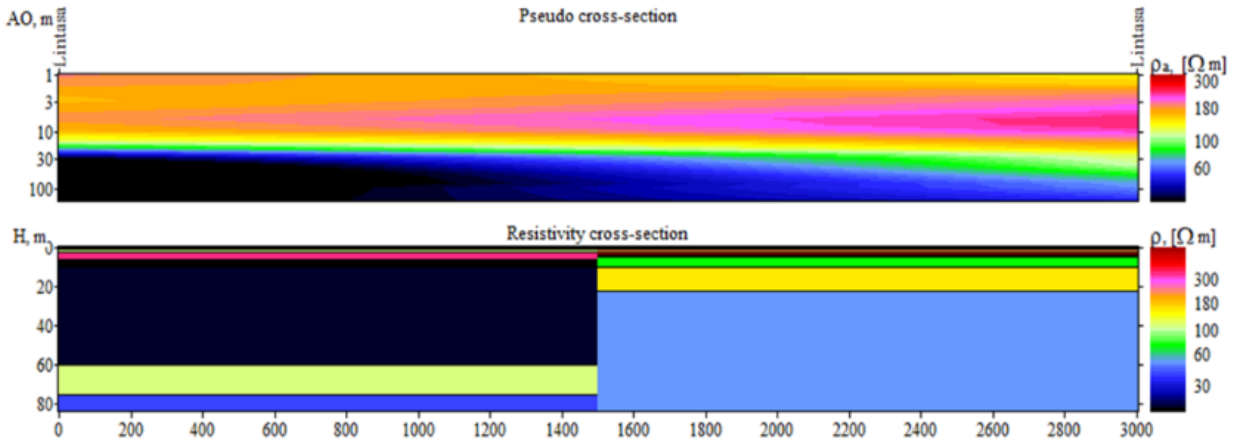
Adapun kurva *matching* untuk pengukuran yang dilakukan pada titik lokasi kedua (VES2) dapat ditunjukkan pada **Gambar 6** yang menunjukkan bahwa lapisan yang dideteksi sebanyak enam lapisan yang dapat dilihat pada **Tabel 3**. Lapisan pertama merupakan lapisan permukaan pada kedalaman yang dangkal tersusun atas litologi *soil*. Sementara pada lapisan 2 hingga 4 diduga sebagai lapisan *limestone*. Lapisan 5 dan 6 ditafsirkan sebagai litologi tuff. Pada pengukuran di titik VES2 belum menunjukkan potensi akuifer pada enam lapisan yang ditafsirkan.



Gambar 6. Kurva *matching* pada VES2 (titik lokasi kedua)

Tabel 3. Hasil pengukuran pada titik VES2

Lapisan bawah permukaan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Litologi
1	117	0 - 0.602	Soil
2	228	0.602 - 2.49	Limestone
3	691	2.5 - 4.04	Limestone
4	189	4.04 - 4.75	Limestone
5	71.9	5 - 10.1	Tuff



Gambar 7. Penampang 2D resistivitas semu (bagian atas) dan resistivitas yang sebenarnya (bagian bawah) dari hasil pengolahan dengan *IP2WIN*

Gambar 7. Hasil pengukuran sebaran resistivitas semu menunjukkan bahwa terdapat perubahan nilai yang semakin kecil terhadap pertambahan kedalaman. Lapisan bawah permukaan pada titik VES1 berdasarkan sebaran resistivitas yang sebenarnya ditunjukkan penampang sebelah kiri sedangkan lapisan bawah permukaan titik VES2 ditunjukkan pada penampang sebelah kanan. Berdasarkan hasil tersebut dapat

diduga bahwa potensi akuifer dari lintasan 1 (VES1) terlihat pada rentang resistivitas 9.336 – 112 Ωm yang terdapat pada lapisan 2, 4, dan 5 dan ditandai dengan warna hijau hingga kuning yang umumnya menggambarkan sedimen pasir, kerikil, dan alluvium yang baik. Sedangkan pada lintasan 2 (VES2) potensi akuifer belum terlihat dengan baik. Hal ini karena litologi yang menyusun masih berupa *soil, limestone,* dan *tuff* yang tidak sebaik litologi penyusun VES1 yang ditandai dengan warna warna sedikit merah hingga hitam dengan resistivitas yang cukup tinggi.

4. KESIMPULAN

Konfigurasi *schlumberger* ini cukup sensitive terhadap perubahan vertikal. Dapat ditunjukkan bahwa dari dua titik pengukuran yaitu lintasan 1 (VES1) dan lintasan 2 (VES2), lintasan 1 (VES1) memiliki potensi sebagai lapisan akuifer. Zona akuifer pada lapisan tersebut terlihat pada lapisan 2,4 dan 5 yang mana tersusun atas litologi pasir, kerikil, alluvium yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Bogdonoff, S., & Rubin, J. (2007). The regional greenhouse gas initiative: Taking action in Maine. Environment, 49(2), 9-16.

Gore, A. (2006). An inconvenient truth: The planetary emergency of global warming and what we can do about it. Emmaus, PA: Rodale.

Michaels, P. J., & Balling, R. C., Jr. (2000). The satanic gases: Clearing the air about global warming. Washington, DC: Cato Institute.

Mora, C., & Maya, M. F. (2006). Effect of the rate of temperature increase of the dynamic method on the heat tolerance of fishes. Journal of Thermal Biology, 31, 337-341. doi: 10.101b/jtherbio.2006.01.055

Artikel harus menggunakan minimal 15 referensi dengan (minimal) 80% referensi terbaru (tidak lebih dari 10 tahun) dan terdiri dari (minimal) 80% artikel dari jurnal ilmiah (jurnal terakreditasi nasional, minimal Sinta 4, dan/atau jurnal terindeks internasional seperti Scopus, WoS, dll.). Pustaka yang diacu direkomendasikan menggunakan software **Mendeley**

Arliska, E. A., Anda, P., & Hasan, E. S. (2022). Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Vertical Electrical Sounding Di Kecamatan Sawa. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, *8*(3), 197–209. https://doi.org/10.23960/jge.v8i3.223

Darsono, D., & Darmanto, D. (2019). Identifikasi Keberadaan Lapisan Akuifer Tertekan (Confined Aquifer) Berdasarkan Data Geolistrik (Studi Kasus : Desa Sambirejo Kecamatan Plupuh Kabupaten Sragen). *Indonesian Journal of Applied Physics*, *9*(01), 46. https://doi.org/10.13057/ijap.v9i01.30122

El-gawad, A. M. S. A., Helaly, A. S., & El-latif, M. S. E. A. (2018). NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics Application of geoelectrical measurements for detecting the ground-water seepage in clay quarry at Helwan, southeastern Cairo, Egypt. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, *7*(2), 377–389. https://doi.org/10.1016/j.nrjag.2018.04.003

Fabiana Meijon Fadul. (2019). Geolistrik Resistivitas Tahanan Jenis Di Kabupaten Bantul. *Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 9–31.

Fadhli, Z., Syukri, M., & Marwan, M. (2019). Identification of Aquifer Layer Based on 2D Resistivity Data in Lhokseumawe Aceh-Indonesia. *Journal of Aceh Physics Society*, *8*(3), 78–83. https://doi.org/10.24815/jacps.v8i3.14518

Fitrianto, T. N., Supriyadi, S., Taufiq, U. A., Mukromin, T. M., & Wardana, A. P. (2018). Identifikasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Kelurahan Bapangsari Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo. *Jurnal Fisika FLUX*, *15*(2), 100. https://doi.org/10.20527/flux.v15i2.4954

Hanifa, D., Sota, I., & Siregar, S. S. (2016). Penentuan Lapisan Akuifer Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Desa Sungai Jati Kecamatan Mataraman Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika FLUX*, *13*(1), 30–39. http://ppjp.unlam.ac.id/journal/index.php/f/article/view/1636

Hasan, M., Shang, Y., Akhter, G., & Jin, W. (2018). Delineation of saline-water intrusion using surface geoelectrical method in Jahanian Area, Pakistan. *Water (Switzerland)*, *10*(11). https://doi.org/10.3390/w10111548

Kumar, P., Tiwari, P., Singh, A., Biswas, A., & Acharya, T. (2021). Electrical Resistivity and Induced Polarization signatures to delineate the near-surface aquifers contaminated with seawater invasion in Digha, West Bengal, India. *Catena*, *207*(November 2020), 105596. https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105596

Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., Hamid, D., Fisika, P. S., Sains, F., & Palopo, U. C. (2018). *Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger Di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo*. *15*, 6–12.

Musriadi, M., Wahyuni, A., Rizal, A. S., Saparuddin, S. S., & Anjani, A. D. S. (2019). Pendugaan Zona Akuifer Dengan Metode Geolistrik Resistivity Konfigurasi Schlumberger Di Desa Jenetallasa Kecamatan Bangkala Kabupaten Jeneponto. *JFT : Jurnal Fisika Dan Terapannya*, *6*(2), 170. https://doi.org/10.24252/jft.v6i2.11723

Nurfalaq, A., Nawir, A., Manrulu, R. H., & Umar, E. P. (2018). Identifikasi Akuifer Daerah Pallantikang Kabupaten Jeneponto dengan Metode Geolistrik. *Jurnal Fisika FLUX*, *15*(2), 117. https://doi.org/10.20527/flux.v15i2.5158

Prabowo, A., Hartono, H., & Kaeni, O. (2022). Analisis Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Vertical Electrical Sounding (Ves) Di Kelurahan Hargomulyo. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, *8*(2), 81–92. https://doi.org/10.23960/jge.v8i2.189

Sapitri, T. E., & Malik, U. (2020). Identifikasi Air Tanah Di Perumahan Graha Mustamindo Permai 3 Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger. *Komunikasi Fisika Indonesia*, *17*(3), 150. https://doi.org/10.31258/jkfi.17.3.150-154

Wedomartani, D., Sleman, K., Zakaria, M. F., & Vanny, B. T. (2019). *Identifikasi Akuifer Air Tanah Dalam Menggununakan Metode Geolistrik Schlumberger di*. *3*(1), 20–25.