



Pendugaan air tanah (*aquifer*) dengan metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) 1D di Perumahan Medan Baru

NABILAH ROFIFAH, M. SIAMAN, RONNI SARAGIH, SUHENDRA*, JESIKA ERNI ELFRITA SINAGA, DAN HALAUDDIN

Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

<p>Kata kunci: akuifer, air tanah, geolistrik, VES</p>	<p>ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan akuifer air tanah di perumahan Medan Baru Kecamatan Muara Bangka Hulu yang di setiap perumahan mengalami masalah air tanah yang berbeda. Penelitian ini menggunakan metode Geolistrik resistivitas <i>Vertical Elektrical Sounding</i> (VES) sebanyak 3 titik pengukuran dengan konfigurasi <i>Schlumberger</i>. Hasil penelitian ini akan memberikan informasi water table dan kondisi litologi yang berpotensi menjadi akuifer kepada masyarakat di perumahan Medan Baru, sehingga masyarakat terbantu pada saat pencarian dan pembuatan sumur gali atau sumur bor. Hasil penelitian ini, yaitu pada lintasan pertama di titik VES 1 di depan Masjid lapisan akuifer terdapat pada kedalaman 8-60 meter, titik VES 2 diketahui lapisan akuifer terdapat pada kedalaman 7-80 meter, titik VES 3 terdapat lapisan akuifer di kedalaman 17-30 meter. Jenis mineral yang memiliki potensi untuk menampung air tanah di dalam pori batuan pada daerah perumahan Medan Baru yaitu lempung, pasir, dan kerikil.</p>
<p>Keywords: aquifers, groundwater, geoelectrical, VES</p>	<p>ABSTRACT: This study aims to determine the existence of groundwater aquifers in the Medan Baru housing complex in the Muara Bangka Hulu sub-district, where each housing complex experiences different groundwater problems. This research uses the Geo-electrical resistivity <i>Vertical Electrical Sounding</i> (VES) method for as many as three measurement points with <i>Schlumberger</i> configuration. The results of this study will provide water table information and lithological conditions that have the potential to become aquifers to the community in Medan Baru housing so that the community is helped when searching and making dug wells or boreholes. The results of this study, namely on the first track at VES point 1 in front of the Mosque, the aquifer layer is at a depth of 8-60 meters, VES point 2 is known to have an aquifer layer at a depth of 7-80 meters, VES point 3 has an aquifer layer at a depth of 17-30 meters. Mineral types that have the potential to store groundwater in the pores of the rock in the Medan Baru residential area are clay, sand, and gravel.</p>

1 PENDAHULUAN

Penggunaan air akan meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pemukiman yang semakin padat [1]. Perumahan Kandang Limun khususnya di Medan Baru Kecamatan Muara Bangkahulu, Provinsi Bengkulu. Dimana saat musim kemarau sebagian warga tidak mendapat air tanah dikarenakan air tanah habis di dalam akuifer tanah yang berada di wilayah perumahan tersebut. Air tanah adalah semua air yang berasal dari bawah permukaan bumi. Kedalaman air tanah bervariasi dari satu tempat ke tempat lain, tergantung pada tebalnya lapisan permukaan di atasnya serta letak lapisan air tanah tersebut. Suatu metode dimana potensi ketersediaan air tanah di suatu wilayah dapat ditentukan secara

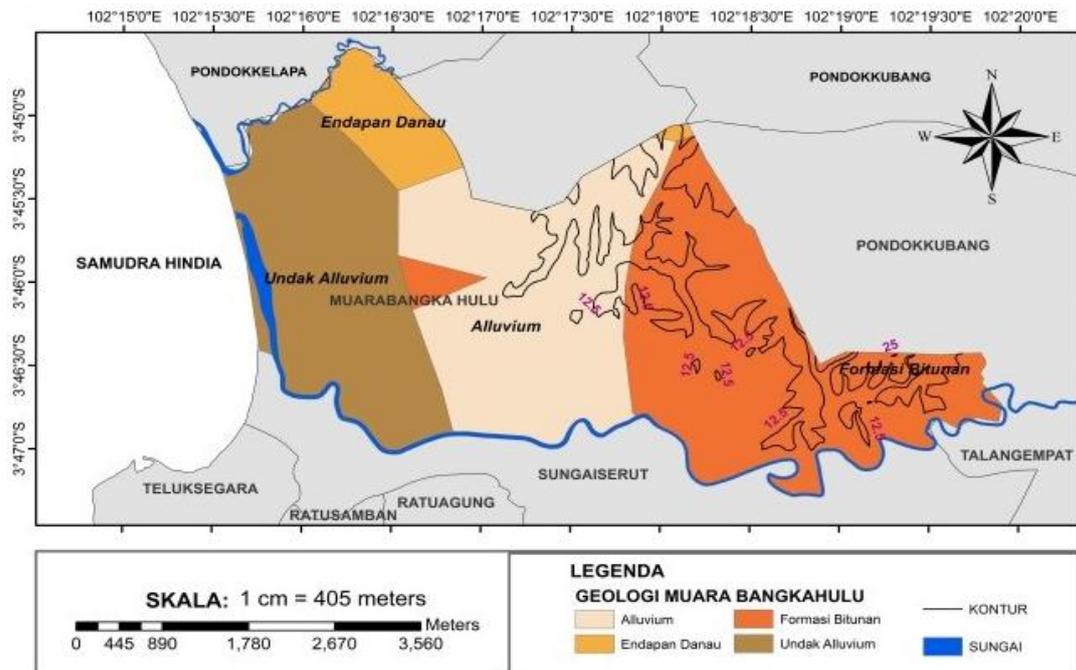
prediktif dengan melakukan survei geofisika [2]. Maka dilakukan penelitian tentang Pendugaan Potensi Air Tanah (*Aquifer*) Menggunakan Metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) 1D di Perumahan Medan Baru.

Secara geologi, Perumahan Medan Baru, Kecamatan Muara Bangka Hulu berada pada formasi Aluvium, Endapan Rawa, Formasi Bintunan serta Undak Aluvium. Secara umum lokasi penelitian di dominasi oleh jenis batuan dengan sifat fisik antaranya batuan undak Aluvium (*Qat*) yaitu endapan yang permukaannya paling muda memiliki umur holosen kuartar yang tersusun oleh pasir, lanau, lempung dan krikil. Karena sifatnya yang lepas lapisan ini agak padat. Kemampuan untuk dilewati air yang rendah sampai menengah dan daya

* **Corresponding Author:** email: suhendra@unib.ac.id

pendukung pondasinya sedang hingga baik. Batuan ini terbentuk oleh endapan sungai, pantai dan rawa. Aluvium (*Qa*) adalah batuan yang juga memiliki umur Holosen Kuarter yang di susun oleh bongkah, kerikil, pasir, lempung, lanau dan lumpur. Endapan Rawa (*Qs*) merupakan endapan permukaan yang berumur Holosen Kuarter ini tersusun oleh pasir, lanau dan lumpur dengan sisa tumbuhan. Batuan ini bersifat lepas, kemampuan meloloskan

air sedang hingga tinggi, dapat menjadi aquifer dan daya dukung pondasinya rendah. Formasi Bintuhan (*QTb*) adalah batuan sedimen dari gunung api yang diduga memiliki umur Plistosen Kuarter dan tersusun oleh konglomerat aneka bahan, breksi, batu gamping terumbu, batuan lempung tufan, batuan apung. Sifat batuan ini pada umumnya padat, kemampuan meloloskan airnya rendah. Tanah hasil pelapukannya bertekstur lempung hingga pasir [3].



Gambar 1. Kondisi geologi daerah penelitian

Ada beberapa metode geofisika untuk menemukan air tanah, diantaranya adalah metode geolistrik. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan formasi batuan di bawah permukaan tanah. Alat geolistrik akan mengalirkan arus listrik ke dalam tanah dengan melakukan pengukuran berdasarkan sifat kelistrikan yaitu sifat resistivitas batuan. Dalam metode geolistrik ini, setiap formasi batuan diwakili oleh nilai resistivitasnya. Nilai resistivitas masing-masing formasi batuan ditentukan oleh jenis bahan penyusun, kandungan air dalam batuan, sifat kimia air dan porositas batuan, serta diketahui nilai resistivitas formasi batuan. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode geolistrik resistivitas, salah satu keunggulan konfigurasi Schlumberger adalah konfigurasi ini memiliki jangkauan yang lebih dalam dibandingkan dengan konfigurasi lainnya [3]. Studi tersebut meng-

gunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger untuk memperkirakan potensi air tanah, dan berhasil memperoleh informasi bahwa akuifer dangkal dan potensi air dipengaruhi oleh musim [4]. Penelitian air tanah sangat populer menggunakan metode VES, karena metode ini sangat sensitif terhadap keberadaan air di bawah permukaan yang sudah dilakukan oleh banyak peneliti [5]–[10].

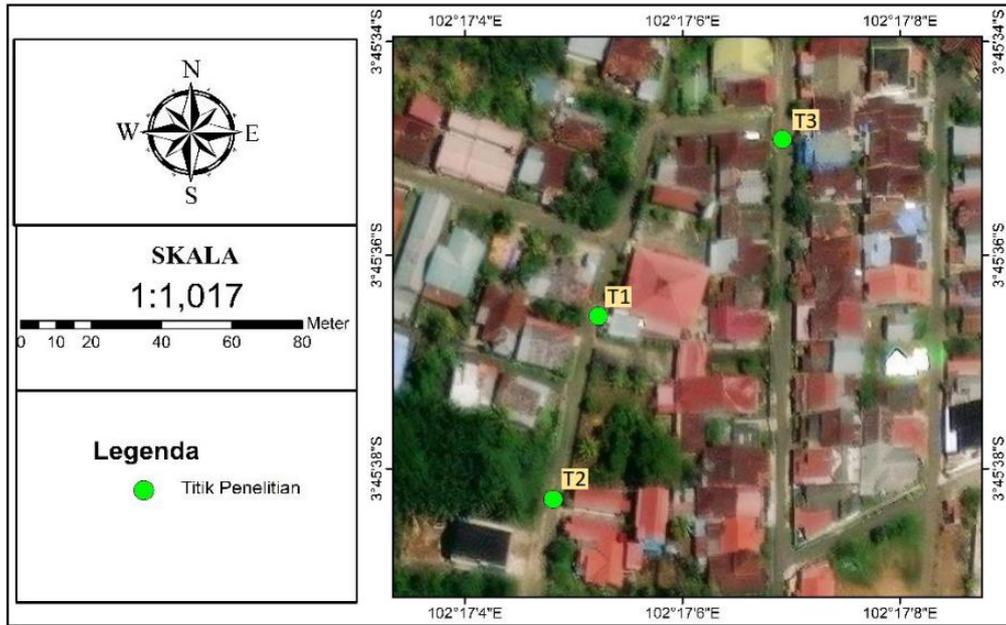
2 BAHAN DAN METODA

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah Satu set alat Geolistrik IP Meter MAE X612-EM, Elektroda arus 2 buah dan elektroda potensial 2 buah, Kabel penghubung 2 buah, Kabel Resistivity 4 gulungan, Meteran, Accumeter (Aki), Global Positioning System (GPS), Software Progress 3.0, dan laptop. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi schlumberger [11]. Konfigurasi ini menggunakan prinsip-prinsip tahanan jenis dengan

cara merambatkan arus listrik ke bawah permukaan bumi melalui elektroda potensial (volt) serta arus (ampere) [12]. Prosesnya yaitu arus listrik dialirkan melalui permukaan tanah dengan bantuan dua elektroda arus, yaitu A dan B serta elektroda potensial yakni M dan N yang ditancapkan ke dalam bumi [13].

Waktu dan Tempat

Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan secara langsung di Perumahan Medan Baru, Kecamatan Muara Bangkahulu, Provinsi Bengkulu pada tanggal 13-14 Mei 2022.

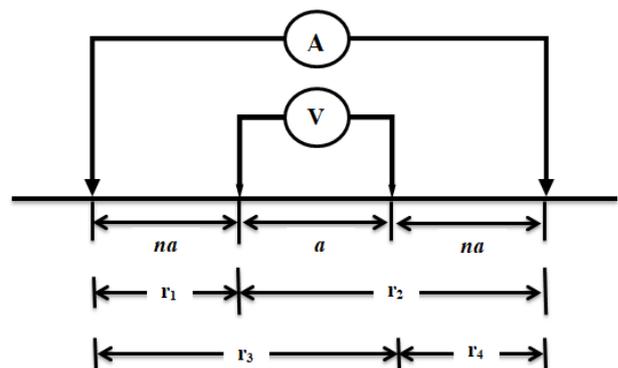


Gambar 2. Lokasi Penelitian

Prosedur Penelitian

Tahapan pada penelitian ini yaitu survey lapangan secara langsung meliputi perencanaan panjang lintasan, penentuan titik awal pengukuran, penentuan target kedalaman yang ingin dicapai pada penelitian ini, kemudian tahapan selanjutnya setelah dilakukan survey lapangan dan dilakukan proses pengambilan data dengan metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) konfigurasi *Schlumberger* jumlah titik akuisisi data pengukuran geolistrik adalah 3 titik, dan panjang lintasan yaitu 160 meter yang membentang ke kanan 80 meter dan ke kiri 80 meter dari *main unit* serta spasi antar titik pengukuran adalah 50 meter. setelah itu dilakukan proses pengolahan data, kemudian analisis data dan yang terakhir yaitu tahapan interpretasi untuk menentukan lapisan akuifer pada daerah penelitian.

Analisis Data



Gambar 3. Susunan Konfigurasi Schlumberger [14].

Pada Gambar 3, elektroda c1 dan c2 akan dialirkan arus sedangkan nilai beda potensial akan diukur dari elektroda p1 dan p2. Prinsip dari konfigurasi ini jarak antara elektroda potensialnya yaitu c1c2 dibuat tetap dan jarak p1p2 yang akan diubah-ubah. Saat jarak p1p2 berubah pada jarak yang besar maka elektroda c1c2 juga berubah tidak lebih besar dari

1/5 jarak p1p2. Informasi tentang litologi bawah permukaan dari data geolistrik merupakan informasi struktur bawah permukaan walaupun tidak dilakukan pengeboran. Perhitungan nilai tahanan jenis semu dilakukan dengan rumus matematis berikut:

$$K = \frac{\pi(L2 - I2)}{I2}$$

Nilai K atau disebut dengan faktor geometri dapat dihitung menggunakan rumus matematis berikut [15]:

$$\rho a = k \frac{\Delta V}{I}$$

Keterangan: ρa = Resistivitas semu atau *Apparent resistivity* ($\Omega.m$). k = Faktor geometri yang tergantung pada jenis konfigurasi jarak AB/2 dan MN/2. ΔV = Beda potensial yang diukur (volt), I = Tegangan (A).

Banyak peneliti yang menggunakan geolistrik memberi tahu keberhasilan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* dalam mengidentifikasi kedalaman dan ketebalan akuifer di berbagai wilayah [1]. Secara teoritis, setiap batuan bawah permukaan memiliki nilai konduktivitas dan resistivitas yang berbeda, sehingga batuan yang sama dapat memiliki nilai resistivitas yang berbeda [16]. Dapat diketahui nilai tahanan jenis dari berbagai material di bawah permukaan bumi sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai Resistivitas dari berbagai jenis material [17].

No	Jenis Mineral	Resistivitas ($\Omega.m$)
1	Air payau	0,2
2	Air	1-100
3	Lempung (<i>clay</i>)	1-100
4	Pasir (<i>sand</i>)	1-1.000
5	Batu pasir	1-1 x 10 ⁸
6	Aluvium	10-800
7	Kerikil	100-600
10	Andesit	1,7 x 10 ² – 45 x 10 ⁴
11	Basal	200-100.000
12	Gamping	500-10.000
13	Kuarsa	500-800.000
14	Kerikil kering	600-10.000

Pada masing-masing estimasi pengukuran, diperoleh gambaran sebaran nilai tahanan jenis dalam arah vertikal (formasi) sesuai dengan nilai resistivitas (ρ) [18]. Semua titik estimasi memiliki koordinat atau lokasi berasal dari pengukuran GPS, kontur nilai resistivitas batuan yang serupa dapat dibuat untuk berbagai lokasi kedalaman yang diinginkan karena lokasi titik estimasi tersebar. Menurut tegangan dan data arus yang diukur dari hasil pengumpulan, nilai tahanan jenis semu dapat dihitung. Distribusi nilai

tahanan jenis semu sepanjang bentang digunakan sebagai masukan pada sebuah proses inversi [19]. Proses inversi adalah proses untuk mendapatkan nilai tahanan jenis sebenarnya di kedalaman yang bisa mencerminkan kondisi bawah permukaan bumi sesuai dengan karakteristik kelistrikannya [20]. Proses inversi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk log resistivitas [21]. Setelah dilakukan inversi, diperoleh nilai resistivitas sebenarnya yang berubah terhadap kedalaman yang digunakan sebagai acuan untuk membuat peta distribusi resistivitas. Hasil inversi datang dalam bentuk data log resistivitas. Untuk geolistrik 1D, setelah menghasilkan log resistivitas untuk setiap titik [22].

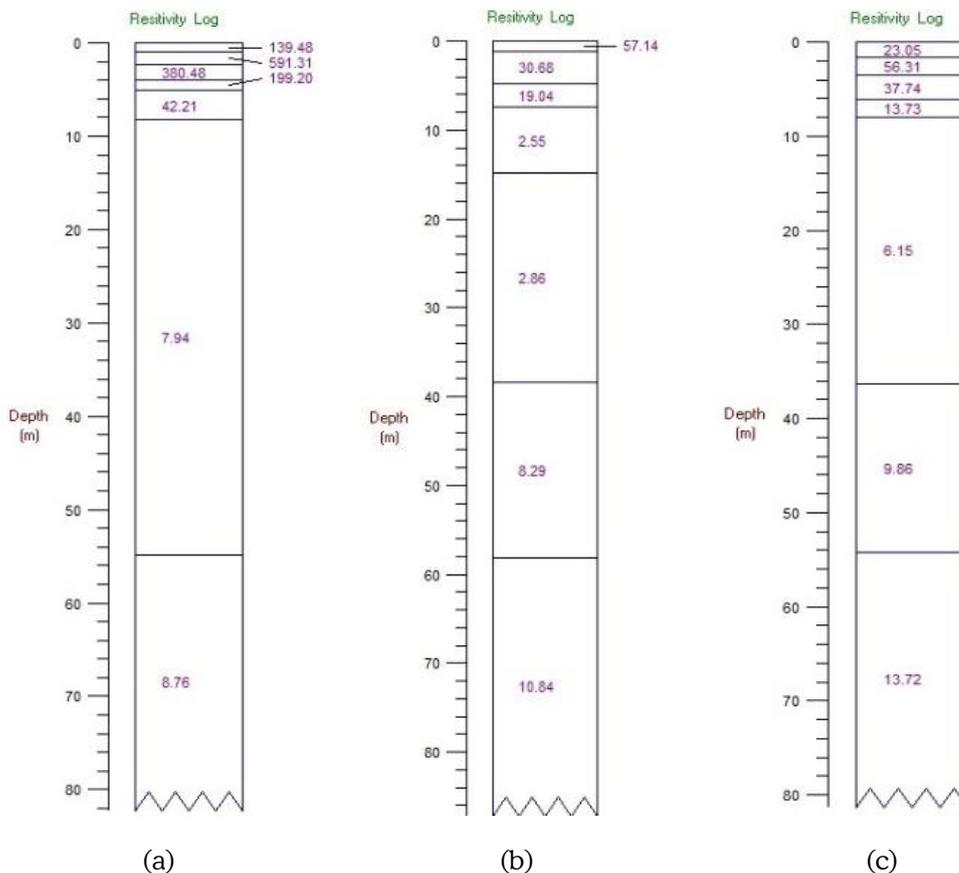
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada informasi litologi bawah permukaan yang memiliki struktur batuan yang berpotensi dapat menampung air tanah dan lapisan batuan yang dapat menjadi akuifer. Hasil dan pembahasan mengenai kedalaman akuifer dan water table akan sangat bermanfaat bagi masyarakat yang tinggal di perumahan Medan Baru untuk pembuatan sumur, guna mencari sumber air. Berdasarkan hasil penelitian dengan total 3 titik pengukuran geolistrik dengan menggunakan *software Progress* dan identifikasi pada akuifer dilakukan melalui pengukuran geolistrik resistivitas 1D di 3 titik VES yang disesuaikan berdasarkan kondisi nyata dari keberadaan sumur, panjang lintasan, dan kemungkinan untuk dibuat sumur baru. Hasil pengolahan data tampak berupa log resistivitas pada setiap titik VES yang memberikan informasi nilai kedalaman dan resistivitas masing-masing lapisan. Kurva biru adalah variasi dari nilai resistivitas yang ada (memiliki jumlah lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda), kurva biru muda dan merah menggambarkan informasi tentang hubungan antara nilai AB/2 dan nilai resistivitas semu.

Pada titik VES 3 yang berdekatan dengan fasilitas umum masjid sehingga sangat membutuhkan pasokan air bersih yang cukup. Selain itu, salah satu permasalahan untuk penelitian ini dilakukan yaitu keberadaan air tanah di lokasi masjid ini cukup dalam untuk membuat sumur baru dan lokasi masjid berada pada dataran yang tinggi. Diperoleh kurva log resistivitas atau tahanan jenis pada gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, dilihat pada titik VES 2 terdiri dari 7 formasi batuan. Lapisan batuan yang pertama, kedua dan ketiga di dominasi oleh lapisan *sand* (pasir). Pada lapisan ke empat, pada kedalaman 5-7 meter merupakan lapisan *clay* atau (lempung) sebagai pelindung akuifer. Lapisan ke enam,

dengan kedalaman 8-60 meter dan memiliki resistivitas 7,94 Ω .m dan 6,76 Ω .m di temukan lapisan akuifer. Pada titik VES 1 yaitu di rumah warga yang memiliki sumur gali dan air tidak pernah kering pada saat musim kemarau bahwa di titik VES 6 terdiri dari 7 formasi atau batuan dan di dominasi oleh air. Lapisan batuan yang pertama sampai ketiga di duga berupa lapisan lempung yang berperan sebagai lapisan pelindung. Di duga pada lapisan ke empat sampai lapisan ke tujuh merupakan lapisan akuifer yang berada di kedalaman 7-38 meter dan nilai resistivitas 2,55 Ω .m merupakan akuifer dangkal sedangkan 40-80 meter dengan nilai resistivitas 2,86 Ω .m, 8,29 Ω .m, dan 10,84 Ω .m merupakan akuifer dalam. Pada titik VES 1 ini sumber air sangat dangkal hampir

semua yang terlihat pada kurva berupa air, di titik ini tanah berwarna merah dan dekat dengan rawa terlihat bahwa di titik VES 1 terdiri dari 6 formasi batuan. Lapisan pertama di dominasi oleh lapisan lempung yang mudah meloloskan air ke lapisan di bawahnya. Lapisan akuifer terdapat pada lapisan ketiga dan keempat dengan kedalaman 8-16 meter yang nilai resistivitasnya 4,26 Ω .m dan 17-30 meter dengan nilai resistivitas 6,80 Ω .m yang merupakan lapisan akuifer ini dangkal dan lapisan terakhir merupakan lapisan lempung sebagai lapisan penutup akuifer. Adapun mineral yang terkandung di daerah Perumahan Medan Baru berupa aluvium yaitu lempung, pasir, dan kerikil.



Gambar 4. Hasil pengolahan data dengan geolistrik 1-D menggunakan perangkat lunak PROGRESS, (a) VES 1, (b) VES 2, (c) VES 3.

4 KESIMPULAN

Lokasi penelitian di perumahan Medan Baru, diketahui bahwa lapisan akuifer dapat pada titik VES 1 berada di kedalaman 8-60 meter. Lapisan akuifer pada titik VES 2 berada di kedalaman 7-80 meter. Lapisan akuifer pada titik VES 3 berada pada keda-

laman 8-30 meter. Jenis mineral yang memiliki potensi dapat menampung air tanah dan menjadi akuifer di daerah Perumahan Medan Baru adalah batuan lempung, pasir dan kerikil. Litologi batuan pada lokasi penelitian tidak homogen, yang disebabkan oleh topografi yang berundulasi.

REFERENSI

- [1] G. Halik, "Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik," pp. 1–6, 2003.
- [2] S. Purnama, E. Febriarta, A. Cahyadi, N. Khakhim, L. Ismangil, and H. Prihatno, "Analisis Karakteristik Akuifer Berdasarkan Pendugaan Geolistrik di Pesisir Kabupaten Cilacap Jawa Tengah," *J. Geogr.*, vol. 11, no. 22, pp. 155–165, 2013.
- [3] T. Di, S. Lereng, and B. G. G. Jatinangor, "Menggunakan Metode Electrical Resistivity," vol. 02, no. 01, pp. 45–52, 2018.
- [4] B. Buwana and N. Priyantari, "Identification of Aquifer in the MIPA Faculty - University of Jember Using 1D Geoelectrical Resistivity Method with Schlumberger Array Identifikasi Akuifer di Fakultas MIPA Universitas Jember Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 1D Konfigurasi Schlu," vol. 21, no. 2, pp. 123–132, 2020.
- [5] A. A. Babatunde, I. S. Olubusola, and O. F. Emmanuel, "Modeling of Groundwater Potential Using Vertical Electrical Sounding (VES) and Modeling of Groundwater Potential Using Vertical Electrical Sounding (VES) and Multi-caterial Analysis at Omitogun Housing Estate, Akure, Southwestern Nigeria," *Asian J. Adv. Res. Reports*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, 2018, doi: 10.9734/AJARR/2018/42166.
- [6] E. Manu, W. A. Agyekum, A. A. Duah, and R. Tagoe, "Application of vertical electrical sounding for groundwater exploration of Cape Coast municipality in the Central Region of Ghana," *Arab. J. Geosci.*, vol. 12, no. 196, pp. 2–11, 2019, doi: 10.1007/s12517-019-4374-4.
- [7] S. M. Babagana and S. Sharma, "Geophysical Characterization of Aquifer Systems Using Vertical Electrical Sounding Method in Demsa, Northeast Nigeria," *Int. J. Res. -GRANTHAALAYAH*, vol. 8, no. November, pp. 175–184, 2020, doi: <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v8.i11.2020.2379>.
- [8] A. De Almeida, D. F. Maciel, F. Karen, C. Tadeu, C. Nascimento, and S. Koide, "Vertical Electrical Sounding (VES) for Estimation of Hydraulic Parameters in the Porous Aquifer," *Water (Switzerland)*, vol. 13, no. 170, pp. 2–15, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/w13020170>.
- [9] S. S. Alarifi, K. Abdelrahman, and B. Y. Hazaea, "Journal of King Saud University – Science Depicting of groundwater potential in hard rocks of southwestern Saudi Arabia using the vertical electrical sounding approach," *J. King Saud Univ. - Sci.*, vol. 34, no. 7, p. 102221, 2022, doi: 10.1016/j.jksus.2022.102221.
- [10] J. Erni, E. Sinaga, G. Budianto, V. L. Pritama, and Su-hendra "Indonesian Physical Review," *Indones. Phys. Rev.*, vol. 6, no. 1, pp. 114–123, 2023, doi: <https://doi.org/10.29303/ipr.v6i1.209>.
- [11] Z. Arétouyap, D. Bisso, J. Larissa, P. N. Nouck, and J. Asfahani, "Hydraulic parameters evaluation of the Pan-African aquifer by applying an alternative geoelectrical approach based on vertical electrical soundings," pp. 113–126, 2019.
- [12] M. Sutasoma, A. P. Azhari, and M. Arisalwadi, "Identifikasi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Di Candi Dasa Provinsi Bali," *Konstan - J. Fis. Dan Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 2, pp. 58–65, 2018, doi: 10.20414/konstan.v3i2.8.
- [13] S. Syukur and A. Syakur, "Identifikasi Lapisan Akuifer Air Tanah Bawah Permukaan Method Geolistrik Teknik VES (Vertical Electrical Sounding) Pada Lokasi Rencana Pemboran Air Tanah dalam Lokasi Gunung Bale Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah," *Agr. J. Ilmu-ilmu Pertan.*, vol. 27, no. 1, pp. 38–44, 2020.
- [14] J. M. Reynolds, *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. England: John Wiley & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, West Sussex PO19 1UD, 1997.
- [15] A. I. Latupapua, "Penyelidikan Air Tanah dengan Metode Geolistrik di Desa Dulah Laut Kota Tual," *Agrologia*, vol. 11, no. 1, pp. 12–20, 2022.
- [16] P. Pengujian, S. Fisik, D. A. N. Mekanimk, and L. Untuk, "Pendugaan Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Di Desa Oeseli Dan Desa Oelolot Kecamatan Rote Barat Laut Kabupaten Rote Ndao Propinsi Nusa Tenggara Timur Estimation," vol. 15, no. 2, pp. 64–72, 2021.
- [17] S. Telford. Geldart, *Applied geophysics second edition*, vol. 127, no. 3212. 1990. doi: 10.1038/127783a0.
- [18] B. Usman, R. H. Manrulu, A. Nurfalaq, and E. Rohayu, "Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger," *J. Fis. FLUX*, vol. 14, no. 2, pp. 65–72, 2017, doi: 10.20527/flux.v14i2.4091.
- [19] J. Fisika and U. S. Maret, "Identifikasi Akuifer Dangkal dan Akuifer Dalam dengan Metode Geolistrik (Kasus : Di Kecamatan Masaran)," vol. 1, no. April, pp. 40–49, 2016.
- [20] C. R. R. I. Cisalak and W. Java, "(The Study of Aquifer Deployment using Geoelektric with Schlumberger Method," vol. 5, no. June, pp. 27–34, 2017.
- [21] Y. Yuniardi, V. Isnaniawardhani, F. Mohammad, M. K. Alfadli, and P. Ridwan, "Pendugaan Akifer Airtanah Dengan Metode Utara Gunungapi Tangkubanparahu Estimation Of Groundwater Aquifers With The Schlumberger Configuration Geoelectric Method On The," no. 2012, pp. 239–253, 2019, doi: 10.14203/risetgeotam2019.v29.1051.
- [22] R. Di, D. Bebandem, and K. Asem, "DOI : 10.24036/eksakta/vol19-iss01/101," *Identifikasi Akuifer Menggunakan Metod. Geolistrik Resist. DI Drh. BEBANDEM, KARANG ASEM, BALI*, vol. 19, no. 1, 2018.