

PEMETAAN POTENSI AIR TANAH (*GROUNDWATER*) BERDASARKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL RESISTIVITY* (VES) DI DESA JABUNG, KABUPATEN MALANG

Mayang Bunga Puspita¹, Faridha Aprilia²

^{1,2}Teknik Geofisika, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Corresponding author email: mayang.puspita@ub.ac.id

Info Artikel

Diterima:

16 Agustus 2022

Disetujui:

18 Desember 2022

Dipublikasikan:

31 Desember 2022

Abstrak:

Desa Jabung yang berada di Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang memiliki potensi air tanah yang beragam. Penelitian menggunakan metode geolistrik *Vertical Electrical Sounding* (VES) dilakukan di beberapa dusun di Desa Jabung yang kesulitan air untuk memetakan potensi air tanah di dusun-dusun tersebut. Pengukuran VES dilakukan di Dusun Boro Lor, Dusun Gunung Kunci, Dusun Umpak, dan Dusun Mindi, dengan 1 titik referensi yang diukur di sebelah sumur bor milik Pemerintah Daerah. Hasil analisis VES di 4 dusun menunjukkan lapisan akuifer berupa lapisan batupasir dengan resistivitas 25,8-41,7 Ω m. Ketebalan akuifer beragam dari 4,6 meter hingga 30,1 meter. Kedalaman akuifer juga berbeda-beda dari kedalaman 40,6 meter hingga kedalaman 68,6 meter.

Kata kunci: Akuifer, Desa Jabung, Geolistrik, VES

Abstract :

Jabung Village, located in Jabung District, Malang Regency, has various groundwater potentials. The study using the Vertical Electrical Sounding (VES) geoelectric method was carried out in several hamlets in Jabung Village with water shortages to map the groundwater potential in these hamlets. VES measurements were carried out in Boro Lor Hamlet, Gunung Kunci Hamlet, Umpak Hamlet, and Mindi Hamlet, with 1 reference point measured next to a drilled well belonging to the Regional Government. The results of VES analysis in 4 hamlets show that the aquifer layer is a sandstone with a resistivity of 25.8-41.7 m. The thickness of the aquifer varies from 4.6 meters to 30.1 meters. The depth of the aquifer also varies from a depth of 40.6 meters to a depth of 68.6 meters.

Keywords: Aquifer, Geoelectric, Jabung Village, VES

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia di berbagai sektor. Sering dengan pertambahan jumlah populasi manusia, kebutuhan akan air cenderung meningkat. Dengan berbagai keistimewaan air tanah dibandingkan dengan air permukaan, air tanah seringkali menjadi pilihan utama untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Air tanah umumnya mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan air permukaan (Karamouz et al., 2020). Selain itu, di beberapa wilayah dengan potensi air tanah yang baik, sangat mudah untuk mendapatkan air tanah. Namun, tidak semua daerah memiliki potensi air tanah yang baik, termasuk di Desa Jabung.

Desa Jabung merupakan suatu desa yang secara administratif berada di Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Desa ini terdiri dari beberapa dusun, di antaranya Dusun Krajan, Mindi, Umpak, Gunung Kunci, Boro Lor, dan Boro Jabung. Potensi air tanah di Desa Jabung cukup beragam. Dusun Krajan, dan Boro Jabung mempunyai potensi air tanah yang baik, sementara Dusun Mindi, Umpak, Gunung Kunci, dan Boro Lor memiliki potensi air tanah yang kurang baik, bahkan dikategorikan sebagai daerah yang mengalami kekeringan (Tenola, 2018).

Desa Jabung merupakan suatu desa yang secara administratif berada di Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Desa ini terdiri dari beberapa dusun, di antaranya Dusun Krajan, Mindi, Umpak, dan Boro Jabung. Menurut (Bemmelen, 1949), daerah ini termasuk dalam fisiografi Zona Depresi Sentral Jawa, Solo, dan Randublatung. Sementara secara geologi menurut (Santosa & Situmorang, 1992) batuan yang menyusun desa ini adalah Batuan Gunungapi Tengger (Qyt) dan Tuf Malang (Qytm). Batuan Gunungapi Tengger (Qyt) terdiri dari tuf pasir, tuf batupasir, tuf abu, aglomerat, sedangkan Tuf Malang (Qytm) terdiri dari tuf batupasir, tuf pasir, tuf breksi, tuf halus, serta tuf lapili. Setting geologi Desa Jabung menyebabkan perbedaan potensi air tanah (Prastitho et al., 2018) di beberapa dusun, sehingga ada dusun-dusun yang memiliki potensi air tanah yang baik dan ada dusun-dusun yang mengalami kekeringan akibat potensi air tanah yang kurang baik.

Pemetaan potensi air tanah dapat dilakukan dengan berbagai metode geofisika untuk menemukan titik yang cocok sebagai lubang bor yang efektif. Salah satu metode geofisika yang umum digunakan untuk pemetaan potensi air tanah adalah dengan menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi Schlumberger atau sering disebut dengan metode VES (Vertical Electrical Sounding) (Nabighian, 1988; Ojo et al., 2007). Metode VES merupakan metode galvanic untuk penetrasi dalam yang sangat berguna untuk studi air tanah karena kesederhanaan dan keandalan dari metode ini (Olawuyi & Abolarin, 2013). Parameter fisis yang diukur dengan metode VES berupa resistivitas batuan, yaitu properti yang bergantung pada litologi dan kandungan fluida (Bloss & Bedrosian, 2015; Hersir & Árnason, 2010). Lapisan air tanah (akuifer) dapat dideteksi menggunakan metode VES dengan melihat perbedaan resistivitas lapisan batuan (Fetter, 1994). Tujuan akhir metode VES adalah untuk mendapatkan log resistivitas yang mirip dengan log induksi sumur di lokasi tersebut tanpa benar-benar mengebor sumur (Hamill & Bell, 1986). Beberapa penulis telah menggambarkan akuifer dangkal maupun dalam dan memperkirakan parameter hidrolik akuifer menggunakan metode VES di berbagai belahan dunia (Alarifi et al., 2022; Asta & Muis Prasetya, 2020; Ekwe et al., 2010; Joshua et al., 2011; Kasidi & Victor, 2019; Kumar & Swathi, 2014; Olawuyi & Abolarin, 2013; Saleh & Samsudin, 2013; Sholichin & Prayogo, 2019; Ugada et al., 2013; Younis et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lapisan akuifer berdasarkan data VES. Data VES yang digunakan merupakan data primer yang diambil oleh penulis untuk dianalisis dan diinterpretasikan dalam delineasi lapisan akuifer. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai database mengenai data geofisika maupun hidrologi di Desa Jabung yang belum banyak ada.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode geofisika aktif yaitu metode Vertical Electrical Sounding (VES) yang termasuk ke dalam metode geolistrik. Dalam metode geolistrik ini arus listrik dialirkan ke dalam tanah dengan 2 elektroda arus untuk mendapatkan gambaran resistivitas (tahanan jenis) bawah permukaan (Milsom, 2003). VES dapat memberikan gambaran resistivitas bawah tanah dalam 1 dimensi (1D), sehingga lapisan batuan dapat diketahui dan diidentifikasi kedalaman akuifernya.

Pengukuran VES dilakukan terhadap permukaan bumi yang dianggap suatu medium homogen isotropis. Pada kenyataannya bumi tersusun atas komposisi batuan yang bersifat heterogen secara vertikal maupun horisontal (Telford et al., 1990). Objek batuan yang bersifat heterogen dan beragam akan memberikan nilai resistivitas yang juga beragam. Sehingga nilai resistivitas yang terukur merupakan resistivitas semu,

$$\rho_a = k \frac{V}{I}$$

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa Resistivitymeter Syscal Junior (Gambar 1), dua buah elektroda arus, dua buah elektroda potensial, 4 kabel gulung, dan satu buah aki. Peralatan tambahan berupa logsheet, GPS handheld, dan alat tulis. Sedangkan konfigurasi yang digunakan berupa konfigurasi Schlumberger dengan AB/2 sebesar 250 meter.



Gambar 1. Resistivitymeter Syscal Junior

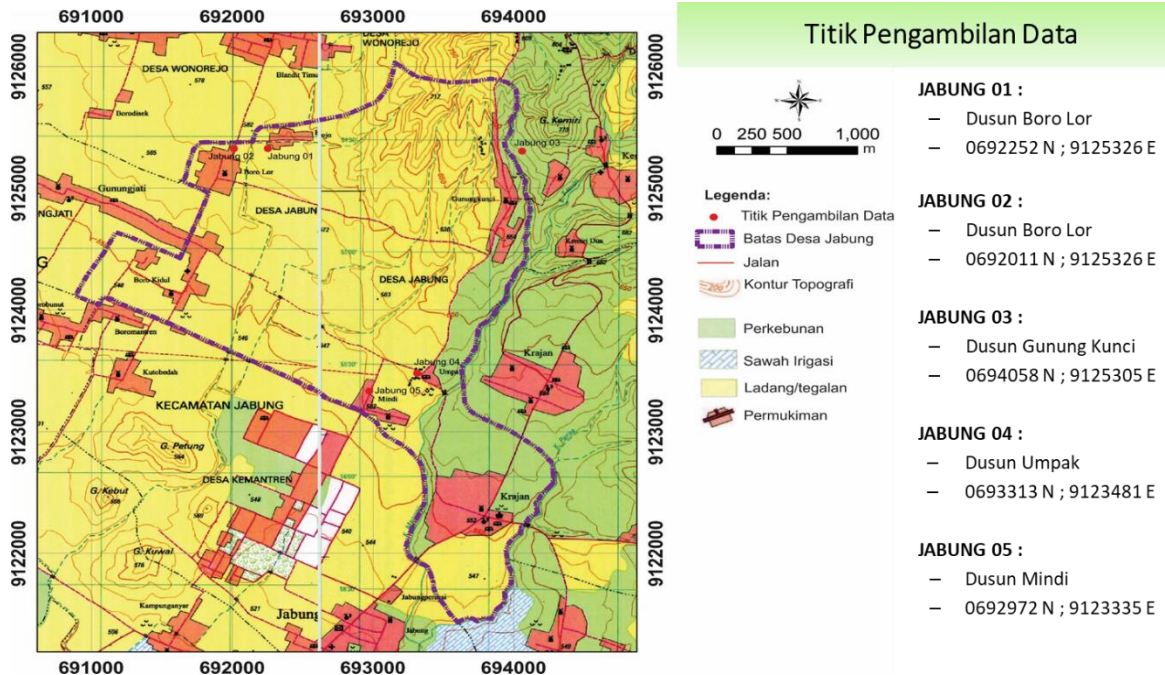
Dalam penelitian ini, dilakukan pengambilan data sebanyak 5 titik VES. Empat titik VES disebar ke 4 dusun yang mengalami kesulitan air, yaitu Dusun Boro Lor, Dusun Gunung Kunci, Dusun Umpak, dan Dusun Mindi, sedangkan satu titik VES yaitu titik JABUNG 02 diambil di sebelah sumur bor milik Pemerintah Daerah yang berada pada Dusun Boro Lor.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

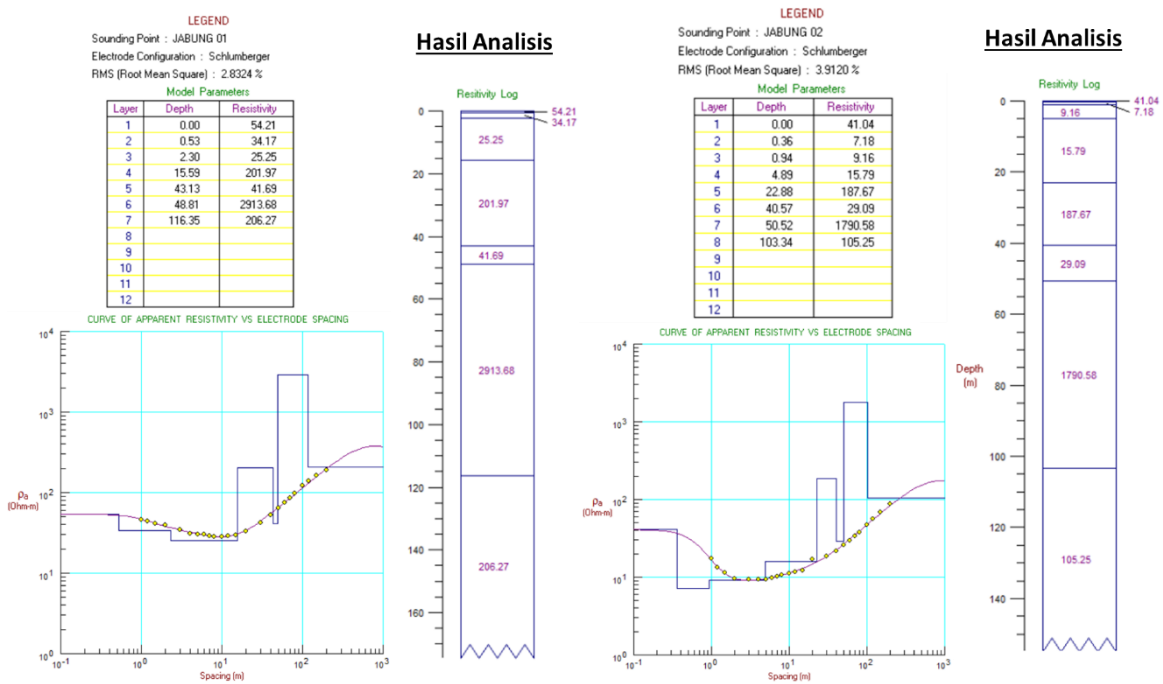
Pengambilan data lapangan dilakukan pada hari Selasa, 23 Juni 2020 di Desa Jabung. Akuisisi data ini disesuaikan dengan informasi yang telah diperoleh dari Kepala Desa Jabung yang menyebutkan bahwa Dusun Boro Lor, Dusun Gunung Kunci, Dusun Umpak, dan Dusun Mindi mengalami kekeringan. Dari kegiatan akuisisi data ini diperoleh 5 titik VES, dengan 2 titik berada di Dusun Boro Lor, 1 titik berada di Dusun Gunung Kunci, 1 titik berada di Dusun Umpak, dan 1 titik berada di Dusun Mindi (Gambar 2).

Proses pengolahan data metode Vertical Electrical Sounding (VES) di Desa Jabung menggunakan software PROGRESS 3.0 untuk menghasilkan model resistivitas batuan bawah permukaan. Model resistivitas tersebut selanjutnya diinterpretasikan menjadi model geologi yang sesuai dengan kondisi geologi di daerah penelitian. Model geologi yang ada akan memberikan informasi mengenai keberadaan dan kedalaman akuifer (Dzakiya et al., 2021).

Hasil pengolahan di kelima titik VES memberikan model fisis dengan kedalaman maksimal 97,65 meter hingga 116,35 meter. Lapisan batuan yang termodelkan (Gambar 3) sebanyak 6-8 lapisan dengan nilai resistivitas yang beragam (15,79 – 2913,65 Ωm). Beberapa lapisan yang memiliki nilai resistivitas hampir sama dapat diinterpretasikan sebagai 1 lapisan batuan. Nilai error RMS (Root Mean Square) yang diperoleh dari hasil pengolahan cukup rendah dengan nilai 2,74% hingga 3,95%.



Gambar 2. Lokasi titik pengambilan data potensi ABT di Desa Jabung



Gambar 3. Hasil pengolahan data VES di titik JABUNG01 dan JABUNG02

Berdasarkan informasi geologi daerah penelitian, titik-titik pengukuran masuk ke dalam wilayah Cekungan Air Tanah (CAT) Brantas dan didominasi oleh endapan gunungapi muda (Santosa & Situmorang, 1992; Iman et al., 2017). Hasil analisis model resistivitas menunjukkan dari 5 titik VES yang diambil di Desa Jabung secara umum memiliki 6 lapisan batuan, kecuali pada titik JABUNG03 yang berada pada Dusun Gunung Kunci dengan hasil 5 lapisan batuan. Sesuai dengan referensi dari beberapa kajian mengenai nilai resistivitas batuan (Palacky, 1988; Park et al., 2016; Telford et al., 1990), maka diinterpretasikan bahwa lapisan pertama berupa soil dengan ketebalan 2-5 meter dan resistivitas sangat beragam. Lapisan kedua berupa tuf dengan ketebalan 3-25 meter dan resistivitas 15,8-30,7 Ω m.

Lapisan ketiga berupa breksi vulkanik dengan ketebalan 23-61 meter dan resistivitas 159,6-491,8 Ωm . Lapisan keempat berupa batupasir dengan ketebalan 4,6-30 meter dan resistivitas 25,8-41,7 Ωm . Lapisan batupasir inilah yang diperkirakan menjadi akuifer Air Bawah Tanah. Lapisan kelima berupa boulder vulkanik dengan ketebalan 41-58 meter dan resistivitas sangat tinggi (1596,3-2915,7 Ωm). Boulder vulkanik ini yang tidak ditemukan di titik JABUNG03. Lapisan terakhir tidak diketahui ketebalannya, berupa breksi vulkanik dengan resistivitas 100,4-206,3 Ωm .

Dari hasil interpretasi, keberadaan akuifer di 4 Dusun memiliki kedalaman dan ketebalan yang beragam (Tabel 1). Titik JABUNG02 merupakan titik referensi yang pengukurannya dilakukan di lokasi yang dekat dengan sumur bor di Dusun Boro Lor. Pada Dusun Boro Lor sendiri akuifer ABT berada pada kedalaman kurang lebih 40 meter dengan ketebalan yang cukup tipis, yaitu 5,7-9,6 meter. Akuifer di Dusun Gunung Kunci memiliki kedalaman yang cukup dalam di 68,6 meter dengan ketebalan 30,1 meter. Dusun Umpak memiliki akuifer yang cukup tipis dengan ketebalan 4,9 meter pada kedalaman 56,5 meter. Sedangkan akuifer di Dusun Mindi memiliki tebal 4,6 meter pada kedalaman 45,7 meter.

Tabel 1. Keberadaan akuifer dari hasil interpretasi

<i>Titik</i>	<i>Dusun</i>	<i>Nilai Resistivitas (Ωm)</i>	<i>Kedalaman (m)</i>	<i>Ketebalan (m)</i>
JABUNG 01	Boro Lor	41.69	43.1	5,7
JABUNG 02	Boro Lor	29.09	40.6	9.6
JABUNG 03	Gunung Kunci	29.89	68.6	30.1
JABUNG 04	Umpak	25.78	56.5	4.9
JABUNG 05	Mindi	32.71	45.7	4.6

Hasil analisis mengenai kedalaman akuifer air tanah di beberapa dusun di Desa Jabung memberikan nilai kedalaman yang berbeda dari kajian terdahulu (Hezron et al., 2022) yang menyebutkan bahwa kedalaman akuifer di Desa Jabung berada di 22,9 meter hingga 30,5 meter. Perbedaan ini menunjukkan bahwa akuifer pada beberapa dusun di Desa Jabung yang memiliki potensi air tanah yang buruk berada pada kedalaman yang cukup dalam dan memerlukan pemboran untuk mendapatkannya. Di sisi lain, resistivitas akuifer di daerah penelitian memiliki kesamaan dengan beberapa akuifer di Kabupaten Malang, Kota Malang, maupun Kota Batu (Hezron et al., 2022; Irawan et al., 2022; Irjan, 2012). Akuifer dengan nilai resistivitas seperti di daerah penelitian umumnya merupakan batupasir memiliki porositas yang baik.

SIMPULAN

Ditemukan akuifer ABT pada seluruh titik VES di Desa Jabung, dengan kedalaman dan ketebalan yang beragam. Hasil analisis VES di 4 dusun menunjukkan lapisan akuifer berupa lapisan batupasir dengan resistivitas 25,8-41,7 Ωm . Ketebalan akuifer beragam dari 4,6 meter hingga 30,1 meter. Kedalaman akuifer juga berbeda-beda dari kedalaman 40,6 meter hingga kedalaman 68,6 meter. Dibutuhkan studi geofisika maupun geologi lebih lanjut untuk memahami kondisi ABT di Desa Jabung secara keseluruhan.

REFERENSI

- Alarifi, S. S., Abdelrahman, K., & Hazaea, B. Y. (2022). Depicting of groundwater potential in hard rocks of southwestern Saudi Arabia using the vertical electrical sounding approach. *Journal of King Saud University - Science*, 34(7), 102221. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102221>
- Asta, & Muis Prasetia, A. (2020). Application of Vertical Electrical Sounding (VES) Method with Resistivity Meter Based on Boost Converter to Estimate the Potential of Groundwater Aquifers in Karang Anyar of Tarakan City. *MATEC Web of Conferences*, 331, 06001. <https://doi.org/10.1051/mateccconf/202033106001>

- Bemmelen, R. W. van. (1949). *The Geology of Indonesia* ([Special ed. of the Bureau of Mines in Indonesia, Dept. of Transport, Energy, and Mining]). Govt. Print. Off.; sole agents, Nijhoff. <http://catalog.hathitrust.org/api/volumes/oclc/1517019.html>
- Bloss, B. R., & Bedrosian, P. A. (2015). *Laboratory Electrical Resistivity Analysis of Geologic Samples from Fort Irwin, California* (Open-File Report No. 2013–1024–E; Open-File Report). U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey.
- Dzakiya, N., Zakaria, M. F., Setiawan, D. G. E., & Laksmana, R. B. (2021). Study of Groundwater Types Using the Vertical Electrical Sounding (VES) Method in the ‘Martani Field’ Ngemplak District of Yogyakarta. *Journal of Applied Geospatial Information*, 5(1), 457–461. <https://doi.org/10.30871/jagi.v5i1.2703>
- Ekwe, A. C., Nnodu, I. N., Ugwumbah, K. I., & Onwuka, O. S. (2010). Estimation of Aquifer Hydraulic Characteristics of Low Permeability Formation from Geosounding Data: A Case Study of Oduma Town, Enugu State. *Online Journal of Earth Sciences*, 4(1), 19–26. <https://doi.org/10.3923/ojesci.2010.19.26>
- Fetter, C. W. (1994). *Applied Hydrogeology* (3rd ed). Macmillan; Maxwell Macmillan Canada; Maxwell Macmillan International. <http://catalog.hathitrust.org/api/volumes/oclc/28221754.html>
- Hamill, L., & Bell, F. G. (1986). *Groundwater Resource Development* (1st Edition). Butterworth-Heinemann. <https://www.elsevier.com/books/groundwater-resource-development/hamill/978-0-408-01409-0>
- Hersir, G. P., & Árnason, K. (2010). Resistivity of Rocks. *Short Course V on Exploration for Geothermal Resources*, 8.
- Hezron, Y. D., Asmaranto, R., & Haribowo, R. (2022). Analisis Kerentanan Intrinsik dan Spesifik Airtanah Terhadap Pencemaran di Sub DAS Amprong, Malang, Jawa Timur. 3(1), 13.
- Iman, M., Riawan, E., Setiawan, B., & Abdurahman, O. (2017). Air Tanah Untuk Adaptasi Perubahan Iklim di Malang, Jawa Timur: Penilaian Risiko Penurunan Ketersediaan Air. *RISSET Geologi Dan Pertambangan*, 27, 47. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2017.v27.438>
- Irawan, L. Y., Arinta, D., Panoto, D., Pradana, I. H., Sulaiman, R., Nurriqzi, E., & Prasad, R. R. (2022). Identifikasi karakteristik akuifer dan potensi air tanah dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di Desa Arjosari, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malang. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 27(1), 102–116. <https://doi.org/10.17977/um017v27i12022p102-116>
- Irjan, I. (2012). Pemetaan Potensi Air-Tanah (Akuifer) Berdasarkan Interpretasi Data Resistivitas Wenner Sounding (Studi kasus: Pengembangan kampus II Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang di Desa Tlekung Kecamatan Junrejo Kota Batu). *Jurnal Neutrino*. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1931>
- Joshua, E. O., Odeyemi, O. O., & Fawehinmi, O. O. (2011). Geoelectric investigation of the groundwater potential of Moniya Area, Ibadan. *Journal of Geology and Mining Research*, 3(3), 54–62.
- Karamouz, M., Ahmadi, A., & Akhbari, M. (2020). *Groundwater Hydrology: Engineering, Planning, and Management* (2nd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429265693>
- Kasidi, S., & Victor, V. (2019). Groundwater Exploration Using Vertical Electrical Sounding (Ves) Method In Musawa And Environs Of Katsina State, Nigeria. *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics (IOSR-JAGG)*, 7(6), 73–83. <https://doi.org/10.9790/0990-0706027383>
- Kumar, M. R. S. S., & Swathi, G. (2014). Vertical Electrical Sounding (VES) for Subsurface Geophysical Investigation in Kanigiri Area, Prakasam District, Andhra Pradesh, India. *Advances in Applied Science Research*, 5(5), 82–86.
- Milsom, J. (2003). *Field Geophysics* (3rd ed). J. Wiley.
- Nabighian, M. N. (Ed.). (1988). *Electromagnetic Methods in Applied Geophysics: Voume 1, Theory*. Society of Exploration Geophysicists. <https://doi.org/10.1190/1.9781560802631>
- Ojo, J. S., Olorunfemi, M. O., & Omosuyi, G. O. (2007). Geoelectric Sounding to Delineate Shallow Aquifers in the Coastal Plain Sands of Okitipupa Area, Southwestern Nigeria. *Online Journal of Earth Sciences*, 1(4), 170–179.

- Olawuyi, A. K., & Abolarin, S. B. (2013). Evaluation of Vertical Electrical Sounding Method for Groundwater Development in Basement Complex Terrain of West-Central Nigeria. *NIGERIAN JOURNAL OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT*, 10(2), 7.
- Palacky, G. J. (1988). Resistivity Characteristics of Geologic Targets. In *Electromagnetic Methods in Applied Geophysics: Volume 1, Theory* (pp. 52–129). Society of Exploration Geophysicists. <https://doi.org/10.1190/1.9781560802631.ch3>
- Park, S., Shin, S., Lee, D. K., Kim, C. R., & Son, J.-S. (2016). *Relationship between Electrical Resistivity and Physical Properties of Rocks*. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201602101>
- Prastistho, B., Pratiknyo, P., Rodhi, A., Prasetyadi, C., Massora, M. R., & Munandar, Y. K. (2018). *Hubungan Struktur Geologi dan Sistem Air Tanah*. LPPM UPN “Yogyakarta” Press.
- Saleh, H., & Samsudin, A. R. (2013). *Application of Vertical Electrical Sounding (VES) in subsurface Geological Investigation for Potential Aquifer in Lahad Datu, Sabah*. 432–437. <https://doi.org/10.1063/1.4858694>
- Santosa, S., & Situmorang, R. L. (1992). *Peta Geologi Lembar Malang, Jawa: Geological map of the Malang quadrangle, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sholichin, M., & Prayogo, T. B. (2019). Field Identification of Groundwater Potential Zone by VES Method in South Malang, Indonesia. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10, 999–1009.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139167932>
- Tenola, D. (2018, September 25). Kekeringan Parah, 800 Kepala Keluarga di Jabung Kekurangan Air Bersih. *JawaPos.com*. <https://www.jawapos.com/jpg-today/25/09/2018/kekeringan-parah-800-kepala-keluarga-di-jabung-kekurangan-air-bersih/>
- Ugada, U., Opara, A. I., Emberga, T. T., Ibim, F. D., Omenikoro, A. I., & Womuru, E. N. (2013). Delineation of Shallow Aquifers of Umuahia and Environs, Imo River Basin, Nigeria, Using Geo-Sounding Data. *Journal of Water Resource and Protection*, 05(11), 1097–1109. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2013.511115>
- Younis, A., Osman, O. M., Khalil, A. E., Nawawi, M., Soliman, M., & Tarabees, E. A. (2019). Assessment Groundwater Occurrences using VES/TEM Techniques at North Galala Plateau, NW Gulf of Suez, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 160, 103613. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.103613>