

Pemanfaatan Akuifer untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Blang Bintang, Aceh Besar

Layna Miska^{1*}, Zul Fadhli², Yurda Marvita³, Nurul Azmi⁴, Muhammad Syukri⁵, Sabrian Tri Anda⁶, Rini Safitri⁷, Marwan⁸, dan Muksin Umar⁹

^{1,2,3,8} Prodi Teknik Geofisika, Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

⁴ Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas KIP, Universitas Abulyatama

^{5,7,9} Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala

⁶ Prodi Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

* Penulis Korespondensi: E-mail: laynamiska@usk.ac.id

Article History:

Received: 20 July 2024

Revised: 8 August 2024

Accepted: 14 August 2024

Keywords: *Groundwater, Aquifer, Geolistrik, wells, Blang Bintang*

Abstract:

Groundwater is water that sourced from rainwater, river water and others which seeps into the ground and accumulates in a layer called an aquifer. Estimation of the distribution and identification of aquifer geometry is carried out to assist the people of Cot Madhi Village in an effort to design the depth of drilling to obtain water that will be used for their basic and supporting needs. In this measurement, the 1D resistivity geoelectric method is used to determine the resistivity value changes of the rock layer which serves to identify the type of aquifer and the depth of the aquifer for efficient drilling of well activities. The measurement uses Supersting instruments with Wenner-Schlumberger cable configuration. The results showed subsurface resistivity values in the measurement area between 3.4 - 112.1 Ωm . The penetration depth in this measurement is up to 165 meters deep. The resistivity model profile indicates a very economical water layer (aquifer) with a resistivity of 27.3 Ωm located at a depth of 54-84 meters with a thickness of 30 meters. This research found a potential aquifer layer as a source of clean water.

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu elemen vital bagi kehidupan manusia. Ketersediaan air bersih seringkali menjadi faktor utama dalam pembentukan pemukiman, kebersihan, dan kemakmuran. Saat ini, air tanah menjadi salah satu sumber air bersih yang banyak digunakan. Air tanah merupakan sumber air tawar terbesar kedua setelah air tawar dalam bentuk es di kutub (Wanielesta dkk., 1977). Dibandingkan dengan air permukaan, air tanah memiliki beberapa keunggulan, seperti kualitas air yang lebih baik dan potensi kontaminasi yang lebih rendah (Fetter, 1988) Diperkirakan sekitar 70% kebutuhan air bersih penduduk berasal dari air tanah (Darsono dkk., 2017). Namun, keberadaan air tanah yang berada di bawah permukaan bumi membuatnya sulit untuk dieksploitasi.

Air tanah atau *groundwater*, merupakan air yang berasal dari permukaan tanah seperti air hujan, air sungai, dan lainnya, yang kemudian meresap ke dalam tanah dan terkumpul dalam lapisan yang disebut akuifer. Suatu lapisan batuan dapat berfungsi sebagai akuifer jika mampu menyimpan dan mengalirkan air. Oleh karena itu, sebuah lapisan dapat diidentifikasi sebagai akuifer jika tersusun dari material dengan tingkat porositas tinggi dan diapit oleh dua lapisan yang tidak dapat ditembus air (Seyhan, 1997; Simoen, 2001; Purnama, 2004). Keterdapatan akuifer tentu tidak sama untuk setiap wilayah. Terdapat wilayah dengan ketersediaan akuifer yang luas juga berada pada kedalaman yang dangkal, namun terdapat pula wilayah dengan ketersediaan akuifer yang sedikit. Keterdapatan akuifer tersebut perlu diteliti untuk mengurangi tingkat kegagalan pengeboran. Desa Cot Madhi Kecamatan Blang Bintang Kabupaten Aceh Besar merupakan salah satu desa dengan potensi kekeringan pada musim kemarau yang tinggi. Desa ini cenderung mempunyai debit air yang sangat kurang Ketika musim kemarau dan perlu dilakukan pemetaan yang sempurna. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian pendahuluan terkait keberadaan, sebaran, serta jenis akuifer pada wilayah tersebut menggunakan metode geolistrik 1D.

Akuifer juga dibedakan menjadi beberapa jenis. Jenis akuifer mempengaruhi kuantitas dan juga kualitas dari akuifer. Akuifer bebas, akuifer tertekan, akuifer semi tertekan, dan akuifer semi tidak tertekan adalah beberapa jenis akuifer yang diketahui. Jenis akuifer di suatu daerah sangat tergantung pada kondisi geologi wilayah tersebut. Pada wilayah lembah alluvial umumnya dijumpai akuifer semi tertekan dimana air tanah terakumulasi pada lapisan setengah kedap (Darsono, 2016).

Eksplorasi air tanah melalui pembuatan sumur bor membutuhkan tenaga dan biaya yang besar dengan kemungkinan keberadaan air tanah yang tidak pasti. Oleh karena itu, diperlukan metode untuk mengetahui sebaran akuifer guna meningkatkan kemungkinan keberhasilan perolehan air tanah. Metode geolistrik dapat menjadi solusi untuk pemetaan akuifer tanpa memerlukan biaya dan waktu yang banyak. Metode geolistrik adalah metode geofisika yang paling umum dan digunakan secara luas dalam berbagai bidang. Metode ini memanfaatkan variasi nilai resistivitas material untuk mengetahui struktur lapisan bawah permukaan. Survei geolistrik 1D dilakukan untuk memperoleh gambaran struktur bawah permukaan secara lateral dan vertikal tanpa perlu melakukan penggalian (Yogi dkk, 2023; dan Darmansyah dkk, 2020).

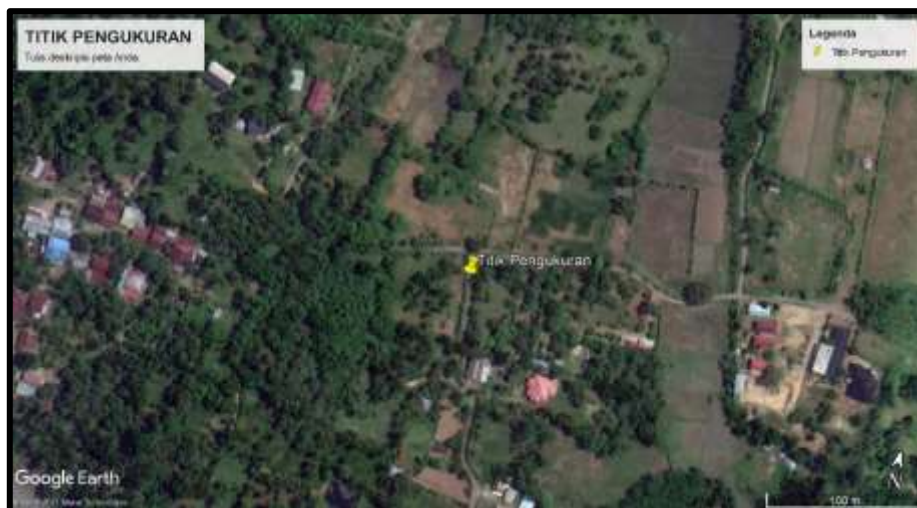
Secara keseluruhan, Dalam proses pemetaan akuifer yang akan dimanfaatkan untuk keperluan masyarakat Cot Madhi secara luas, metode geolistrik dapat memberikan manfaat dalam pengidentifikasian keberadaan akuifer, kedalaman, serta jenis akuifer di wilayah tersebut. Informasi yang didapatkan dari pengaplikasian metode tersebut dapat digunakan untuk perencanaan pengeboran. Hasil kajian ini diharapkan dapat meminimalisir kemungkinan kekurangan air di Desa Cot Madhi terutama pada musim kemarau panjang.

2. Metode Pelaksanaan Kegiatan

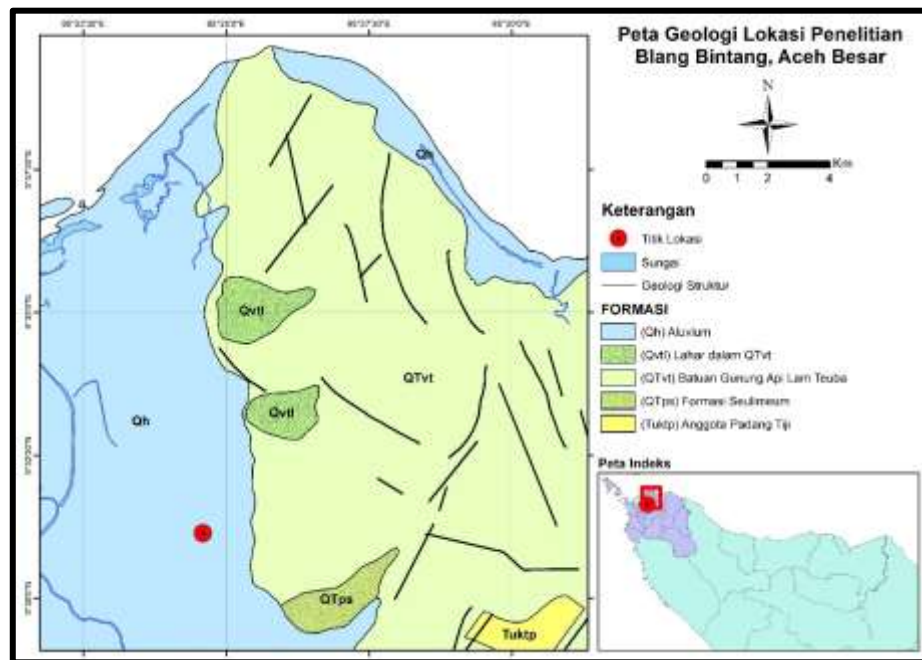
Survei sebaran dan identifikasi geometri akuifer dilakukan untuk membantu masyarakat desa dalam upaya mendesaian kedalaman pengeboran guna mendapatkan air yang akan digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Warga Desa Cot Madhi umumnya bekerja sebagai petani, desa ini memiliki hamparan sawah yang luas sehingga diharapkan kegiatan ini juga dapat membantu masyarakat memenuhi kebutuhan air untuk area persawahan terutama pada musim kemarau panjang.

2.1 Lokasi

Kegiatan dilakukan di Desa Cot Madhi Kecamatan Blang Bintang Kabupaten Aceh Besar dengan koordinat $5^{\circ}31'3''N$ dan $95^{\circ}24'30''E$. Desa ini berpenduduk sekitar 700 jiwa. Adapun lokasi pengukuran ditunjukkan pada Gambar 1. Pengukuran dan pengeboran akan dilakukan di posisi yang mewakili perumahan, perkebunan dan persawahan masyarakat guna pemakaian yang maksimal. Berdasarkan peta Geologi (Gambar 2), Lokasi pengukuran berada pada formasi Alluvium (Barber dkk., 2005). Formasi alluvium terdiri dari beberapa lapisan kerikil, pasir, lanau. Lapisan ini sangat berpotensi adanya lapisan pembawa air (akuifer) dibawah permukaan.



Gambar 1. Peta lokasi survei geolistrik di Desa Cot Madhi, Blang Bintang, Aceh Besar



Gambar 2. Peta geologi daerah pengukuran

2.2 Peralatan

Pengukuran data resistivitas di Desa Cot Madhi Kecamatan Blang Bintang, Aceh Besar dilakukan dengan menggunakan alat resistivimeter *SuperSting R8/IP* (Gambar 3). Kelengkapan peralatan yang digunakan pada pengukuran ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Instrument utama dan pendukung yang digunakan dalam kegiatan pengabdian

No	Peralatan	Fungsi
1.	Super Sting R8/IP	Merekam data resistivitas
2.	Elektroda	Penghantar arus dan Potensial
3.	Kabel Power dan Kabel Download data	Sebagai penghubung dan download data.
4.	Baterai Aki	Sebagai sumber arus
5.	Palu, GPS dan Meteran	Sebagai alat pendukung dalam proses pengambilan data lapangan.

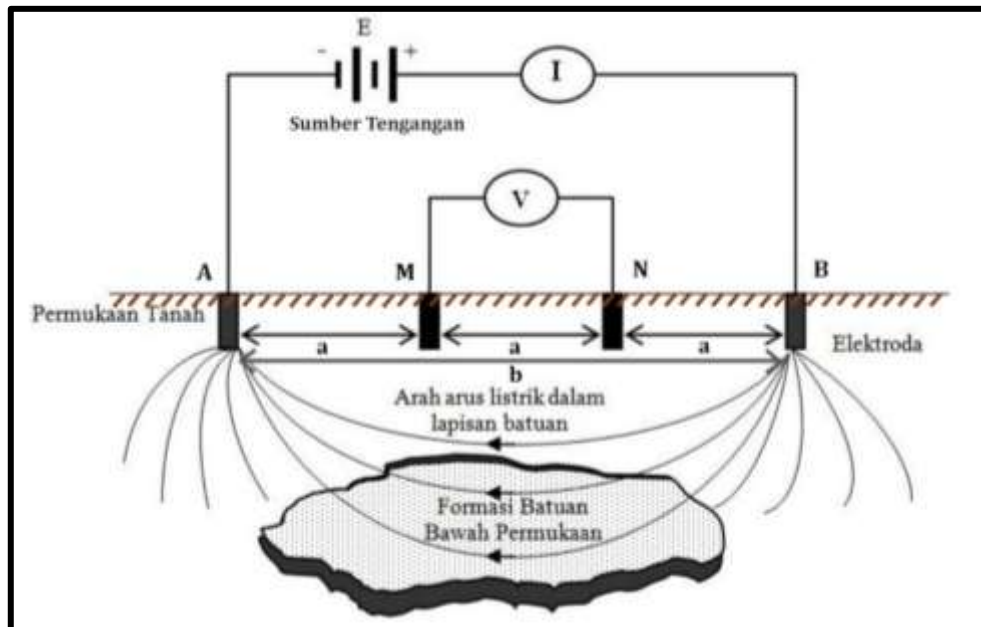


Gambar 3. Resistivimeter SuperSting R8/IP

2.3 Metode Kerja

Dalam kegiatan ini, metode geolistrik digunakan untuk menyelidiki kondisi hidrogeologi, khususnya dalam menentukan lapisan akuifer yang merupakan pembawa air di Desa Cot Madhi, Blang Bintang, Aceh Besar. Metode geolistrik digunakan untuk mengidentifikasi perubahan nilai resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan bumi dengan mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) melalui dua elektroda arus, A dan B, yang ditancapkan ke dalam tanah dengan spasi/jarak tertentu. Injeksi arus listrik akan menimbulkan potensial listrik pada batuan di bawah permukaan. Perbedaan potensial listrik yang terjadi dipermukaan bumi diukur melalui dua buah elektroda potensial M dan N yang jaraknya lebih pendek dari pada jarak elektroda arus A dan B. Setelah diketahui besar arus dan besar potensial maka dihitung resistivitas semunya (ρ_{semu}) yang diperoleh dari perkalian faktor geometri (K) yang tergantung pada konfigurasi bentangan elektroda dengan beda potensial (ΔV) yang telah dibagi dengan arus listrik (I). Arus listrik yang mengalir melalui batuan-batuan tersebut, sangat dipengaruhi oleh adanya fluida atau air yang terkandung di dalam pori-pori batuan.

Fluida dalam batuan seperti tanah, pasir, dan lempung, yang merupakan konduktor baik, dapat terdeteksi dengan metode geolistrik, sehingga memungkinkan penentuan lapisan *confined aquifer* atau lapisan akuifer (tanah dan pasir) yang diapit oleh lapisan batuan kedap air (seperti lempung) di atas dan bawahnya. Lapisan ini biasanya memiliki area *recharge* yang relatif jauh, sehingga ketersediaan air tanah di bawah titik bor tidak terpengaruh oleh perubahan cuaca lokal dan tidak mengganggu sumur dangkal yang digunakan oleh masyarakat (Syukri dkk., 2020). Penentuan akuifer ini diharapkan dapat mengatasi masalah keterbatasan air bersih di Desa Cot Madhi, Blang Bintang, Aceh Besar, dan memberikan manfaat bagi penduduk desa.



Gambar 4. Pengukuran metode geolistrik dengan konfigurasi *Schlumberger*
(Modifikasi: Telford, 1990 dan Seha & Aziz, 2016).

Adapun prosedur kerja pengukuran data resistivitas dalam survei ini dimulai dengan memperoleh izin dan melakukan sosialisasi kepada aparat desa, diikuti dengan survei lapangan dan persiapan pengukuran. Pengambilan data dilakukan menggunakan konfigurasi *Schlumberger*. Pengukuran dilakukan pada 1 titik pengukuran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pengambilan data, yaitu pada tahap ini konfigurasi yang digunakan Schlumberger dengan $AB/2$ (arus) mulai 1,6 m sampai 300 m. dan $MN/2$ (tegangan) bervariasi dari 0,5 meter – 32 m.

Pengolahan data hasil pengukuran dimulai dengan *men-download* data yang tersimpan pada alat resistivimeter dan *men-transfer* ke komputer yang telah di *install software AGISSAdmin*. Data ini di peroleh dalam format *stg*. Kemudian dilakukan dengan proses inversi data (*Running data*), data dalam format *stg* di *running* menggunakan *software earthimager1D* untuk diperoleh gambaran penampang nilai resistivitas bawah permukaan. Hasil pengolahan data ini berupa kurva pemodelan resistivitas berdasarkan kedalaman. 5) Interpretasi data, setelah diperoleh hasil pengolahan/gambar model yang didapatkan setelah dilakukan pemodelan selanjutnya dilakukan interpretasi gambar yang menjelaskan keadaan bawah permukaan kawasan Desa Cot madhi, Blang Bintang, Aceh Besar.

3. Hasil dan Pembahasan

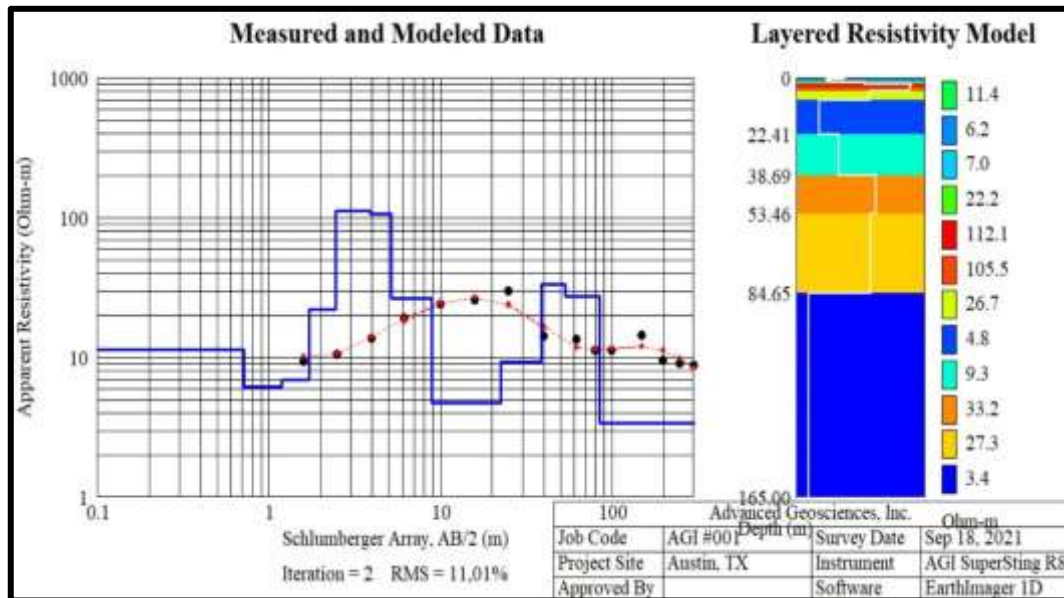
Pengukuran geolistrik dilakukan pada keadaan cuaca yang cerah dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger* dan spasi 5 meter. Data hasil pengukuran yang didapatkan di lapangan adalah dalam bentuk *Apparent resistivity*. Data ini dimodelkan dengan menggunakan software *earthimager1D* untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya. Nilai resistivitas tersebut menampilkan grafik nilai resistivitas terhadap kedalaman. Gambar 5 dibawah ini merupakan dokumentasi kegiatan pengambilan data resistivitas di Desa Cot Madhi, Blang Bintang, Aceh Besar.



Gambar 5. Proses pengambilan data: a) Foto tim lapangan, b) Foto Instrument utama, c) Penancapan elektroda.

Gambar 6 merupakan profil 1D pada titik pengukuran. Panjang bentangan pengukuran mencapai 300-meter ke arah utara (persawahan hingga rumah warga) dan 300-meter ke arah selatan (perumahan warga). Berdasarkan hasil pemrosesan data (Gambar 6), nilai resistivitas pada kawasan tersebut berkisar antara 3,4 – 112,1 Ωm dengan kedalaman yang bervariasi mencapai 165 meter. Nilai resistivitas 6,2 – 11,4 Ωm berada pada kedalaman hingga mencapai 3 meter dapat diidentifikasi sebagai tanah permukaan (*top soil*). Nilai resistivitas batuan 105,5 – 112,1 Ωm berada pada kedalaman berkisar antara 3 – 5 meter dapat diidentifikasi sebagai batu lempung. Nilai resistivitas 6,2 Ωm terdapat pada kedalaman 10-23 meter dibawah permukaan, lapisan ini dapat diidentifikasi sebagai air permukaan. Nilai resistivitas 9,3 Ωm pada kedalaman 23 – 39 meter dapat diidentifikasikan sebagai lanau. Nilai resistivitas 33, 2 Ωm terdapat pada kedalaman 39 – 54 meter dapat diidentifikasikan sebagai lempung pasir. Nilai resistivitas batuan 27,3 Ωm terdapat pada kedalaman 54-84 meter di bawah permukaan dapat diinterpretasikan sebagai lapisan dengan jenis batuan gravel dan berperan sebagai

lapisan akuifer. Lapisan yang berada di bawah lapisan akuifer diinterpretasikan sebagai lapisan lempung dengan nilai resistivitas 3,4 Ωm dengan kedalaman 85-165 meter. Secara umum, litologi daerah pengukuran akan disajikan pada Tabel 2.



Gambar 6. Penampang nilai Resistivitas bawah permukaan titik pengukuran.

Tabel 2. Litologi Daerah Pengukuran

No	Kedalaman (m)	Nilai Resistivitas (Ωm)	Litologi
1	0 – 3	6,2 – 11,4	Tanah Permukaan (<i>top soil</i>)
2	3 - 5	105,5 – 112,1	Batu Lempung (Lunak)
3	10 – 23	6,2	(Air Permukaan)
4	23 – 39	9,3	Lanau
5	39 – 54	33,2	Lempung Pasiran
6	54 – 84	27,3	Gravel (Akuifer)
7	85 – 165	3,4	Lempung

4. Simpulan

Hasil pengukuran dan pemodelan geolistrik resistivitas 1D menunjukkan bahwa resistivitas di kawasan Cot Madhi berkisar antara 3,4 – 112,1 Ωm . Kedalaman penetrasi pada pengukuran ini hingga kedalaman 165 meter. Profil model resistivitas ini mengindikasikan adanya lapisan air (akuifer) yang sangat ekonomis dengan resistivitas 27,3 Ωm pada kedalaman 54-84 meter (ketebalan 30 meter) di bawah permukaan. Penelitian ini menemukan lapisan akuifer yang potensial sebagai sumber air bersih. Hal ini mengindikasikan bahwa sumber air bersih yang didapatkan dengan kuantitas debit

yang besar. Dapat dipastikan bahwa, air tersebut dapat dilakukan proses pompanisasi (*pumping*) dengan debit yang cukup untuk masyarakat penggunaan.

5. Ucapan Terima Kasih

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih kepada pemerintah Desa Cot Madhi, Kecamatan Blang Bintang, Aceh Besar atas izin dan kerjasama dalam proses akusisi data dan kepada Tim dari Program Studi Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala beserta laboran dan mahasiswa yang telah membantu dalam kegiatan pengabdian ini.

6. Referensi

- Barber A.J., Crow, M. J., & Milson, J. (2005). Structure and Structural History. Sumatera: Geology, Resources, and Tectonic Evolution. *Geological Society London Memoir*, 31(31). 300.
- Darmansyah, Atmaja, I. 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), 25–29.
- Darsono., D. (2016). Identifikasi Akuifer Dangkal dan Akuifer Dalam dengan Metode Geolistrik (Kasus: Di Kecamatan Masaran). *Indonesian Journal of Applied Physics*, 6(01), 40. <https://doi.org/10.13057/ijap.v6i01.1798>
- Darsono., Legowo, B., & Darmanto. (2017). Identifikasi Potensi Akuifer Tertekan Berdasarkan Data Resistivitas Batuan (Kasus : kecamatan Sambirejo Kabupaten Sragen). *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 13 (1).
- Fetter, C. W. (1988). *Applied Hydrogeology*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Purnama, S. (2004). Infiltrasi di Kecamatan Nguter Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah. *Majalah Geografi Indonesia*, 18(1), 1-14.
- Purnama, S. & M.A. Marfai. (2012). Saline Water Intrusion Toward Groundwater: Issues And Its Control. *Journal of Natural Resources and Development*, 02. 25-32.
- Sehah & Aziz, A. N. (2016). Pendugaan Kedalaman Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Desa Bojongsari Kecamatan Alian Kabupaten Kebumen. *Jurnal Neutrino*, 8 (2), 41-49.
- Seyhan, E. (1997). Regressio Morphometrical Variable with Synthenic Hydrograph Parameters. Nederland: Geografisch Institut Utrecht.
- Simoen, S. (2001). Sistem Akuifer di Lereng Gunung Api Merapi Bagian Timur dan Tenggara; Studi Kasus di Kompleks Mataair Sungsang, Boyolali, Jawa Tengah.

Majalah Geografi Indonesia, 15(1), 141-152.

- Syukri, M., Saad, R., & Fadhli, Z. (2020). Capability of P-and S-wave seismic refraction in delineating the Blang Bintang Sanitary Landfill (TPA) Ground Subsurface, Songklanakarin Journal of Science & Amp. Technology, 42 (4), 780-787.
- Telford, W.M., Gedaart, L.P., & Sheriff, R.E. (1990). Applied geophysics. New York: Cambridge University Press
- Wanielista, M., Kersten, R. & Eaglin, R. (1997). *Hydrology: Water Quantity and Quality Control*. New York: Joh Wiley and Sons Inc.
- Yogi, I. B. S., Dani, I., Erfani, S., & Sinambela, R. Z. (2023). Simulasi Metode Geolistrik 1D Dan 2D Menggunakan PyGIMLi untuk Mendapatkan Hasil yang Lebih Akurat. 01(01), 1-18.