

INVESTIGASI SUMBER AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS KONFIGURASI SCHLUMBERGER DAN PENGEBORAN

Muhammad Fathur Rouf Hasan^{1*}, Anjar P. Azhari², Putera Agung Maha Agung¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G.A. Siwabessy,
Depok, 16425, Indonesia

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Qamarul Huda Badaruddin,
Jl. H. Badaruddin Desa Bagu Kabupaten Lombok Tengah, 83562, Indonesia
E-mail: rouf@sipil.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mencari keberadaan sumber air tanah. Metode yang digunakan adalah geolistrik resistivitas konfigurasi schlumberger dan proses pengeboran. Pengukuran dilakukan pada 4 titik dengan bentangan 400 meter dan jarak antar elektroda 10 meter. Hasil penelitian menunjukkan indikasi keberadaan air tanah ditemukan pada titik pengukuran 3 kedalaman 36-55 meter dibawah permukaan tanah dengan nilai resistivitas sebesar 0,97 Ωm . Proses pengeboran dilakukan pada titik 3 sesuai rekomendasi, adapun hasil dari pengeboran menunjukkan informasi keberadaan air tanah ditemukan pada kedalaman 46 m dibawah permukaan tanah, hasil ini sesuai dengan informasi yang diperoleh dari hasil penelitian. Identifikasi keberadaan air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas terbukti cukup ramah lingkungan, karena tidak ada kerusakan lingkungan yang ditimbulkan.

Kata kunci: air tanah, geolistrik resistivitas, konfigurasi schlumberger, pengeboran.

ABSTRACT

This study aims to determine the existence of groundwater. The method used in this research is the geoelectrical resistivity method with schlumberger configuration and drilling process. Measurements were made at 4 points with a span of 400 meters and a distance between electrodes of 10 meters. The results showed indications of the presence of groundwater were found at measurement point 3, a depth of 36-55 meters below the ground surface with a resistivity value of 0.97 Ωm . The drilling process was carried out at point 3 according to the recommendations, while the drilling results showed information on the presence of groundwater at a depth of 46 m below the ground surface, this result is the same as the information obtained from the research results. The identification of groundwater using geoelectrical resistivity method is proven to be quite environmentally friendly because there is no environmental damage caused.

Keywords: drilling, geoelectrical resistivity, groundwater, schlumberger configuration.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan hidup makhluk hidup (Fadilah, 2020). Kebutuhan sumber air menjadi sangat vital bagi seluruh sektor kehidupan seperti: pertanian, pendidikan, peternakan, dan sektor lainnya. Lembaga pendidikan seperti SMA 2 Taruna Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu objek vital yang membutuhkan ketersediaan sumber air guna kelancaran proses belajar mengajar. Pemenuhan ketersediaan air, dapat dilakukan dengan pembuatan sumur bor. Biaya pengeboran air tanah yang tidak murah mengharuskan adanya informasi pendahuluan terkait keberadaan sumber air bawah tanah. Penyelidikan keberadaan air tanah menjadi penelitian yang selalu menarik untuk dilakukan. Meskipun banyak penelitian tentang identifikasi keberadaan sumber air tanah, namun keberadaan air bawah tanah pada setiap lokasi tidak sama, hal ini disebabkan karena kondisi geologi tiap daerah yang berbeda. Kondisi ini menyebabkan keberadaan air bawah tanah juga berbeda pada setiap lokasi.

Beberapa metode geofisika yang umum digunakan untuk menentukan keberadaan air tanah yaitu metode geolistrik resistivitas. Metode geolistrik resistivitas cukup banyak digunakan dalam dunia eksplorasi air tanah, karena resistivitas batuan sangat sensitif terhadap kandungan air (Astutik dkk., 2016). Penggunaan metode geolistrik resistivitas mampu memberikan informasi bawah permukaan tanah berdasarkan nilai resistivitas batuan. Nilai resistivitas batuan tersebut kemudian dihubungkan dengan parameter resistivitas seperti bidang gelincir, jenis batuan, porositas, keberadaan air, dst. Distribusi nilai resistivitas batuan diperoleh dari kemampuan batuan dalam menghantarkan listrik (Sutasoma dkk., 2017). Adapun keberadaan air tanah bisa ditemukan pada kedalaman yang cukup bervariasi. Terdapat beberapa variasi konfigurasi yang umum digunakan yaitu: *wenner*, *schlumberger*, *dipole-dipole*, *pole-pole*. Sedangkan dalam penelitian ini konfigurasi yang digunakan yaitu *schlumberger*.

Proses pencarian sumber air tanah harus memperhatikan kondisi lingkungan sekitar, artinya dampak yang ditimbulkan selama proses penelitian harus seminimal mungkin. Penggunaan metode geolistrik resistivitas terbukti cukup efisien, ramah lingkungan, dan paling umum digunakan karena hasil yang diperoleh cukup baik (Faris dkk., 2019). Hal ini disebabkan karena tidak ada kerusakan lingkungan yang ditimbulkan dari proses pengukuran di lapangan, baik itu kerusakan jangka pendek maupun jangka panjang. Sehingga metode geolistrik resistivitas digunakan dalam penelitian ini, mengingat lokasi penelitian berada di lembaga pendidikan.

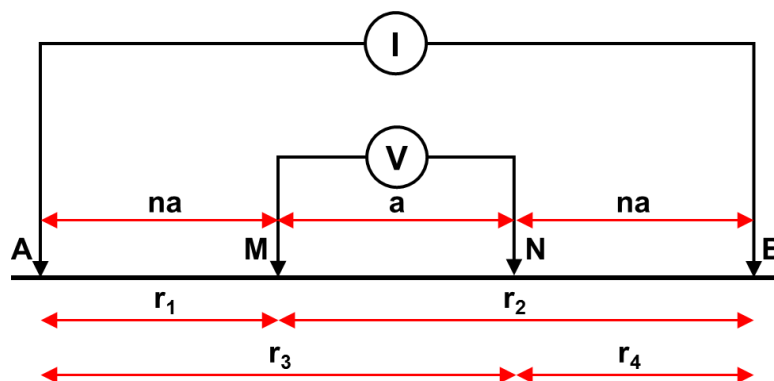
Sebagai pendukung dalam proses penelitian dilakukan proses pengujian keberadaan Cadangan Air Tanah secara langsung untuk membuktikan kesesuaian hasil penelitian dengan kondisi dilapangan. Proses pengeboran sumur menjadi tolak ukur keberhasilan suatu penyelidikan air tanah menggunakan metode geolistrik, mengingat proses pengeboran merupakan investigasi secara langsung. Proses pengeboran juga tergolong ramah lingkungan, karena kerusakan lingkungan yang muncul akibat proses pengeboran hanya lubang berdiameter kurang lebih 10-20 cm. Namun proses pengeboran sumur umumnya tidak bisa dilakukan secara langsung tanpa adanya penelitian terdahulu yang memberikan informasi terkait keberadaan sumber air tanah, mengingat biaya yang dibutuhkan untuk proses pengeboran sumur tidak murah.

Beberapa penelitian tentang penggunaan metode geolistrik resistivitas untuk pencarian air tanah sebelumnya pernah dilakukan oleh Susilo dkk., (2017); Hasan dkk., (2018); Faris dkk., (2019); Hasan dkk., (2021) pada kawasan *karst* daerah Malang Selatan. Berdasarkan penelitian tersebut indikasi keberadaan air tanah ditandai dengan nilai resistivitas yang cukup rendah, kurang lebih $5 \Omega\text{m}$. Sehingga dapat kita simpulkan bahwa, sejauh ini penggunaan metode geolistrik terbukti cukup efektif untuk mendeteksi keberadaan air tanah. Namun untuk membuktikan pendugaan tersebut perlu dibuktikan dengan melakukan pengujian langsung, sehingga dalam penelitian ini kami sertakan proses pengeboran. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melakukan investigasi keberadaan air tanah dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *schlumberger*. Sebagai kajian lebih lanjut, penyelidikan air tanah menggunakan metode geolistrik perlu dilakukan pada setiap kondisi geologi yang berbeda.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Konfigurasi Schlumberger

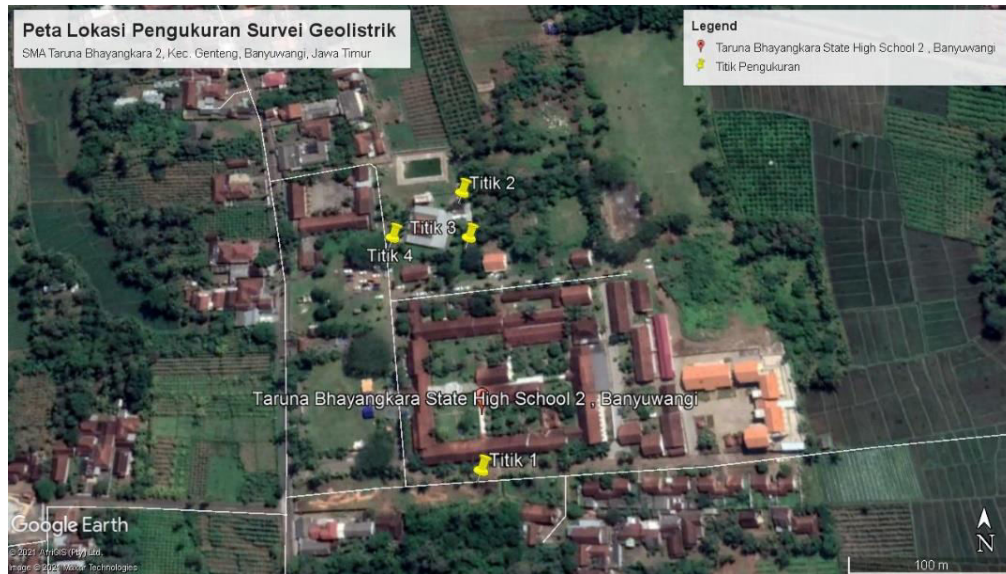
Metode geolistrik resistivitas tergolong metode geofisika aktif, karena proses penelitian dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui elektroda arus, kemudian akan diterima oleh elektroda potensial, sehingga diperoleh nilai beda potensial. Konfigurasi *schlumberger* memiliki keunggulan untuk pengukuran kedalaman atau *Vertical Electrical Sounding* (VES) serta proses pengambilan data yang cukup efisien dan paling optimal dalam kesalahan (Susilo dkk., 2020; Sunaryo dkk., 2018). Adapun cara kerja dari konfigurasi *schlumberger* ditunjukkan oleh gambar 1. Berdasarkan gambar 1. Jarak MN dibuat berdekatan dan lebih kecil dari jarak AB. Jarak antara elektroda AM dan BN adalah kelipatan dari panjang jarak MN.



Gambar 1. Susunan Konfigurasi *Schlumberger* (Faris dkk., 2019)

2.2. Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan dengan investigasi lapangan secara langsung (Salimah dkk., 2019). Pengambilan data dilakukan pada area SMA 2 Taruna Kabupaten Banyuwangi. Akuisisi data dilakukan pada 4 titik, dengan panjang bentangan pengukuran maksimal 400 meter, dan jarak antar elektroda 10 meter. Data yang diperoleh dari pengukuran dilapangan adalah nilai arus (I), nilai beda potensial (V), jarak elektroda arus terhadap titik pusat ($AB/2$), jarak elektroda potensial terhadap titik pusat ($MN/2$). Adapun desain survey penelitian ditunjukkan gambar 2 berikut:



Gambar 2. Desain survey pengukuran geolistrik

2.3. Pengolahan dan Interpretasi

Parameter fisis yang terukur dilapangan yaitu nilai Beda Potensial (V), Kuat Arus (I), dan Hambatan (R). Hasil pengukuran tersebut bukan merupakan nilai resistivitas sebenarnya, tetapi merupakan campuran dari nilai resistivitas berbagai jenis batuan, atau biasa disebut sebagai resistivitas semu (ρ_a). Nilai resistivitas semu dapat kita peroleh dari hasil kali antara faktor geometri (K) dengan hambatan (R) seperti di tunjukkan persamaan berikut:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

Sedangkan nilai faktor geometri (K) untuk konfigurasi *schlumberger* dapat ditentukan oleh persamaan berikut (Sunaryo dkk., 2018):

$$K = 2\pi \left(\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right)^{-1} \quad (2)$$

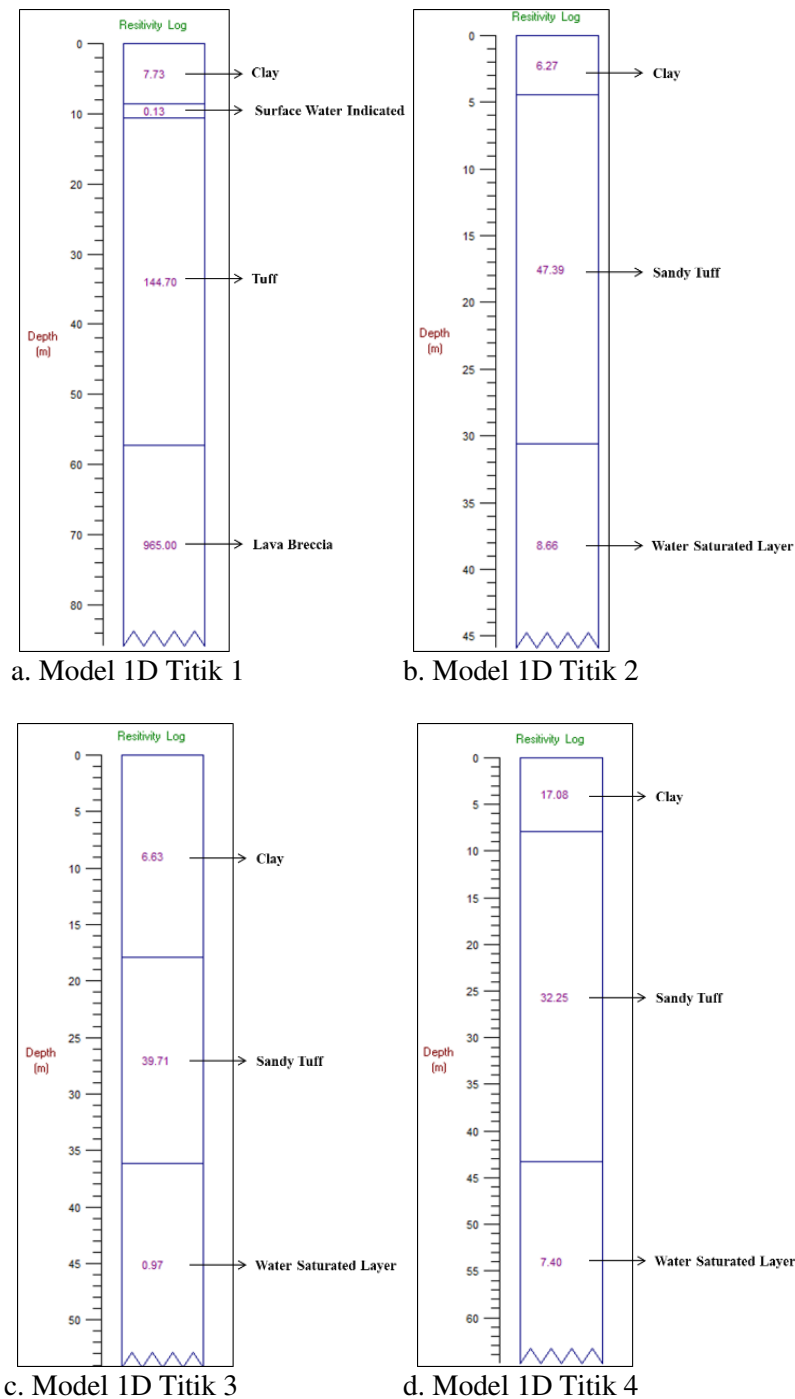
Pengolahan data *Schlumberger* dilakukan dengan menggunakan *software* IP2Win. Hasil yang diperoleh berupa model 1 Dimensi yang terdiri dari variasi kedalaman dan nilai resistivitas. Adapun interpretasi dilakukan dengan memperhatikan informasi lapangan dan kondisi geologi untuk menentukan target penelitian (Sastrawan dkk., 2021)

2.4. Pengeboran

Pengeboran merupakan proses akhir dalam penelitian ini, pengeboran dilakukan berdasarkan rekomendasi titik koordinat hasil pengukuran metode geolistrik. Proses pengeboran dilakukan dengan bantuan mesin bor air tanah. Target kedalaman dari pengeboran sesuai dengan informasi keberadaan air tanah dari hasil penelitian menggunakan metode geolistrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan informasi yang kami peroleh dari peta geologi lembar Banyuwangi, lokasi penelitian berada pada Formasi Kalibaru. Dimana formasi tersebut terdiri dari batuan breksi lahar, konglomerat, batupasir tufan, dan tuff (Sidarto dkk., 1993). Adapun hasil pengolahan data metode geolistrik menunjukkan komposisi batuan pada lokasi penelitian adalah lempung, *tuff*, *tuff pasir* dan *lava*. Hasil pengolahan data berupa log resistivitas 1 Dimensi yang meliputi variasi kedalaman seperti ditunjukkan oleh gambar 3 berikut:



Gambar 3. Hasil Permodelan 1D pada titik pengukuran

Gambar 3. merupakan hasil interpretasi model 1D, nilai resistivitas yang terukur yaitu antara 0,13-965 Ωm dengan kedalaman terukur maksimal 85 meter dari permukaan tanah. Berdasarkan gambar 3. Hasil pengukuran menunjukkan beberapa jenis batuan yang hampir sama namun memiliki kedalaman berbeda, keterangan gambar 3 ditunjukkan oleh tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil pengukuran nilai resistivitas batuan dan kedalaman tiap lapisan

Titik	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Jenis Batuan
1	7,73 Ωm	0-8 m	<i>Clay</i> <i>Water Saturated Layer Tuff</i> <i>Lava Breccia</i>
	0,13 Ωm	8-10 m	
	144,7 Ωm	10-57 m	
	965 Ωm	57-85 m	
2	6,27 Ωm	0-4 m	<i>Clay</i> <i>Sandy Tufa</i> <i>Water Saturated Layer</i>
	47,39 Ωm	4-31 m	
	8,66 Ωm	31-45 m	
	6,63 Ωm	0-17 m	
3	39,71 Ωm	17-36 m	<i>Clay</i> <i>Sandy Tufa</i> <i>Water Saturated Layer</i>
	0,97 Ωm	36-55 m	
	17,08 Ωm	0-8 m	
	32,25 Ωm	8-43 m	
4	7,4 Ωm	43-65 m	<i>Sandy Tufa</i> <i>Water Saturated Layer</i>

Berdasarkan gambar 3. Lapisan pertama didominasi oleh lempung dengan ketebalan antara 0-17 meter. Lapisan kedua didominasi oleh batuan *tuff* dan *tuff* pasir dengan ketebalan maksimal 47 meter. Sedangkan batuan lava ditemukan pada kedalaman 57-85 pada titik 1. Adapun keberadaan air tanah umumnya menempati sedimen yang memiliki porositas cukup tinggi, seperti pasir atau batu pasir serta memiliki nilai resistivitas yang rendah (Sutasoma dkk., 2018). Dalam penelitian ini batuan yang memiliki porositas cukup besar ditemukan pada batuan *tuff* pasir (Zakaria & Suyanto, 2020).

Pendugaan keberadaan air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas dilakukan dengan cara mengetahui nilai resistivitas pada lapisan akuifer (Pasamba dkk., 2017; Muslim dkk., 2021), kondisi ini disebabkan karena resistivitas batuan cukup sensitif terhadap keberadaan air (Astutik dkk., 2016). Indikasi keberadaan air bawah tanah ditemukan pada titik 1 kedalaman 8-10 meter dengan nilai resistivitas sebesar 0,13 Ωm . Kondisi ini diklasifikasikan sebagai air permukaan dalam zona tak jenuh yang terperangkap ketika proses infiltrasi. Namun titik ini tidak kami jadikan sebagai rekomendasi pengeboran, mengingat lapisan berikutnya adalah batuan *tuff*, sehingga memungkinkan ketika air tersebut telah meresap pada lapisan berikutnya maka cadangan air tanah akan lebih cepat habis.

Keberadaan air tanah berikutnya diduga berada pada titik pengukuran 2, 3, dan 4 pada kedalaman 31-65 meter dibawah permukaan tanah dengan nilai resistivitas kurang dari 9 Ωm . Indikasi ini diasarkan pada keberadaan batuan *tuff* pasir, karena batuan *tuff* pasir merupakan jenis lapisan yang memiliki porositas tinggi (Sutasoma dkk., 2018). Sehingga keberadaan lapisan dibawah *tuff* pasir dengan nilai resistivitas rendah diindikasikan sebagai lapisan jenuh air.



Gambar 4. Proses pengeboran pada titik yang direkomendasikan

Adapun rekomendasi pengeboran sebaiknya dilakukan pada titik 3 dengan kedalaman sekitar 36-55 meter di bawah permukaan tanah. Lapisan ini memiliki nilai resistivitas sebesar $0,97 \Omega\text{m}$, sehingga dalam penelitian ini diindikasikan sebagai lapisan jenuh air. Dugaan ini diberikan berdasarkan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa indikasi keberadaan air tanah ditandai dengan nilai resistivitas yang cukup rendah, kurang dari $5 \Omega\text{m}$ (Susilo dkk., 2017; Hasan dkk., 2018; Faris dkk., 2019; Hasan dkk., 2021). Adapun selama proses akuisisi data dilapangan tidak ada kerusakan lingkungan yang ditimbulkan akibat penelitian, karena pada dasarnya prinsip kerja dari metode geolistrik resistivitas hanya melakukan injeksi arus listrik pada tanah melalui elektroda.

Pengeboran dilakukan pada titik 3 sesuai dengan rekomendasi hasil pengukuran. Hasil dari pengeboran menunjukkan informasi keberadaan air tanah ditemukan pada kedalaman 46 m dibawah permukaan tanah. Kondisi ini relevan dengan informasi yang diberikan oleh penelitian menggunakan metode geolistrik yang menyebutkan bahwa indikasi keberadaan air tanah pada titik 3 diduga berada pada kedalaman antara 36-55 meter. Adapun untuk mengetahui kualitas air layak konsumsi perlu dilakukan pengujian laboratorium lebih lanjut sesuai peraturan menteri kesehatan No. 492 Tahun 2010.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai resistivitas yang terukur antara $0-965 \Omega\text{m}$, dengan indikasi nilai resistivitas $0,97 \Omega\text{m}$ diinterpretasikan sebagai air tanah. Adapun rekomendasi pengeboran ditujukan pada titik 3, dengan kedalaman antara 36-55 meter. Sedangkan berdasarkan hasil pengeboran, sumber air ditemukan pada kedalaman 46 meter. Mengingat keberadaan air tanah pada setiap daerah berbeda, maka penelitian serupa direkomendasikan untuk dilakukan pada kondisi geologi yang berbeda guna menambah kajian dan referensi. Selama proses akuisisi data, tidak ada kerusakan lingkungan yang ditimbulkan, sehingga metode geolistrik resistivitas kami rekomendasikan untuk penelitian sejenis.

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, P., Wahyono, S. C., & Siregar, S. S. (2016). Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Di Desa Kampung Baru, Tanah Bumbu. *Jurnal Fisika FLUX*, 13(2), 155–160.
- Fadilah. (2020). Resistivitas Batuan Berdasarkan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Menentukan Potensi Air Tanah Sebagai Acuan Sumur Bor. *SPEJ (Science and Phsics Education Journal)*, 4(1), 31–37.
- Faris, A. N., Suaidi, D. A., Sutrisno, Hasan, M. F. R., & Broto, A. B. (2019). Identification of Aquifers Distribution using Geoelectric-Resistivity Method with Schlumberger Configuration in Gedangan Village, Malang Regency. *NATURAL B, Journal of Health and Environmental Sciences*, 5(1), 28–34.
- Hasan, M. F. R., Fransiska, C. D., Suaidi, D. A., Wisodo, H., Martina, N., & Rahmat, A. (2021). Identification of sea water intrusion using geoelectrical resistivity method at the Goa Cina Beach Malang, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/739/1/012002>
- Hasan, M. F. R., Susilo, A., & Sunaryo. (2018). Identification of Underground River Flow Pattern using Self Potential (SP) and Resistivity Methods for Drought Mitigation at Druju, Sumbermanjing Wetan, Indonesia. *Disaster Advances*, 11(5), 25–31.
- Muslim, Azwar, A., & Muhardi. (2021). Identifikasi Sebaran Intrusi Air Laut di Sekitar Area Pelabuhan Internasional Kijing, Kabupaten Mempawah menggunakan Metode Resistivitas. *Jurnal Fisika*, 11(1), 19–26.
- Pasamba, O. S., Tamuntuan, G. H., & Tanauma, A. (2017). Identifikasi Intrusi Air Laut Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner – Schlumberger di Daerah Malalayang Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*, 6(2), 72–76.
- Salimah, A., Hasan, M. F. R., Suripto, Yelvi, & Sasongko, I. H. (2019). Analisis Stabilitas dan Perkuatan Lereng Menggunakan PLAXIS2D di Desa Sukaresmi, Sukabumi, Jawa Barat. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 5(2), 29–36.
- Sastrawan, F. D., Wulandari, R., Rusli, M., Rahmania, & Arisalwadi, M. (2021). One-dimensional data analysis for aquifer layer in Pancuma Village, Tojo Una-Una, Central Sulawesi. *Journal of Physics: Conference Series* 1763, 012014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1763/1/012018>
- Sidarto, Suwarti, T., & Sudana, D. (1993). *Peta Geologi Lembar Banyuwangi, Jawa Timur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sunaryo, Marsudi, S., & Anggoro, S. (2018). Identification of Sea Water Intrusion at the Coast of Amal, Binalatung, Tarakan by Means of Geoelectrical Resistivity Data. *Disaster Advances*, 11(6), 23–29.
- Susilo, A., Fitriah, F., Sunaryo, Rachmawati, T. A., & Suryo, E. A. (2020). Analysis of Landslide Area of Tulung Subdistrict, Ponorogo, Indonesia in 2017 Using Resistivity Method. *Smart and Sustainable Built Environment*, 9(4), 341–360.

- Susilo, Adi, Sunaryo, Sutanhaji, A. T., Fitriah, F., & Hasan, M. F. R. (2017). Identification of Underground River Flow in Karst Area Using Geoelectric and Self-Potential Methods in Druju Region, Southern Malang, Indonesia. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(21), 10731–10738.
- Sutasoma, M., Azhari, A. P., & Arisalwadi, M. (2018). Identifikasi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Candi Dasa Provinsi Bali. *KONSTAN-JURNAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA*, 3(2), 58–65.
- Sutasoma, M., Susilo, A., & Suryo, E. A. (2017). Penyelidikan Zona Longsor dengan Metode Resistivitas dan Analisis Stabilitas Lereng untuk Mitigasi Bencana Tanah Longsor (Studi Kasus di Dusun Jawar, Desa Sri Mulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur). *Indonesian Journal of Applied Physics*, 7(1), 36–45.
- Zakaria, M. F., & Suyanto, I. (2020). Identifikasi akuifer air tanah di Desa Senawang, Kecamatan Orong Telu, Kabupaten Sumbawa menggunakan metode geolistrik schlumberger. *Jurnal Fisika*, 10(1), 44–49.