

Penerapan Metode Geolistrik Resistivitas untuk Konfigurasi Bawah permukaan sebagai Dasar Pengelolaan Sumber daya Air

¹*Mycelia Paradise, ²Yudha Agung Pratama, ³Akhmad Zamroni

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

²Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, Universitas
Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

³Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Corresponding Author. Email : mycelia@itny.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 05-07-2026

Revised : 03-09-2026

Accepted : 11-09-2026

Online : 05-10-2026

Keywords:

Electrical Resistivity;

Community Service;

Subsurface Configuration;

Water Resources.

ABSTRACT

Abstract: *Limited clean water availability during the dry season has become a serious concern for the community of Jambean Hamlet due to the lack of subsurface information for groundwater development planning. This community service initiative aimed to employ the electrical resistivity approach to describe subsurface conditions to guide water resource management. The program consisted of coordination with the local government and community; geoelectrical surveys using the Direct Current (DC) Resistivity method with the Wenner–Schlumberger array along two survey lines; data processing using Res2DInv software; subsurface interpretation; and dissemination of the results to the community. Four major subsurface layers were identified by the interpretation, with a possible shallow unconfined aquifer located between 7 and 18 meters below the surface. These results led to suggestions for the management of water resources, such as safeguarding recharge areas, limiting groundwater abstraction, improving recharge through infiltration wells and biopores, and, where required, considering deeper aquifer excavation. The initiative delivers scientific knowledge to help decision-making on groundwater development and promote sustainable water resource management in the community.*

Abstrak: Keterbatasan ketersediaan air bersih pada musim kemarau menjadi permasalahan yang dihadapi masyarakat Dusun Jambean akibat belum tersedianya informasi mengenai konfigurasi bawah permukaan sebagai dasar penentuan lokasi pengembangan sumber air. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan metode geolistrik resistivitas guna memperoleh informasi konfigurasi bawah permukaan sebagai dasar pengelolaan sumber daya air. Kegiatan diawali dengan koordinasi bersama pemerintah desa dan masyarakat, dilanjutkan dengan survei geolistrik menggunakan metode Direct Current (DC) Resistivity konfigurasi Wenner–Schlumberger pada dua lintasan pengukuran, pengolahan data menggunakan perangkat lunak Res2DInv, interpretasi hasil, serta penyampaian rekomendasi kepada masyarakat. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa konfigurasi bawah permukaan tersusun atas 4 lapisan utama, dengan indikasi akuifer dangkal pada kedalaman sekitar 7–18 m yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber air tanah. Berdasarkan hasil tersebut, disusun rekomendasi pengelolaan sumber daya air berupa konservasi daerah resapan, peningkatan imbuhan air tanah melalui sumur resapan dan biopori, pengendalian pemanfaatan air tanah, serta pertimbangan eksplorasi akuifer yang lebih dalam apabila diperlukan. Kegiatan ini

menghasilkan informasi ilmiah yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan sumber air bersih serta mendukung pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license

A. LATAR BELAKANG

Ketersediaan sumber daya air bersih merupakan salah satu tantangan utama dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan, terutama di wilayah yang rentan mengalami kekeringan musiman. Perubahan iklim telah menyebabkan perubahan sistem hidrologi global melalui kenaikan suhu, perubahan pola presipitasi, dan meningkatnya kejadian hidrometeorologi ekstrem yang berdampak pada penurunan ketersediaan, distribusi, dan kualitas sumber daya air, serta mengancam ketahanan air di berbagai wilayah, khususnya di negara berkembang, termasuk Indonesia (Roy dkk., 2022; Bănăduc dkk., 2022; Krishna Prabhakar, 2022). Kondisi tersebut menuntut pengelolaan sumber daya air yang didasarkan pada informasi ilmiah mengenai kondisi bawah permukaan agar pemanfaatan air tanah dapat dilakukan secara efektif dan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, diskusi dengan pemerintah Kalurahan Banyurejo, dan wawancara dengan masyarakat Dusun Jambean, permasalahan utama mitra berkaitan dengan keterbatasan informasi mengenai potensi air tanah dan ketidakpastian dalam memperoleh sumber air yang produktif. Masyarakat menghadapi kondisi sumur yang mengalami penurunan debit atau mengering pada musim kemarau, sehingga kebutuhan air bersih pada periode tertentu harus dipenuhi melalui pasokan dari luar. Di sisi lain, belum tersedia data ilmiah mengenai kedalaman, ketebalan, dan keberadaan lapisan pembawa air (akuifer) yang dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan lokasi sumber air. Kondisi tersebut menyebabkan upaya penyediaan sumber air, termasuk pengeboran sumur, masih dilakukan berdasarkan perkiraan atau pengalaman lokal dan belum didukung oleh informasi kondisi bawah permukaan yang memadai.

Permasalahan tersebut tidak hanya berkaitan dengan keterbatasan sumber air secara kuantitatif, tetapi juga dengan keterbatasan pengetahuan dan akses masyarakat terhadap informasi geologi dan hidrogeologi lokal. Pengeboran yang dilakukan tanpa informasi bawah permukaan yang memadai memiliki risiko tidak menemukan lapisan akuifer yang produktif, sehingga dapat menimbulkan pemborosan biaya dan waktu. Oleh karena itu, mitra membutuhkan informasi awal mengenai kondisi bawah permukaan, khususnya indikasi keberadaan dan kedalaman lapisan pembawa air tanah, yang dapat digunakan sebagai dasar ilmiah dalam menentukan lokasi pengembangan sumber air. Informasi tersebut diharapkan dapat membantu pemerintah kalurahan dan masyarakat dalam mengurangi pendekatan coba-coba dalam pencarian sumber air serta mendukung perencanaan penyediaan air bersih yang lebih tepat dan berkelanjutan.

Metode geolistrik resistivitas telah banyak digunakan untuk menemukan akuifer dan karakteristik bawah permukaan di wilayah yang mengalami kekeringan. Metode geolistrik resistivitas merupakan teknik eksplorasi air tanah yang efektif, efisien, relatif murah, ramah lingkungan, dan telah terbukti memberikan hasil yang baik dalam mengidentifikasi potensi air tanah, termasuk pada wilayah yang mengalami kesulitan memperoleh air bersih seperti kawasan karst (Susilo dkk., 2017; Boimau & Susilo, 2018; Riwayat dkk., 2018; Muhammad & Adi, 2018; Mirzaei dkk., 2021; Hasan dkk., 2021; Ferhat dkk., 2022; Juwono dkk., 2024). Kombinasi metode geolistrik resistivitas dan survei hidrogeologi efektif dalam mengidentifikasi potensi air tanah serta menentukan zona akuifer potensial. Selain itu, pengabdian ini merupakan pelaksanaan temuan

penelitian yang dilakukan oleh tim pengusul mengenai hubungan resistivitas dengan karakteristik material geologi, pengembangan sistem akuisisi data geolistrik, serta interpretasi resistivitas pada media pasir vulkanik. Proses pelaksanaan survei, pengolahan data, dan interpretasi konfigurasi bawah permukaan didasarkan pada pengalaman penelitian ini.

Berdasarkan kondisi tersebut, solusi yang ditawarkan adalah penerapan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Wenner–Schlumberger untuk memperoleh informasi konfigurasi bawah permukaan sebagai dasar pengelolaan sumber daya air. Kegiatan diawali dengan koordinasi bersama pemerintah desa dan masyarakat, dilanjutkan dengan survei geolistrik, pengolahan data menggunakan perangkat lunak inversi dua dimensi, serta penyusunan interpretasi konfigurasi bawah permukaan. Pendekatan ini diharapkan dapat mengurangi ketidakpastian dalam menentukan lokasi pengeboran sumur serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data ilmiah.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan metode geolistrik resistivitas guna memperoleh informasi konfigurasi bawah permukaan sebagai dasar pengelolaan sumber daya air. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat mendukung pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif, meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap kekeringan, serta memperkuat hilirisasi hasil penelitian perguruan tinggi melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

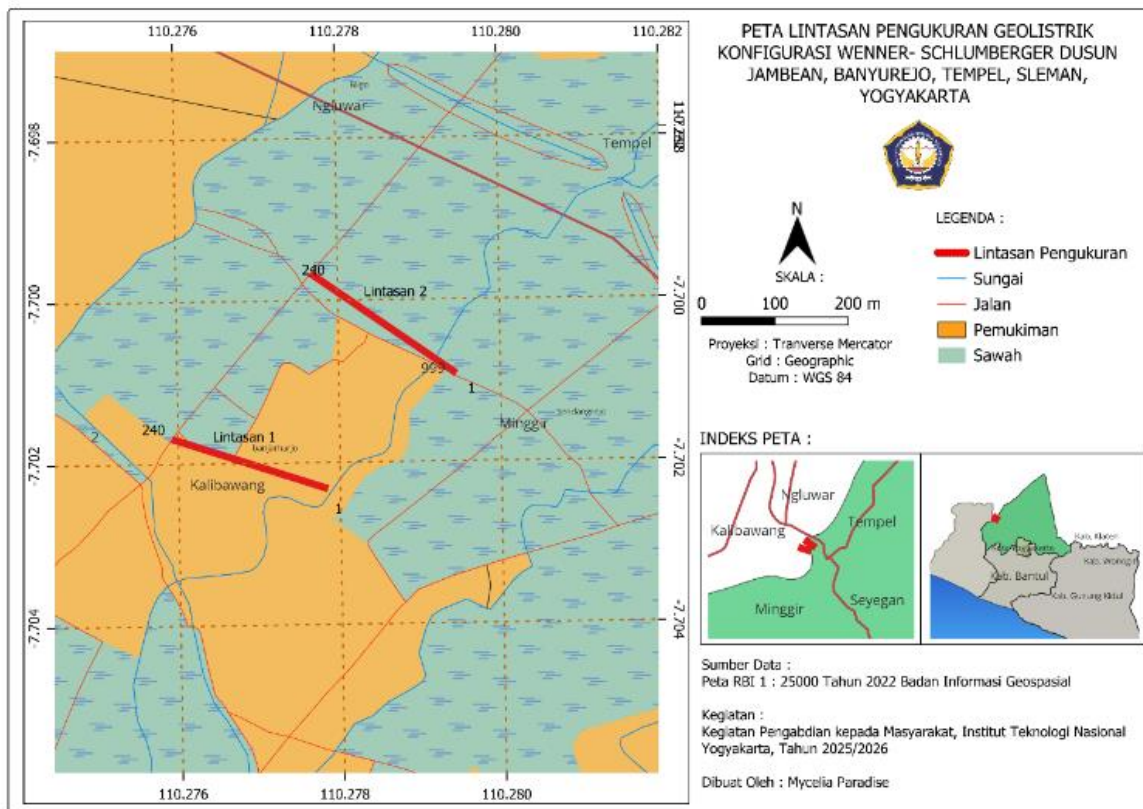
B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan berada di Dusun Jambean, Kalurahan Banyurejo, Kapanewon Tempel, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang berbatasan dengan Kabupaten Kulon Progo.

Secara geografis, lokasi penelitian berada pada koordinat $7^{\circ}42'14,4''$ – $7^{\circ}41'52,8''$ LS dan $110^{\circ}16'33,6''$ – $110^{\circ}16'55,2''$ BT. Penentuan lokasi pengukuran geolistrik didasarkan pada hasil diskusi dengan dukuh setempat mengenai kondisi kekurangan air serta hasil analisis awal kondisi geologi dan geofisika wilayah pengabdian.

Kegiatan yang dilakukan meliputi koordinasi, sosialisasi, pelaksanaan survei geolistrik, interpretasi hasil, serta pendampingan penyusunan rekomendasi pengelolaan sumber daya air. Mahasiswa dilibatkan secara aktif pada tahap survei lapangan, pemasangan elektroda, akuisisi data, dan pengolahan data.

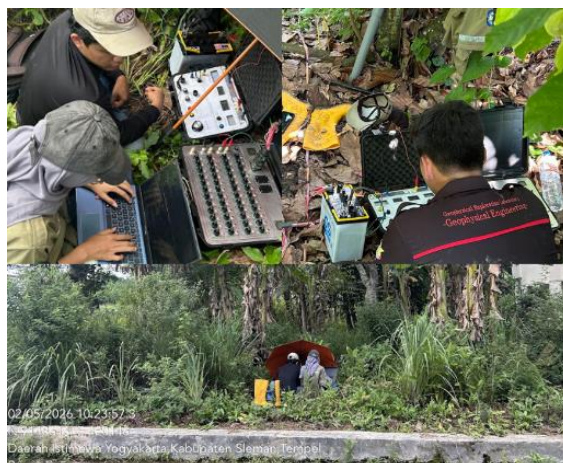
Sebelum pelaksanaan survei dilakukan kegiatan pra-pelaksanaan berupa observasi lapangan, identifikasi permasalahan bersama pemerintah kalurahan, serta penentuan lokasi pengukuran berdasarkan informasi wilayah yang mengalami kekurangan air bersih. Lokasi survei berada pada satuan Endapan Merapi Muda yang secara hidrogeologi termasuk bagian dari Cekungan Air Tanah Yogyakarta sisi barat. Berdasarkan hasil koordinasi dengan mitra, ditetapkan dua lintasan pengukuran geolistrik yang berada pada lahan pekarangan masyarakat agar kondisi permukaan relatif homogen dan mampu merepresentasikan konfigurasi bawah permukaan.



Gambar 1. Desain survey

Beberapa pertimbangan digunakan dalam penentuan bentangan lintasan geolistrik, terutama terkait kondisi lapangan dan kesesuaian lokasi pengukuran. Lintasan 1 (L1) di Dusun Jambean memiliki panjang bentangan 240 m dengan orientasi barat laut–tenggara (NW–SE), sesuai dengan desain survei yang telah direncanakan. Sementara itu, Lintasan 2 (L2) hanya dapat dibentangkan sepanjang 190 m karena adanya keterbatasan kondisi lapangan. Keterbatasan dan penyesuaian panjang lintasan dilakukan menghindari area persawahan yang tergenang air permukaan. Area yang tergenang air permukaan sangat konduktif dapat memengaruhi distribusi arus listrik dekat permukaan, menghasilkan respons resistivitas dangkal yang tidak merepresentasikan kondisi bawah permukaan yang menjadi target survei (Sumintadireja & Irawan, 2016). Selain gangguan air permukaan dilakukan pemilihan lokasi yang lebih terbuka yang tidak terpotong oleh infrastruktur seperti jalan dan beton untuk menancapkan elektroda. Meskipun panjang L2 lebih pendek dari rencana awal, bentangan sepanjang 190 m dinilai masih memadai untuk memperoleh informasi kondisi bawah permukaan sesuai dengan tujuan penelitian.

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas sosialisasi, survei geolistrik, pengolahan data, interpretasi hasil, dan diseminasi hasil kepada masyarakat. Survei geolistrik menggunakan metode *Direct Current* (DC) *Resistivity* dengan konfigurasi Wenner–Schlumberger menggunakan alat geolistrik Naniura yang dipadukan dengan Multi-electrode Switch (MaSe) 24 elektroda. Pengukuran dilakukan melalui injeksi arus listrik ke dalam tanah menggunakan dua elektroda arus dan pengukuran beda potensial menggunakan dua elektroda potensial untuk memperoleh nilai resistivitas semu.



Gambar 2. Akuisisi data di Dusun Jambean

Data hasil pengukuran selanjutnya diolah menggunakan perangkat lunak Res2DInv sehingga diperoleh model dua dimensi distribusi resistivitas bawah permukaan. Konfigurasi Wenner–Schlumberger dipilih karena memiliki sensitivitas yang baik terhadap variasi resistivitas secara vertikal maupun lateral sehingga efektif digunakan untuk mengidentifikasi konfigurasi bawah permukaan yang berpotensi sebagai lapisan pembawa air tanah (Loke, 2004; Dahlin & Zhou, 2004).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Permasalahan dan Koordinasi Mitra

Hasil observasi dan koordinasi dengan pemerintah Kalurahan Banyurejo serta masyarakat Dusun Jambean menunjukkan bahwa keterbatasan air bersih terutama terjadi pada musim kemarau, ditandai dengan penurunan debit hingga mengeringnya beberapa sumur warga. Penentuan lokasi sumber air juga masih menghadapi kendala karena belum tersedia informasi kondisi bawah permukaan yang dapat digunakan sebagai dasar penentuan lokasi pengeboran. Berdasarkan hasil koordinasi tersebut, disepakati pelaksanaan survei geolistrik pada dua lintasan di lokasi yang mewakili wilayah terdampak dan memungkinkan dilakukan pengukuran.

Pelaksanaan Survei Geolistrik

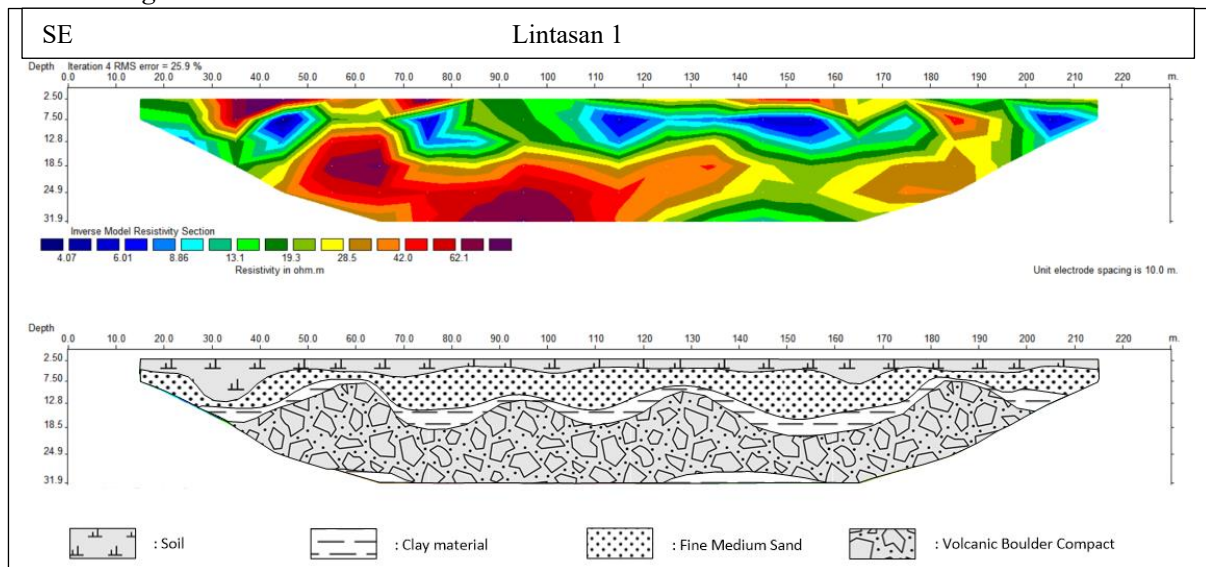
Sosialisasi dilakukan sebelum survei untuk menjelaskan tujuan, tahapan, dan manfaat kegiatan kepada mitra. Survei menggunakan metode *Direct Current (DC) resistivity* dengan konfigurasi Wenner–Schlumberger menggunakan alat geolistrik Naniura dan Multi-electrode Switch (MaSe) 24 elektroda. Pengukuran dilakukan pada dua lintasan, yaitu Lintasan 1 (L1) sepanjang 240 m berorientasi barat laut–tenggara (NW–SE) dan Lintasan 2 (L2) sepanjang 190 m. Panjang L2 disesuaikan dengan kondisi lapangan untuk menghindari area tergenang dan hambatan pemasangan elektroda. Kegiatan lapangan melibatkan mahasiswa dalam pemasangan elektroda, akuisisi, pencatatan, dan dokumentasi data.

Interpretasi Konfigurasi Bawah Permukaan Berdasarkan Data Geolistrik

Interpretasi secara umum, lintasan 1 dan lintasan 2 menunjukkan pola resistivitas yang relatif sama. Pada penampang geolistrik lintasan 1 dan lintasan 2 menunjukkan empat lapisan utama yang dibedakan berdasarkan nilai resistivitas. Lapisan pertama dan ketiga memiliki nilai resistivitas $>20 \Omega \cdot m$, sedangkan lapisan kedua memiliki resistivitas $4 - 20 \Omega \cdot m$ dan lapisan keempat $<20 \Omega \cdot m$. Kesamaan tersebut diperkirakan berkaitan dengan jarak antar lintasan yang relatif dekat dan orientasi lintasan pengukuran yang sama. Diinterpretasikan variasi litologi bawah permukaan yang terekam pada kedua lintasan masih menggambarkan variasi yang sama. Berdasarkan

nilai resistivitas diperkirakan distribusi lapisan tersusun akibat variasi perselingan material berbutir kasar dan berbutir halus.

Pada **Gambar 3**. Lapisan paling atas diinterpretasikan berada pada kedalaman sekitar 0–7 m sebagai tanah penutup (*top soil*) yang dicirikan oleh nilai resistivitas relatif tinggi ($>20 \Omega \cdot m$). Nilai resistivitas tersebut diperkirakan berkaitan dengan kondisi tanah yang relatif kering serta tersusun oleh material hasil pelapukan yang belum jenuh air. Di bawah lapisan tanah penutup, pada kedalaman sekitar 7–18 m, berkembang zona dengan nilai resistivitas rendah, yaitu $4\text{--}20 \Omega \cdot m$, yang diinterpretasikan sebagai akuifer dangkal. Lapisan ini diperkirakan tersusun oleh material vulkanik berukuran pasir hingga kerikil yang memiliki porositas dan permeabilitas relatif tinggi sehingga mampu menyimpan serta mengalirkan air tanah.



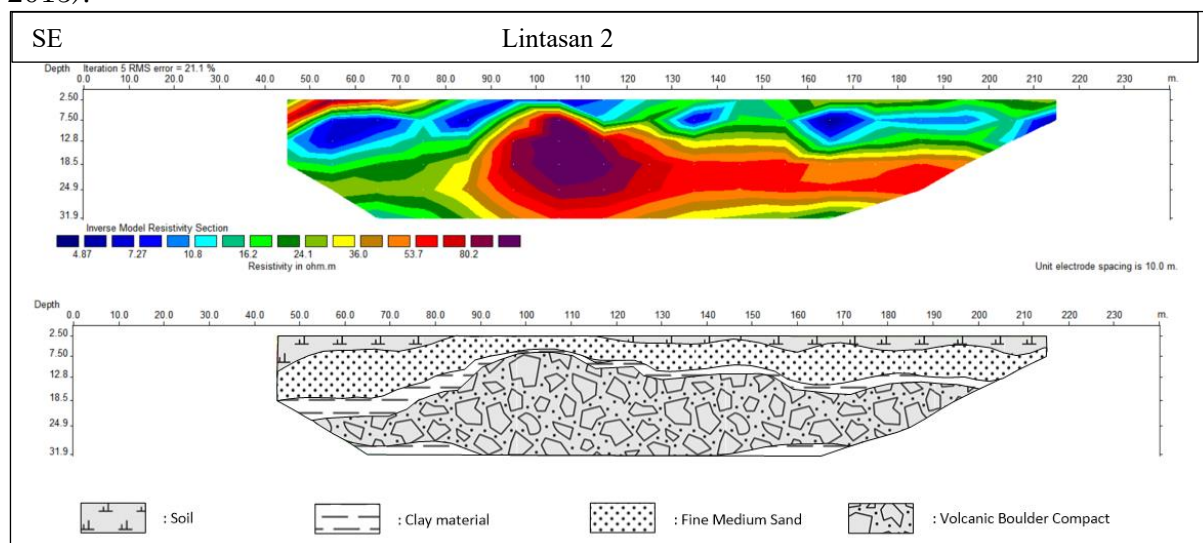
Gambar 3. Penampang Resistivitas hasil Inversi dan model bawah permukaan Lintasan 1

Nilai resistivitas yang rendah diduga disebabkan oleh keberadaan air yang mengisi ruang pori material tersebut. Interpretasi ini sejalan dengan penelitian Setiahiadiwibowo dkk., (2020), yang menunjukkan bahwa medium pasir dengan *moisture content* sekitar 30–35% memiliki nilai resistivitas sekitar $23,31 \Omega \cdot m$. Berdasarkan posisinya yang berada tepat di bawah lapisan tanah penutup tanpa adanya lapisan penyekat di bagian atas, akuifer ini diinterpretasikan sebagai akuifer bebas (*unconfined aquifer*) yang memperoleh imbuhan secara langsung melalui infiltrasi air hujan dari permukaan.

Pada kedalaman sekitar 18–25 m dijumpai zona dengan nilai resistivitas yang relatif lebih tinggi ($>20 \Omega \cdot m$) dibandingkan lapisan di atasnya. Zona ini diinterpretasikan sebagai endapan vulkanik klastik berukuran kasar yang diperkirakan tersusun oleh breksi vulkanik, aglomerat, serta akumulasi bongkah (*boulder*), kerakal, dan kerikil vulkanik. Material berukuran kasar tersebut umumnya memiliki kandungan fraksi halus yang rendah sehingga menunjukkan nilai resistivitas yang lebih tinggi dibandingkan material vulkanik berbutir halus. Interpretasi ini sejalan dengan karakteristik stratigrafi Endapan Merapi Muda yang tersusun oleh endapan lahar dan aliran piroklastik dengan dominasi fragmen kasar pada beberapa satuannya (Selles dkk., 2015). Keberadaan lapisan ini diperkirakan menjadi zona transisi yang membatasi akuifer dangkal dengan satuan vulkanik yang lebih dalam.

Di bawah lapisan endapan vulkanik klastik tersebut, pada kedalaman lebih dari 25 m, kembali dijumpai zona dengan nilai resistivitas yang relatif rendah. Berdasarkan kondisi geologi regional, zona ini diinterpretasikan sebagai material vulkanik berbutir halus yang didominasi oleh tuf dan abu vulkanik, atau breksi vulkanik yang memiliki matriks tufaan. Nilai resistivitas yang relatif rendah diduga berkaitan dengan dominasi

material berukuran halus yang mampu menyimpan air pada ruang antarbutir serta meningkatnya kandungan mineral lempung akibat proses pelapukan, sehingga konduktivitas listrik lapisan menjadi lebih tinggi (Waxman & Smits, 1968; Selles dkk., 2015).



Gambar 4. Penampang Resistivitas hasil Inversi dan model bawah permukaan Lintasan 2

Implikasi dan rekomendasi

Lapisan pada kedalaman sekitar 7–18 m diinterpretasikan sebagai akuifer bebas (*unconfined aquifer*) yang memperoleh imbuhan secara langsung melalui infiltrasi air hujan dari permukaan, sehingga ketersediaan air tanah sangat dipengaruhi oleh variasi curah hujan dan kondisi musim (Freeze & Cherry, 1979; Todd & Mays, 2005). Di bawah akuifer tersebut dijumpai lapisan dengan nilai resistivitas yang relatif lebih tinggi yang diinterpretasikan sebagai endapan vulkanik berukuran kasar, seperti breksi vulkanik, aglomerat, dan fragmen bongkah. Keberadaan lapisan ini mengindikasikan adanya perubahan litologi yang dapat memengaruhi pola aliran air tanah secara vertikal. Pada sistem hidrogeologi vulkanik, perbedaan sifat fisik antar satuan litologi, terutama antara endapan piroklastik berbutir halus dan endapan vulkanik berukuran kasar, berperan dalam mengontrol arah aliran serta penyimpanan air tanah (Selles dkk., 2015; Hendrayana dkk., 2023). Oleh karena itu, cadangan air pada akuifer dangkal diperkirakan rentan mengalami penurunan selama musim kemarau ketika imbuhan dari infiltrasi air hujan berkurang. Beberapa upaya penanganan yang bertujuan meningkatkan infiltrasi sehingga cadangan air tanah pada akuifer dangkal dapat terisi kembali dapat direkomendasikan adalah:

1. Peningkatan imbuhan air tanah (*artificial recharge*)
 - Pembuatan sumur resapan.
 - Lubang resapan biopori.
 - Kolam resapan (recharge pond).
 - Embung atau kolam tampung air hujan.
2. Perlindungan daerah resapan
 - Mengurangi alih fungsi lahan menjadi permukaan kedap (aspal atau beton).
 - Mempertahankan ruang terbuka hijau dan vegetasi.
 - Mengendalikan pembangunan pada zona imbuhan air tanah.
3. Pengelolaan pemanfaatan air tanah
 - Mengendalikan debit pengambilan air tanah, terutama pada musim kemarau.
 - Mengoptimalkan penggunaan air permukaan apabila tersedia.
 - Menerapkan konservasi air pada sektor rumah tangga maupun pertanian.

4. Eksplorasi akuifer yang lebih dalam

Apabila akuifer dangkal tidak mampu memenuhi kebutuhan air saat musim kemarau, dapat dilakukan survei geofisika lanjutan untuk mengidentifikasi potensi akuifer yang lebih dalam. Namun, eksploitasi akuifer dalam harus didukung data hidrogeologi dan uji pemompaan agar tidak menimbulkan penurunan muka air tanah secara berlebihan.

Diseminasi Hasil kepada Mitra

Hasil interpretasi disampaikan kepada pemerintah kalurahan dan masyarakat sebagai dasar teknis awal dalam menentukan lokasi pengembangan sumber air. Informasi zona prospektif digunakan untuk mengurangi ketidakpastian dalam penentuan lokasi pengeboran yang sebelumnya dilakukan berdasarkan perkiraan. Hasil kegiatan juga memberikan tambahan informasi mengenai kondisi bawah permukaan wilayah Dusun Jambean yang dapat dimanfaatkan dalam perencanaan penyediaan air bersih secara lebih terarah dan berkelanjutan.



Gambar 5. Diseminasi hasil kepada pemerintah kalurahan

D. SIMPULAN DAN SARAN

Hasil interpretasi geolistrik menunjukkan bahwa konfigurasi bawah permukaan di lokasi pengabdian terdiri atas 4 lapisan utama, dengan indikasi akuifer dangkal pada kedalaman sekitar 7–18 m. Informasi tersebut menjadi dasar penyusunan rekomendasi pengelolaan sumber daya air bagi masyarakat, meliputi konservasi daerah resapan, peningkatan imbuhan air tanah, pengelolaan pemanfaatan air tanah, serta pertimbangan eksplorasi akuifer yang lebih dalam apabila diperlukan.

Penentuan jenis dan karakteristik akuifer secara lebih akurat memerlukan data hidrogeologi pendukung, seperti muka air tanah pada sumur eksisting, data log pengeboran (borehole log), serta uji pemompaan (pumping test). Selain itu, implementasi rekomendasi pengelolaan sumber daya air perlu dilakukan secara kolaboratif antara pemerintah desa dan masyarakat untuk menjaga keberlanjutan ketersediaan air tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPMI ITNY atas pendanaan kegiatan pengabdian ini.

REFERENSI

- Bănăduc, D., Simić, V., Cianfaglione, K., Barinova, S., Afanasyev, S., Öktener, A., ... & Curtean-Bănăduc, A. (2022). Freshwater as a sustainable resource and generator of secondary resources in the 21st century: Stressors, threats, risks, management and protection strategies, and conservation approaches. *International journal of environmental research and public health*, 19(24), 16570.
- Boimau, Y., Ryo, S., & Susilo, A. (2018). Identification of underground river flow in karst area of Sumber Bening-Malang, Indonesia based on geoelectrical self-potential and resistivity data. *International Journal of Applied Physics*, 5(3), 1-7.
- Dahlin, T., & Zhou, B. (2004). A numerical comparison of 2D resistivity imaging with ten electrode arrays. *Geophysical Prospecting*, 52(5), 379–398. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2478.2004.00423.x>
- Ferhat, A., Seizarsyah, T., Bimantio, M. P., Nugraha, N. S., Putra, D. P., Suparyanto, T., ... & Pardamean, B. (2022, February). A geoelectric approach for karst groundwater analysis. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 998, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- Freeze, R. A., & Cherry, J. A. (1979). *Groundwater*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hasan, M. F. R., Fransiska, C. D., Suaidi, D. A., Wisodo, H., Martina, N., & Rahmat, A. (2021, April). Identification of seawater intrusion using geoelectrical resistivity method in the Goa Cina Beach Malang Area, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 739, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Hendrayana, H., Harijoko, A., Riyanto, I. A., Nuha, A., & Ruslisan. (2023). Groundwater chemistry characterization in the south and southeast Merapi Volcano, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 55(1). <https://doi.org/10.22146/ijg.76433>
- Juwono, A. M., Susilo, A., Hasan, M. F. R., Yunika, N. A., Annabil, A. A., Mujtaba, M. W. H., & Haniyyah, S. (2024). Investigation of Groundwater Sources in Banyol Hamlet Malang Regency Using The Geoelectrical Resistivity Method to Overcome Drought Strategy. *Indonesian Physical Review*, 7(2), 240-248.
- Krishna Prabhakar, S. V. R. (2022). Implications of regional droughts and transboundary drought risks on drought monitoring and early warning: a review. *Climate*, 10(9), 124.
- Loke, M. H. (2004). Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys. Geotomo Software.
- Mirzaei, L., Hafizi, M. K., & Riahi, M. A. (2021). Application of Dipole–Dipole, Schlumberger, and Wenner–Schlumberger Arrays in Groundwater Exploration in Karst Areas Using Electrical Resistivity and IP Methods in a Semi-arid Area, Southwest Iran. In *Water Resources in Arid Lands: Management and Sustainability* (pp. 81-89). Cham: Springer International Publishing.
- Muhammad, F. H., & Adi, S. (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.
- Riwayat, A. I., Ahmad Nazri, M. A., & Zainal Abidin, M. H. (2018, April). Application of electrical resistivity method (ERM) in groundwater exploration. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 995, No. 1, p. 012094). IOP Publishing.
- Roy, P. S., Ramachandran, R. M., Paul, O., Thakur, P. K., Ravan, S., Behera, M. D., ... & Kanawade, V. P. (2022). Anthropogenic land use and land cover changes—A review on its environmental consequences and climate change. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 50(8), 1615-1640.
- Selles, A., Deffontaines, B., Hendrayana, H., & Violette, S. (2015). The eastern flank of the Merapi volcano (Central Java, Indonesia): Architecture and implications of volcanoclastic deposits. *Journal of Asian Earth Sciences*, 108, 33–47. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2015.04.026>

- Setiahadiwibowo, A. P., Nugroho, M. O. B., & Pratama, Y. A. (2020). Penentuan nilai resistivitas unconsolidated sand pada low moisture content menggunakan mikroampermeter pada aliran Sungai Krasak, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geoelebes*, 4(1), 46–52. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v4i1.9343>
- Sumintadireja, P., & Irawan, D. (2016, January). Static electrode DC resistivity measurement at surface water for pond subsurface layer imaging. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 29, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Susilo, A., Sunaryo, A. T., Sutanhaji, F. F., & Hasan, M. F. (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.
- Susilo, A., Juwono, A. M., Aprilia, F., Idmi, M. H., Hisyam, F., & Hasan, M. F. R. (2025). Identification of groundwater potential based on geoelectrical resistivity method and hydrogeological survey (Case study of Sumber Waluh Hamlet, Pringgodani Village, Bantur District, Malang Regency). *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 11(1).
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater hydrology* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Waxman, M. H., & Smits, L. J. M. (1968). Electrical conductivities in oil-bearing shaly sands. *Society of Petroleum Engineers Journal*, 8(2), 107–122. <https://doi.org/10.2118/1863-A>