

Identifikasi Potensi Air Bawah Tanah Menggunakan Metode Geolistrik untuk Mendukung Ketersediaan Air Bersih di Muhammadiyah Boarding School Malik Fadjar, Kota Malang, Propinsi Jawa Timur

Samin*¹, Anas Tain², Alfin Suprayugo³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

²Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang Indonesia

³Civil Engineering, National Central University, Taiwan

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

*e-mail: samin@umm.ac.id¹, anastain@umm.ac.id², alfinsuprayugo@umm.ac.id³,
106382601@cc.ncu.edu.tw³

Artikel dikirim: 28 Juli 2025; Revisi-1: 29 Agustus 2025; Revisi-2: 2 September 2025; Diterima: 3 September 2025; Dipublikasikan : 13 September 2025

Abstrak

Pengabdian masyarakat mengenai identifikasi potensi air bawah tanah menggunakan metode geolistrik untuk mendukung ketersediaan air bersih di Muhammadiyah Boarding School Malik Fadjar, berada di kelurahan Merjosari, kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Propinsi Jawa Timur. Dari informasi warga sekitar, dijelaskan bahwa di sekitar daerah pengabdian tidak ditemukan adanya air tanah dangkal. Hal ini juga diperkuat dengan fakta bahwa sulit mendapatkan air bersih dengan kapasitas besar dan kontunyu, sehingga secara praktis kebutuhan air bersih diambil dari sumur bor individu sebagai pemenuhan air bersih. Sebagai komplek sekolah yang terus berkembang dan melakukan pengembangan potensi sekolahnya termasuk akan disiapkan asrama siswa/santri, maka fasilitas pendukung dan pelayanan mutlak wajib ada. Pada kegiatan pengabdian ini tim pengabdian melakukan identifikasi potensi titik sumber air bawah tanah melalui metode geolistrik, yang dapat dieksploitasi untuk pemanfaatan air bersih. Dari hasil pengukuran diperoleh potensi debit air bawah tanah sebesar $Q = 5.78$ l/detik. Pengabdian masyarakat berupa identifikasi potensi air bawah tanah menggunakan metode geolistrik di Muhammadiyah Boarding School Malik Fadjar, Kota Malang memiliki kepentingan strategis dan praktis, baik dari sisi lingkungan, sosial, maupun edukatif, sehingga terpenuhinya kebutuhan dasar untuk hidup sehat, terutama di lingkungan boarding school yang memiliki banyak penghuni baik santri maupun guru.

Kata Kunci: Air Bawah Tanah, Geolistrik, Identifikasi, Kota Malang, Potensi Air Bersih

Abstract

Community service regarding the identification of underground water potential using geoelectric methods to support the availability of clean water at the Muhammadiyah Boarding School Malik Fadjar, located in Merjosari sub-district, Lowokwaru district, Malang City, East Java Province. From information from local residents, it was explained that there was no shallow groundwater found around the service area. This is also reinforced by the fact that it is difficult to obtain clean water with large and continuous capacity, so that practically the need for clean water is taken from individual drilled wells to fulfill clean water needs. As a school complex that continues to grow and develop its school potential, including the preparation of student dormitories, supporting facilities and services are absolutely mandatory. In this service activity, the service team identified potential underground water source points using geoelectric methods, which can be exploited for clean water utilization. From the measurement results, the potential underground water discharge was obtained at $Q = 5.78$ l / second. Community service in the form of identifying groundwater potential using the geoelectric method at Muhammadiyah Boarding School Malik Fadjar, Malang City has strategic and practical importance, both from an environmental, social, and educational perspective, so that the basic needs for a healthy life are met, especially in the boarding school environment which has many residents, both students and teachers.

Keywords: Clean Water Potential, Malang City, Geoelectricity, Identification, Underground Water

1. PENDAHULUAN

Khalayak sasaran dari kegiatan pengabdian ini adalah warga Komplek Muhammadiyah Boarding School (MBS) Malik Fadjar yang berada di wilayah Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Secara kuantitatif, kondisi tersebut dapat diuraikan bahwa lokasi kegiatan berada di kelurahan Merjosari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, jarak ke pusat Kota Malang: $\pm 9,7$ km (26 menit perjalanan) melalui jalur utama Jl. Joyo Agung – Jl. Gajayana – Jl. Veteran – Jl. Ijen – Alun-alun Tugu. Adapun Lokasi MBS seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi MBS Malik Fadjar Kota Malang

Lingkungan sekitar MBS Malik Fadjar berada di kawasan perumahan padat, di antaranya Villa Bukit Tidar, Graha Dewata, dan Joyogrand. Luas dan Peruntukan Area dengan Luas lahan: ± 3.000 m². Adapun pemanfaatan lahan yaitu Sekolah menengah (SMP/SMA berbasis boarding school) dan Masjid sebagai pusat kegiatan keagamaan dan sosial. Profil Pengguna dan Penghuni terdiri dari jumlah siswa yang diprediksi sekitar 450 santri tingkat SMP dan SMA, serta jumlah guru dan tenaga pendidik: ± 10 orang. Disamping itu jumlah tenaga kependidikan/pendukung (keamanan, kebersihan, administrasi): ± 10 orang. Dengan demikian total populasi yang beraktivitas rutin di kompleks diprediksi sebanyak 500 orang. Kondisi dan Kebutuhan air bersih dipenuhi melalui sumur bor dan jaringan PDAM, dengan konsumsi rata-rata $\pm 25-30$ m³/hari.

Potensi kelembagaan (boarding school), infrastruktur (lahan dan masjid), kebutuhan nyata (air bersih & lingkungan), kegiatan sosial-keagamaan, serta dukungan jaringan organisasi, lokasi ini sangat strategis untuk pelaksanaan kegiatan pengabdian. Fokus utama dapat diarahkan pada konservasi dan pengelolaan air tanah berbasis survei geofisika (ADMT), edukasi lingkungan, dan pemberdayaan komunitas sekolah-masyarakat secara terpadu. Potensi masalah adalah adanya fluktuasi debit air pada musim kemarau, risiko keterbatasan suplai karena peningkatan jumlah penghuni dan aktivitas dan potensi penurunan kualitas air tanah akibat lingkungan padat permukiman di sekitar kompleks.

Relevansi Pengabdian yaitu sebagai lembaga pendidikan berbasis boarding school, kebutuhan air bersih yang stabil dan berkelanjutan sangat vital untuk menunjang kegiatan belajar, ibadah, dan kehidupan sehari-hari santri. Kajian litologi melalui metode ADMT dapat memberikan peta bawah permukaan untuk mendukung pengelolaan air tanah, perencanaan sumur baru. Komplek Muhammadiyah Boarding School (MBS) Malik Fadjar sebagai lembaga pendidikan berbasis asrama memiliki jumlah santri yang relatif besar, yaitu diprediksi sekitar 450 orang, ditambah dengan guru dan tenaga kependidikan sehingga total penghuni mencapai ± 500 orang. Jumlah ini tentu menimbulkan kebutuhan sumber daya yang tinggi, terutama terkait dengan ketersediaan air bersih untuk menunjang aktivitas belajar, ibadah, serta kehidupan sehari-hari santri.

Berdasarkan kondisi tersebut, masalah utama yang dapat dirumuskan secara konkrit adalah:

- a. Bagaimana memetakan kondisi bawah permukaan menggunakan metode ADMT untuk memperoleh informasi litologi dan potensi akuifer sebagai dasar pengelolaan air tanah di Komplek MBS Malik Fadjar?
- b. Bagaimana strategi pengelolaan dan konservasi air bersih yang tepat untuk menjamin ketersediaan air berkelanjutan bagi \pm 500 penghuni boarding school?
- c. Bagaimana meningkatkan pemahaman dan partisipasi warga sekolah dalam konservasi lingkungan serta efisiensi penggunaan air?

Adapun tujuan yang hendak dicapai yaitu melakukan pemetaan bawah permukaan menggunakan metode ADMT untuk memperoleh informasi mengenai kondisi litologi dan potensi akuifer di kawasan MBS Malik Fadjar, menyusun penampang litologi hasil ADMT sebagai dasar ilmiah dalam perencanaan sumur baru, sistem resapan, atau strategi pengelolaan air tanah. Selain itu mengidentifikasi potensi dan masalah terkait ketersediaan serta kualitas air tanah yang digunakan oleh \pm 500 penghuni boarding school serta merancang dan memperkenalkan teknologi konservasi sederhana (misalnya sumur resapan, biopori, atau pemanenan air hujan) untuk mendukung keberlanjutan suplai air.

Adapun tujuan Sosial-Edukasi yaitu meningkatkan kesadaran, pengetahuan, dan partisipasi warga sekolah (santri, guru, dan tenaga kependidikan) dalam penggunaan air secara efisien dan ramah lingkungan, menumbuhkan budaya konservasi di lingkungan sekolah berbasis nilai-nilai keislaman, sehingga dapat menjadi teladan bagi masyarakat sekitar. Sedangkan tujuan jangka panjang yaitu menjadikan MBS Malik Fadjar sebagai model sekolah ramah lingkungan dan mandiri air, yang hasil pengelolaannya dapat direplikasi pada sekolah Muhammadiyah lain di Malang maupun daerah lain di Jawa Timur.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini disusun dalam beberapa tahap, yaitu studi pendahuluan terdiri dari pengumpulan data awal yaitu mengumpulkan data sekunder terkait kondisi geologi, hidrologi, dan tata guna lahan di kawasan Kelurahan Merjosari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Survei lapangan awal dengan observasi langsung lokasi MBS Malik Fadjar untuk mengidentifikasi kondisi infrastruktur, sumber air yang digunakan, dan potensi permasalahan air bersih. Selanjutnya melakukan koordinasi dengan mitra yaitu diskusi dengan pihak sekolah (guru, pengelola boarding, takmir masjid) untuk mengetahui kebutuhan, kendala, dan kesiapan kolaborasi, seperti tampak pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Koordinasi Tim dengan Mitra MBS



Gambar 3. Penentuan Titik Pengukuran

Pengukuran Geofisika Bawah Permukaan (ADMT) diawali dengan desain survei yaitu menentukan jalur pengukuran (multi-track) dengan konfigurasi 2 untuk memperoleh data resistivitas bawah permukaan. Studi yang dilakukan, menunjukkan keberhasilan penggunaan metode geoelektrik untuk menemukan sumber air tanah baru, penting untuk sistem pasokan air masyarakatan (Ikhsan et al., 2024; Malik et al., 2023). Konfigurasi elektroda Schlumberger telah digunakan untuk menganalisis lapisan batuan bawah permukaan, mengungkapkan informasi penting tentang nilai resistivitas yang menunjukkan zona akuifer potensial (Rahajoeningroem & Indrajana, 2020). Penelitian di Solok dan Malang mengidentifikasi potensi air tanah yang signifikan melalui survei geoelektrik, pemetaan aliran akuifer dan menilai parameter kualitas air (Muhammad & Islami, 2019). Hasil penelitian geoelektrik dapat memandu kegiatan pengeboran air tanah dan Lapisan pasir diidentifikasi sebagai akuifer potensial karena permeabilitas tinggi (Rahajoeningroem & Indrajana, 2020). Tiga zona potensial air tanah: miskin, sedang, dan tinggi (Yuliani et al., 2024). Data AMT pada konteks panasbumi menegaskan kepekaan frekuensi-audio terhadap zona konduktif terisi fluida; teknik dan tata kerja dapat diadopsi untuk eksplorasi air tanah dalam (Aboud et al., 2024). Metode geolistrik resistivitas di Desa Rejosari, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang, menunjukkan bahwa lapisan yang mempunyai kemampuan menyimpan air atau lapisan permeabel tersusun dari pasir dan pasir tuf (Hasan et al., 2025). Metode yang tersedia untuk pemetaan zona potensi air tanah, makalah ini berkontribusi pada pengambilan keputusan yang terinformasi dan kemajuan praktik pengelolaan air tanah yang berkelanjutan (Rodriguez & Ferolin, 2024). Variasi resistivitas disorot sebagai indikator keragaman hidrogeologi dan sifat pembawa air suatu wilayah, yang memberikan wawasan penting bagi eksplorasi dan pengelolaan sumber daya air tanah (Takele et al., 2025).

Metode geoelektrik, khususnya teknik Active Directory Magnetotelluric (ADMT), semakin banyak digunakan untuk mengidentifikasi potensi air bawah tanah. Metode-metode ini memanfaatkan resistivitas listrik bahan bawah permukaan untuk menemukan akuifer dan menilai kualitas air tanah. Integrasi teknik geoelektrik dengan metode lain meningkatkan akurasi eksplorasi air tanah, menjadikannya alat yang berharga di daerah yang menghadapi kelangkaan air. Konfigurasi ini biasanya digunakan dalam studi geoelektrik untuk mengukur resistivitas pada berbagai kedalaman, memberikan wawasan tentang litologi bawah permukaan dan lokasi akuifer potensial (Rahajoeningroem & Indrajana, 2020). ADMT 300 H adalah alat geofisika yang digunakan untuk eksplorasi bawah permukaan, terutama dalam mendeteksi sumber daya mineral, air tanah, atau struktur geologi. Alat ini menggunakan teknologi elektromagnetik untuk menganalisis resistivitas dan karakteristik bawah permukaan secara efisien. Beberapa fungsi utama ADMT 300 H meliputi deteksi Air Tanah dengan menentukan lokasi dan kedalaman sumber air tanah dan eksplorasi mineral yaitu mengidentifikasi kandungan mineral dan distribusinya.

ADMT 300 H sangat efektif dalam mendeteksi keberadaan air tanah dengan menggunakan metode elektromagnetik (Rulff et al., 2025). Alat ini bekerja berdasarkan prinsip resistivitas, yaitu mengukur perbedaan tahanan listrik pada lapisan bawah permukaan tanah. Air tanah memiliki resistivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan kering atau lapisan tanah tanpa kandungan air, sehingga dapat dikenali dengan mudah. Berikut adalah metode penggunaan ADMT 300 H untuk mendeteksi air tanah:

2.1. Persiapan Awal

- a. Pastikan Kondisi Alat: Periksa baterai, kabel, dan komponen lain untuk memastikan alat dalam kondisi baik.
- b. Tentukan Lokasi Survei: Identifikasi area target menggunakan peta topografi atau informasi geologi sebelumnya.
- c. Kalibrasi Alat: Lakukan kalibrasi sesuai dengan instruksi manual alat, termasuk pengaturan parameter seperti kedalaman target, sensitivitas, dan frekuensi sinyal elektromagnetik.

2.2. Penempatan Sensor

- a. Pasang Elektrode atau Sensor: Jika alat menggunakan elektrode, tanamkan di tanah sesuai pola tertentu (biasanya konfigurasi Wenner, Schlumberger, atau pola lainnya). Jika menggunakan sensor non-kontak, posisikan alat langsung di permukaan tanah.
- b. Atur Jarak Antara Elektrode: Sesuaikan jarak antar elektrode untuk menentukan kedalaman pengukuran. Jarak yang lebih besar memungkinkan pengukuran hingga kedalaman lebih dalam.

2.3. Pengukuran Data

- a. Aktifkan Alat: Nyalakan alat dan biarkan sistem memancarkan sinyal elektromagnetik ke bawah permukaan.
- b. Rekam Data: Alat akan mengukur respon resistivitas dari bawah tanah dan merekam data secara real-time. Data ini biasanya ditampilkan dalam bentuk angka atau grafik pada layar alat.

2.4. Analisis Data

- a. Pengolahan Data Awal: Interpretasi awal dilakukan di lapangan untuk mengetahui anomali resistivitas yang mungkin menunjukkan keberadaan air tanah.
- b. Transfer Data ke Komputer (Opsional): Jika alat mendukung, data dapat diunduh ke komputer untuk analisis lebih lanjut menggunakan perangkat lunak khusus.

2.5. Interpretasi Hasil

- a. Pemetaan Profil Bawah Permukaan: Berdasarkan data resistivitas, hasilnya divisualisasikan dalam bentuk profil bawah permukaan. Lapisan dengan resistivitas rendah biasanya menunjukkan keberadaan air tanah.
- b. Tentukan Lokasi dan Kedalaman: Identifikasi lokasi spesifik dan kedalaman air tanah yang potensial untuk dieksplorasi lebih lanjut.

2.6. Pembersihan dan Penyimpanan

Setelah survei selesai, lepaskan semua komponen alat, bersihkan jika diperlukan, dan simpan di tempat yang aman untuk menghindari kerusakan. Pada bagian metode penerapan, uraikanlah dengan jelas dan padat metode yang digunakan untuk mencapai tujuan yang telah dicanangkan dalam kegiatan pengabdian. Hasil pengabdian itu harus dapat diukur dan penulis diminta menjelaskan alat ukur yang dipakai, baik secara deskriptif maupun kualitatif. Jelaskan cara mengukur tingkat ketercapaian keberhasilan kegiatan pengabdian. Tingkat ketercapaian dapat dilihat dari sisi perubahan sikap, sosial budaya, dan ekonomi masyarakat sasaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di Muhammadiyah Boarding School (MBS) Malik Fajar dilaksanakan untuk menjawab permasalahan keterbatasan air bersih yang selama ini menjadi kendala utama dalam menunjang aktivitas pendidikan dan kehidupan sehari-hari di lingkungan sekolah berasrama. Upaya ini tidak hanya berfokus pada aspek penyediaan sumber air baru, tetapi juga diarahkan pada strategi konservasi dan peningkatan kapasitas komunitas agar ketersediaan air dapat terjamin secara berkelanjutan.

Untuk itu, tahap awal kegiatan diawali dengan survei geofisika menggunakan metode Electrical Resistivity Tomography (ERT) dan Audio Magnetotelluric (ADMT) guna memetakan kondisi bawah permukaan dan mengidentifikasi potensi akuifer. Hasil interpretasi menjadi dasar penentuan titik pengeboran yang prospektif. Selanjutnya, intervensi fisik dilakukan melalui pembangunan infrastruktur konservasi seperti Rainwater Harvesting (RWH) dan sumur resapan.

Selain aspek teknis, program ini juga mengedepankan pendekatan partisipatif melalui kegiatan edukasi komunitas, yang bertujuan menanamkan kesadaran pentingnya konservasi air

dan pemeliharaan sarana yang telah dibangun. Dengan demikian, program pengabdian ini tidak hanya menghasilkan data teknis dan infrastruktur fisik, tetapi juga membangun kesadaran kolektif yang menjadi modal sosial untuk menjaga keberlanjutan.

Hasil kegiatan ini kemudian dianalisis dengan membandingkan kondisi ketersediaan air sebelum dan sesudah intervensi, termasuk proyeksi debit air dari hasil pengeboran, persepsi dan testimoni mitra, serta relevansinya dengan hasil penelitian atau kegiatan serupa.

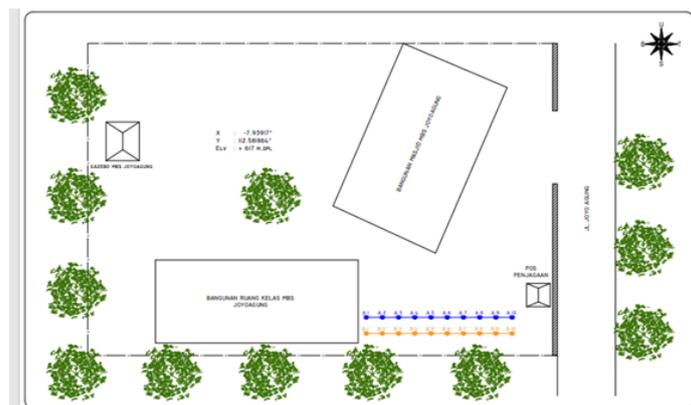
3.1. Persiapan Pengukuran

Kegiatan pengukuran dengan melakukan survei di lokasi dengan arahan pengelola MBS, dimana rencana pengembangan dan penambahan bangunan makan ditetapkan beberapa titik potensial. Penentuan titik pengukuran seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pengukuran dilakukan di beberapa titik sesuai dengan prosedur yang ditentukan.



Gambar 4. Lokasi Pengukuran Tahap 1

Setelah dilakukan pengukuran dan analisis data ternyata potensi air tanah dalam masih belum ditemukan walau pengukuran sudah dilakukan di beberapa titik. Dilakukannya pengukuran di titik bagian depan lokasi MBS, seperti tampak pada Gambar 5.



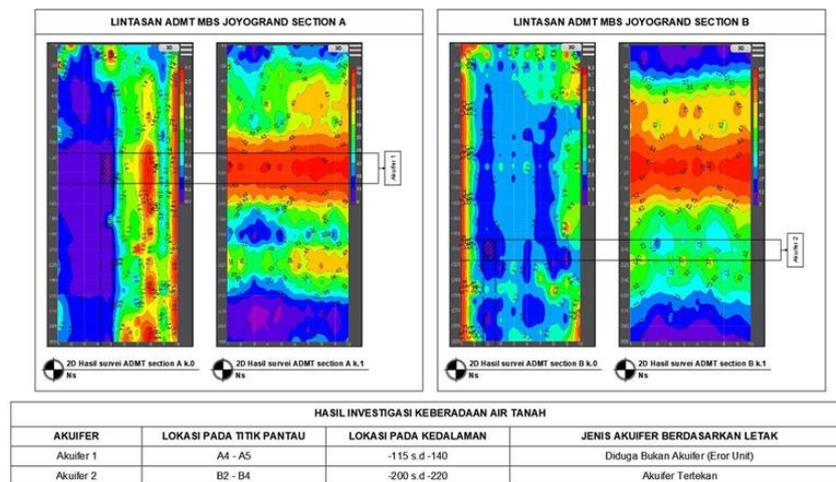
Gambar 5. Lokasi Pengukuran Tahap 2

3.2. Survei Geolistrik Menggunakan Unit ADMT 300H

Setelah mengetahui gambaran umum situasi akuifer wilayah studi dari peta hidrogeologi, perlu adanya survei lokasi menggunakan teknologi geolistrik magneulitrik agar data yang didapatkan dalam perencanaan lengkap dan detail. Dalam survei kali ini alat yang digunakan adalah unit ADMT 300H, dengan teknologinya alat ini dapat digunakan untuk menduga titik, kedalaman akuifer dan nilai resistivitas (R) batuan penyusun akuifer. Output dari survei ini berupa gambar grafik kedalaman terhadap titik yang didalamnya tergambar nilai-nilai resistivitas digambarkan dengan warna-warna sesuai dengan tinggi rendahnya nilai resistivitas batuan.

Dalam pengaplikasiannya ADMT memiliki beberapa konfigurasi yang dipergunakan sesuai dengan peruntukannya. Dalam survei perencanaan sumur bor untuk SPAB kali ini konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi 0,1 dan 3. Konfigurasi 0 pada umumnya digunakan untuk menduga titik dan kedalaman potensi air tanah yang dapat dieksplorasi, Konfigurasi 1 adalah konfigurasi yang digunakan untuk menduga susunan lapisan tanah, sedangkan konfigurasi 3 adalah sebagai bahan koreksi dari hasil konfigurasi 1.

Sebagaimana yang telah dijelaskan diatas bahwa kegiatan survei ADMT ini salah satu tujuannya adalah untuk menduga lokasi dan kedalaman sumur bor rencana, untuk mendapatkan data tersebut, dilakukan survei geolistrik ADMT konfigurasi 1 sehingga didapat hasil seperti tampak pada Gambar 6.



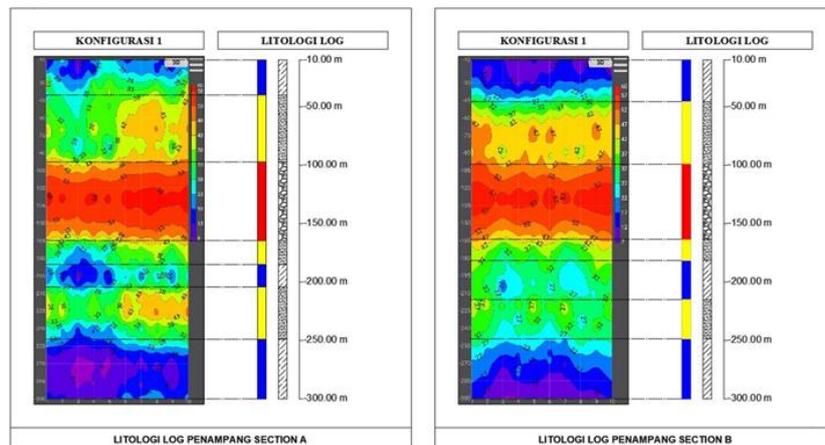
Gambar 6. Hasil Survei ADMT

Dari gambar diatas maka dapat dijelaskan bahwa hasil survei mendapatkan 2 titik potensial untuk dieksplorasi. Menimbang dari hasil konfigurasi 1 yang menggambarkan lapisan batuan, akuifer 1 tidak memiliki kesesuaian dengan penampang lapisan batuan yang menginterpretasikan sebagai lapisan tanah keras. Dengan begitu maka dipilih akuifer 2 dengan kedalaman 200 hingga 220 di bawah permukaan tanah, akuifer ini diidentifikasi sebagai akuifer tertekan karena pada penampang konfigurasi 1 akuifer 2 terletak di bawah lapisan tanah keras. Lapisan batuan yang berbeda menunjukkan nilai resistivitas yang berbeda, yang dapat menunjukkan adanya formasi bantalan air. Misalnya, lapisan pasir biasanya menunjukkan resistivitas yang lebih tinggi, menunjukkan potensi akuifer (Rahajoeningroem & Indrajana, 2020).

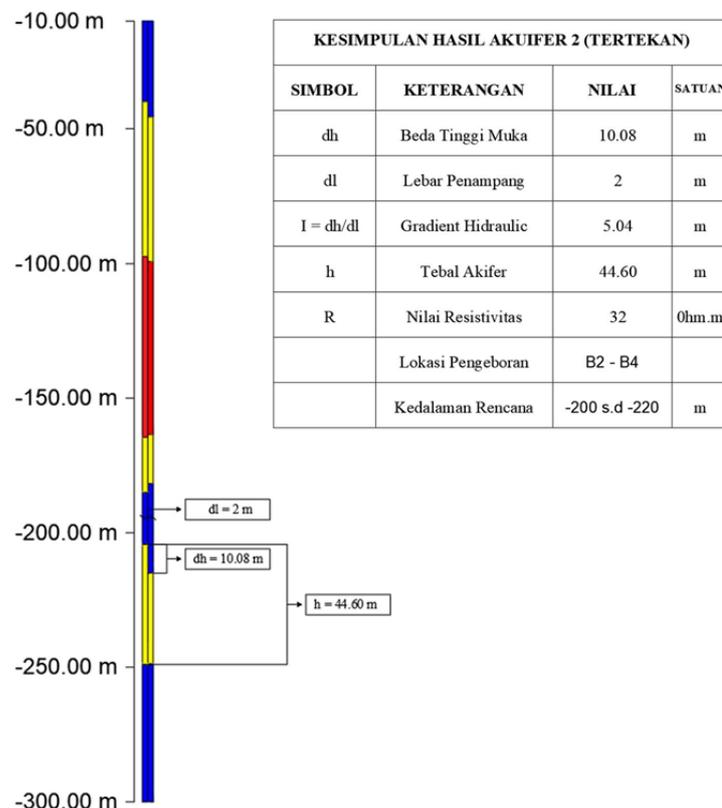
3.3. Pendugaan Debit Akuifer

Dalam perencanaan ini, pendugaan debit akuifer dilakukan dengan mengacu pada teori Darcy, air tanah bergerak kemana adanya perbedaan gradien hidrolik (dh/dL). Air tanah mengalir dari h (hydraulic head) tinggi ke h rendah. Hal yang sama dalam teori fisika bahwa air tanah, Listrik, kalor, mengalir karena perbedaan energi potensial, dari potensial tinggi ke potensial rendah, maka h merefleksikan energi potensial dalam air tanah. Untuk mendapatkan data-data yang harus diketahui untuk menduga debit akuifer menggunakan metode Darcy, hasil survei ADMT dengan konfigurasi 2 dapat diambil nilai resistivitas majemuknya yang diduga sebagai lapisan tanah jenuh air. Selain itu gugusan hasil ADMT konfigurasi 2 berbagai jalur akan digambarkan sebagai penampang litologi (Gambar 7) untuk mengetahui nilai Kemiringan Hidraulic (I), dh , dL dan tebal akuifer (h) dan Gambar 7-8. Cluster hasil ADMT dari konfigurasi 2 mencakup data resistivitas yang berasal dari berbagai jalur pengukuran, memanfaatkan konfigurasi pengambilan data kedua. Pendekatan ini sangat penting dalam memahami karakteristik bawah permukaan, terutama dalam konteks hidrogeologi. Integrasi beberapa lintasan pengukuran meningkatkan keandalan model resistivitas, memungkinkan analisis fitur bawah permukaan yang lebih komprehensif. Metode geostatistik iteratif meningkatkan akurasi

model dengan mengkondisikan data lubang bor dan kontinuitas spasial, secara efektif menangkap variabilitas skala kecil (Pereira et al., 2023).



Gambar 7. Penampang Litologi hasil survei



Gambar 8. Penampang Litologi hasil survei

Sedangkan untuk mendapatkan nilai konduktifitas hydraulic batuan yang akan digunakan sebagai salah satu unsur teori darcy. Nilai Konduktifitas hydraulic (K) dapat diperoleh dengan mengetahui terlebih dahulu nilai transmisivitas dengan rumus :

$$T = 1.55 \times R \quad (1)$$

Setelah mendapatkan nilai transmisivitas (T), nilai konduktivitas batuan dapat ditentukan dengan rumus :

$$K = T/h \quad (2)$$

Dengan dasar teori diatas maka pendugaan debit akuifer metode Darcy dapat dilakukan, berikut ini adalah perhitungan pendugaan debit akuifer di Sumur Bor 1, seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Pendugaan Debit Aquifer

Beda Tinggi	dh	10.08	m
Jarak Beda Tinggi	dL	2	m
Tebal Akifer	h	44.60	m
Nilai Resistifitas	R	32	ohm.m

3.4. Transmisivitas Hidraulic (T)

Nilai Transmisivitas Hidrolik (T) sangat penting untuk memprediksi aliran air bawah tanah karena mengukur kemampuan akuifer untuk mengirimkan air. Dengan memperkirakan T, peneliti dapat menilai pergerakan air tanah, laju pengisian ulang, dan transportasi zat terlarut, yang penting untuk pengelolaan sumber daya air yang efektif. Berbagai metode, termasuk uji pemompaan tradisional dan teknik inovatif seperti Vertical Electric Sounding (VES), berkontribusi pada penentuan nilai T, memungkinkan pemahaman komprehensif tentang dinamika akuifer. Dalam akuifer heterogen, nilai T membantu dalam mengembangkan skenario eksploitasi dan strategi pengelolaan (Kouassi et al., 2019). Nilai T diintegrasikan ke dalam model untuk memprediksi jalur aliran dan dinamika pengisian ulang di area yang luas (Luijendijk & Bresciani, 2023).

$$T = 1.55 \times R$$
$$T = 1.55 \times 32 \text{ ohm.m}$$
$$= 49.6 \text{ ohm.m}$$

3.5. Konduktifitas Hidraulic (K)

Nilai konduktivitas hidrolik (K) dalam tanah atau batuan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sifat fisik, penggunaan lahan, dan kondisi lingkungan. Memahami faktor-faktor ini sangat penting untuk pemodelan hidrologi yang akurat dan memprediksi pergerakan air melalui substrat yang berbeda. Bagian berikut menguraikan pengaruh utama pada konduktivitas hidrolik. Distribusi porositas primer, genetik, dan sekunder pada batuan secara signifikan mempengaruhi K. Variasi ukuran pori dan konektivitas menyebabkan pola aliran yang kompleks (Sowers, 1981).

$$K = 49.6/44.60$$
$$= 1.11 \text{ m/hari}$$

Nilai K dipengaruhi oleh penggunaan lahan. Penggunaan lahan yang berbeda, seperti lahan hutan versus lahan pertanian, menunjukkan perbedaan yang nyata dalam nilai K, dengan vegetasi alami biasanya menunjukkan konduktivitas yang lebih tinggi (Fu et al., 2015). Pada tanah alkali bertekstur halus, tingkat natrium dan salinitas yang lebih tinggi yang dapat ditukar secara signifikan mengurangi K, menunjukkan pengaruh kimia yang kuat pada sifat hidraulik (Candemir & Gülser, 2012). Sementara faktor-faktor ini memberikan pandangan komprehensif tentang pengaruh pada konduktivitas hidrolik, penting untuk dicatat bahwa variabilitas ada karena kondisi lokal dan teknik pengukuran, yang dapat mempersulit prediksi dan penilaian K di lingkungan yang berbeda (Mbonimpa et al., 2002).

3.6. Debit Akuifer Sumur Bor 1 (Q)

Debit Akuifer Sumur Bor (Q) memainkan peran penting dalam keberlanjutan sumber daya air tanah di wilayahnya dengan mempengaruhi ketersediaan air, kualitas, dan praktik pengelolaan. Memahami dinamika akuifer ini sangat penting untuk mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh ekstraksi berlebihan dan perubahan lingkungan. Praktik manajemen yang

efektif sangat penting untuk mencegah kontaminasi dan memastikan umur panjang akuifer. Manajemen yang buruk dapat menyebabkan kerusakan permanen, membuat deteksi dini masalah menjadi penting (Rulff et al., 2025). Pemompaan berlebihan, seperti yang terlihat di daerah seperti Dataran China Utara, menyebabkan penurunan tingkat air tanah yang signifikan, mengakibatkan efek buruk seperti penurunan tanah dan degradasi ekosistem (Sowers, 1981).

$$\begin{aligned} Q &= K * A * (dh/dl) \\ &= 449.02 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= \mathbf{5.78 \text{ l/detik}} \end{aligned}$$

Nilai debit $Q=5,78 \text{ l/det}$ memiliki implikasi signifikan terhadap pengelolaan sumber daya air (WRM) dan kesehatan ekosistem. Nilai ini menunjukkan tingkat penarikan atau penggunaan air tertentu, yang dapat mempengaruhi ketersediaan air untuk kebutuhan manusia dan kesehatan ekosistem perairan. Strategi pengelolaan yang efektif harus menyeimbangkan tuntutan manusia dengan persyaratan ekologis sistem air tawar. Nilai tersebut menunjukkan perlunya praktik penggunaan air yang berkelanjutan untuk memastikan bahwa kebutuhan manusia dan ekologis terpenuhi (Bogardi et al., 2020). Menerapkan pengelolaan sumber daya air terpadu dapat membantu mengalokasikan air secara efisien di antara kebutuhan yang bersaing, termasuk aliran lingkungan yang mendukung kesehatan ekosistem (Lloyd et al., 2013; Overton et al., 2014).

3.7. Hasil evaluasi kegiatan

Kondisi Sebelum Kegiatan

- Akses air bersih terbatas: Ketersediaan air tanah belum terpetakan secara ilmiah, sehingga sumur yang ada sering mengalami debit kecil saat musim kemarau.
- Kesadaran konservasi rendah: Warga sekolah (guru, santri, tenaga kependidikan) belum terbiasa dengan pola hemat air dan pemeliharaan fasilitas konservasi.
- Ketergantungan penuh pada air tanah dangkal: Risiko penurunan kualitas air (keruh, berbau, atau mengandung bakteri) cukup besar.

Kondisi Sesudah Kegiatan

- Data ilmiah tersedia: Hasil pengukuran ERT + ADMT memberikan gambaran litologi bawah permukaan dan posisi akuifer, sehingga sekolah memiliki dasar yang kuat untuk menentukan titik pengeboran sumur baru.
- Kesadaran meningkat: Melalui program edukasi komunitas, siswa dan guru mulai terlibat dalam monitoring penggunaan air, serta menumbuhkan budaya hemat air.

Ketersediaan air bersih di Komplek MBS Malik Fadjar masih terbatas dan sangat bergantung pada sumur dangkal yang debitnya relatif kecil (sekitar 0,5–1,0 liter/detik). Pada musim penghujan, pasokan air relatif cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar santri, guru, dan aktivitas sekolah. Namun, pada musim kemarau debit sumur mengalami penurunan drastis, sehingga sering tidak mampu memenuhi kebutuhan harian. Akibatnya, pihak sekolah kadang harus mencari alternatif dengan membeli air tangki atau mengandalkan pasokan tambahan dari PDAM, yang menambah beban biaya operasional.

Keterbatasan data ilmiah mengenai kondisi akuifer membuat pihak sekolah tidak memiliki kepastian terkait potensi eksplorasi sumur baru. Berdasarkan hasil survei geofisika menggunakan kombinasi Electrical Resistivity Tomography (ERT) dan Audio-Magnetotellurics (ADMT), berhasil diidentifikasi zona akuifer produktif dengan estimasi potensi debit sebesar $Q = 5,78 \text{ liter/detik}$. Jika potensi ini terealisasi melalui pengeboran sumur dalam, maka pasokan air bersih akan meningkat lebih dari 5–10 kali lipat dibanding kondisi awal. Debit sebesar itu diproyeksikan mampu memenuhi kebutuhan harian seluruh warga sekolah, baik untuk konsumsi, MCK, maupun kegiatan pendukung lain (irigasi taman, kebersihan lingkungan). Dengan kapasitas debit 5,78 l/detik, ketersediaan air tidak hanya cukup untuk kebutuhan jangka pendek, tetapi juga memberikan peluang cadangan pasokan air bagi pengembangan fasilitas sekolah di masa mendatang.

Selanjutnya dalam sesi wawancara setelah kegiatan, pengelola MBS Malik Fadjar menyampaikan apresiasi tinggi terhadap program pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan. Salah satu pengelola menyatakan: "Kami sangat senang dengan adanya kegiatan ini. Selama ini kami sering menghadapi kesulitan air, terutama saat musim kemarau. Dengan adanya survei geofisika yang dilakukan tim, kami sekarang memiliki gambaran jelas tentang letak akuifer dan potensi air tanah yang bisa dimanfaatkan. Apalagi hasilnya menunjukkan debit yang sangat besar, sampai 5,78 liter per detik, ini benar-benar kabar menggembirakan bagi kami. Selain itu, adanya instalasi pemanenan air hujan dan sumur resapan menjadi tambahan yang sangat bermanfaat. Kami merasa lebih tenang, karena ketersediaan air di sekolah akan lebih terjamin." Pengelola juga menambahkan bahwa edukasi komunitas yang dilakukan kepada guru dan santri sangat membantu membangun kesadaran akan pentingnya konservasi air. Mereka merasa hasil kegiatan ini tidak hanya berdampak pada penyediaan air bersih, tetapi juga pada perubahan perilaku warga sekolah dalam memanfaatkan sumber daya air secara bijak dan berkelanjutan.

Sedangkan perbandingan hasil PKM yang telah dilakukan antara lain PKM dari Universitas Pattimura menggunakan metode geolistrik (ERT) diikuti dengan pengeboran sumur bor. Hasilnya, lokasi pengeboran pada kedalaman sekitar 32 m berhasil menemukan air tanah produktif yang dapat diandalkan untuk kebutuhan pertanian kelompok tani (Jaya et al., 2024). Sementara di MBS Malik Fadjar, menggunakan kombinasi ERT + ADMT untuk mendesain sumur yang mampu menghasilkan debit lebih besar ($Q = 5,78 \text{ l/dtk}$) — menjamin pasokan air yang jauh lebih mencukupi untuk kebutuhan sekolah. Disamping itu PKM yang fokus pada edukasi dan pelatihan guru tentang penjernihan air berbasis geomaterial, hasil menunjukkan peningkatan pemahaman dari nilai Pre-test 45 menjadi Post-test 71, serta indeks kepuasan 96,4 % (Mairizki et al., 2025). Sementara program di MBS Malik Fadjar tidak hanya mencakup edukasi semata, tetapi juga intervensi teknis berupa pemetaan akuifer, sehingga menghasilkan output yang lebih komprehensif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian dapat disimpulkan bahwa pengukuran dengan alat ADMT dapat mengetahui potensi debit air tanah di titik yang berada di MBS Malik Fadjar yaitu sebesar $Q = 5.78 \text{ l/detik}$. Debit air tanah yang tersedia menjadi salah satu komponen utama yang harus diseimbangkan dengan kebutuhan operasional gedung. Kegiatan pengabdian masyarakat di MBS Malik Fadjar berhasil memberikan solusi nyata terhadap permasalahan keterbatasan air bersih melalui penerapan metode geofisika ERT dan ADMT yang mengidentifikasi potensi akuifer dengan debit $Q = 5,78 \text{ liter/detik}$. Hasil ini diperkuat dengan edukasi komunitas yang meningkatkan kesadaran konservasi air di kalangan guru dan santri. Secara keseluruhan, intervensi ini terbukti efektif, tepat sasaran, dan berkelanjutan dalam menjamin ketersediaan air bersih serta mendukung aktivitas pendidikan dan kehidupan sehari-hari di kompleks sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana pengabdian masyarakat menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) atas dukungan penuh yang diberikan, baik dalam bentuk pendanaan, fasilitasi, maupun pendampingan akademik sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Muhammadiyah Boarding School (MBS) Malik Fadjar, Kota Malang, atas kerja sama, partisipasi aktif, serta keterbukaan dalam mendukung setiap tahapan kegiatan, mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan di lapangan. Tanpa dukungan dari kedua pihak tersebut, kegiatan pengabdian ini tidak mungkin berjalan dengan lancar dan memberikan manfaat nyata bagi ketersediaan air bersih dan keberlanjutan lingkungan di lingkungan sekolah berasrama.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboud, E., Lashin, A., Zaidi, F., Al-Bassam, A., Al Arifi, N., Anbar, M. A., & Al-Homadhi, E. (2024). Audio magnetotelluric data for geothermal exploration in northwest of Saudi Arabia. *Seventh International Conference on Engineering Geophysics, Al Ain, UAE, 16–19 October 2023*, 303–305. <https://doi.org/10.1190/iceg2023-069.1>
- Bogardi, J. J., Leentvaar, J., & Sebesvári, Z. (2020). *Biologia Futura: Integrating freshwater ecosystem health in water resources management. Biologia Futura*, 71(4), 337–358. <https://doi.org/10.1007/s42977-020-00031-7>
- Candemir, F., & Gülser, C. (2012). Influencing Factors and Prediction of Hydraulic Conductivity in Fine-Textured Alkaline Soils. *Arid Land Research and Management*, 26(1), 15–31. <https://doi.org/10.1080/15324982.2011.631686>
- Fu, T., Chen, H., Zhang, W., Nie, Y., & Wang, K. (2015). Vertical distribution of soil saturated hydraulic conductivity and its influencing factors in a small karst catchment in Southwest China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(3), 92. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4320-1>
- Hasan, M. F. R., Juwono, A. M., Susilo, A., Aprilia, F., Sheliyana, P., Abidin, R. R., Perdana, B. K., & Agung, P. A. M. (2025). Determination of Groundwater Resources using Geoelectrical Resistivity Method for Drought Mitigation in Bantur, Malang Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1453(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1453/1/012046>
- Ikhsan, J., Nursetiawan, Hairani, A., Wijaya, D. D., Mohd Arif Zainol, M. R., & Ibrahim, M. S. I. B. (2024). Geoelectric application for groundwater source search as an effort to meet water needs in kaliapak hamlet Kulon Progo. *BIO Web of Conferences*, 137, 03006. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413703006>
- Jaya, G. W., Bahri, S., Zulfiah, Ramadhan, A., Nggolaon, D., & Silahoy, S. (2024). Upaya Penyediaan Air Tanah Bagi Kelompok Tani Menggunakan Metode Geolistrik Dan Pembuatan Sumur Bor Di Desa Haruru, Maluku Tengah. *LOSARI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 266–275. <https://doi.org/10.53860/losari.v6i2.408>
- Kouassi, K. A., Kouassi, F. W., Mangoua, O. M. J., Ackerer, P., Douagui, G. A., & Savane, I. (2019). Estimation by Inverse Approach of a Transmissivity Field over the Entire Continental Terminal Aquifer of Abidjan. *International Journal of Environment and Climate Change*, 708–728. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2019/v9i1230152>
- Lloyd, G. J., Korsgaard, L., Tharme, R. E., Boelee, E., Clement, F., Barron, J., & Eriyagama, N. (2013). Water management for ecosystem health and food production. In E. Boelee (Ed.), *Managing water and agroecosystems for food security* (1st ed., pp. 142–155). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780640884.0142>
- Luijendijk, E., & Bresciani, E. (2023, May 15). Estimation of transmissivity across the conterminous US using large water table and surface water datasets. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-12044>
- Mairizki, F., Putra, A. Y., Suryadi, A., Rosyada, H. Z., Rinalta, S. D., Hafiyyan, T., & Putri, N. A. A. (2025). Pengabdian Masyarakat: Edukasi Teknik Penjernihan Air Berbasis Geomaterial di SMA 1 Kampar Timur, Riau. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 5(2), 439–446. <https://doi.org/10.54082/jamsi.1741>
- Malik, U., Defrianto, D., Zulfa, Z., Saputra, Y. D., & Muhammad, J. (2023). One-dimensional analysis of underground water using geoelectric methods. *Science, Technology and Communication Journal*, 4(1), 11–14. <https://doi.org/10.59190/stc.v4i1.252>
- Mbonimpa, M., Aubertin, M., Chapuis, R. P., & Bussi re, B. (2002). Practical pedotransfer functions for estimating the saturated hydraulic conductivity. *Geotechnical and Geological Engineering*, 20(3), 235–259. <https://doi.org/10.1023/A:1016046214724>

- Muhammad, J., & Islami, N. (2019). Integrated Geoelectric and Hydrogeochemical Survey to Analyze the Potential of Underground Water in Solok, West Sumatra, Indonesia. MDPI AG. <https://doi.org/10.20944/preprints201910.0356.v1>
- Overton, I. C., Smith, D. M., Dalton, J., Barchiesi, S., Acreman, M. C., Stromberg, J. C., & Kirby, J. M. (2014). Implementing environmental flows in integrated water resources management and the ecosystem approach. *Hydrological Sciences Journal*, 59(3-4), 860-877. <https://doi.org/10.1080/02626667.2014.897408>
- Pereira, J. L., Gómez-Hernández, J. J., Zanini, A., Varouchakis, E. A., & Azevedo, L. (2023). Iterative geostatistical electrical resistivity tomography inversion. *Hydrogeology Journal*, 31(6), 1627-1645. <https://doi.org/10.1007/s10040-023-02683-w>
- Rahajoeningroem, T., & Indrajana, B. (2020). Groundwater Potential Investigation Using Geoelectric Method with Schlumberger Electrode Configuration in Catur Rahayu Village, Dendang District, Tanjung Jabung Timur Regency, Jambi Province. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 879(1), 012115. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/879/1/012115>
- Rodriguez, M. M. C., & Ferolin, T. P. (2024). Groundwater resource exploration and mapping methods: A review. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 19(3), 140-156. <https://doi.org/10.1680/jenes.23.00051>
- Rulff, P., Castillo-Reyes, O., Koyan, P., Martin, T., Deleersnyder, W., & Carrizo Mascarell, M. (2025, January 20). Geoelectrical and electromagnetic imaging methods applied to groundwater systems: Recent advances and future potentials. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-654>
- Sowers, G. (1981). Rock Permeability or Hydraulic Conductivity—An Overview. In T. Zimmie & C. Riggs, *Permeability and Groundwater Contaminant Transport* (pp. 65-83). ASTM International 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. <https://doi.org/10.1520/STP28317S>
- Takele, T., Husein, M., Diriba, D., & Assefa, G. (2025). Application of electrical resistivity tomography for groundwater evaluation in Yirgacheffe Town and its environs, Main Ethiopian Rift. *HydroResearch*, 8, 202-208. <https://doi.org/10.1016/j.hydres.2024.11.003>
- Yuliani, E., Rubiantoro, P., Anggraeni, V., & Nelvina, A. (2024). Groundwater potential zones identification using geoelectrical resistivity sounding and GIS in upper Metro sub-catchment, Malang, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1311(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1311/1/012018>

Halaman Ini Dikосongkan