



Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner

I Gde Dharma Atmaja^{1*}, Gusti Ayu Esty Windhari¹, Ni Putu Ety Lismaya Dewi²

Program Studi Teknik Pertambangan¹; Program Studi Teknik Sipil², Universitas Pendidikan Mandalika, Jalan Pemuda No. 59A, Kota Mataram, Indonesia 83125.

Email Korespondensi: dharmaatmaja.ig@undikma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lapisan bawah permukaan tanah di daerah Perkemahan Gunung Jae, Desa Sedau, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, yang dimanfaatkan sebagai kawasan wisata air. Informasi mengenai karakteristik geologi bawah permukaan, khususnya sebaran akuifer, sangat diperlukan sebagai dasar perencanaan pembangunan fasilitas wisata dan infrastruktur pendukung yang aman dan berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah geolistrik konfigurasi Wenner karena kemampuannya dalam memetakan variasi resistivitas secara lateral dan vertikal dengan resolusi yang baik. Data primer diperoleh melalui pengukuran beda potensial dan arus listrik di lapangan, kemudian diolah menggunakan perangkat lunak RES2DINV untuk menghasilkan penampang resistivitas dua dimensi. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi nilai resistivitas yang mencerminkan heterogenitas litologi bawah permukaan. Zona resistivitas rendah ($\pm 5\text{--}50\ \Omega\text{m}$) diinterpretasikan sebagai lapisan material berpori dan jenuh air, seperti lempung pasir atau pasir jenuh, yang berpotensi sebagai akuifer dangkal. Sementara itu, zona resistivitas sedang hingga tinggi ($\pm 50\text{--}300\ \Omega\text{m}$) berkaitan dengan material yang lebih kompak dan relatif impermeabel, seperti pasir kering, kerikil, atau batuan dasar, yang berperan sebagai lapisan pembatas aliran air tanah. Distribusi zona-zona tersebut mengindikasikan struktur bawah permukaan yang berlapis dengan potensi akuifer yang terlokalisasi. Informasi resistivitas ini dapat dimanfaatkan secara langsung untuk menentukan lokasi yang sesuai bagi penyediaan air bersih, penempatan bangunan, serta pengembangan fasilitas wisata yang berbasis kondisi geologi dan prinsip pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: Geolistrik; Wenner; RES2DINV; Resistivitas; Akuifer.

Identification of Subsurface Soil Layers Using the Wenner Configuration of the Geoelectric Method

Abstract

This study aims to identify subsurface soil layers in the Gunung Jae Camping Area, Sedau Village, Narmada District, West Lombok Regency, which is utilized as a water tourism area. Information on subsurface geological characteristics, particularly the distribution of aquifers, is essential as a basis for planning safe and sustainable tourism facilities and supporting infrastructure. The Wenner configuration of the geoelectric method was employed due to its capability to map lateral and vertical resistivity variations with good resolution. Primary data were obtained through field measurements of electrical potential differences and current, and subsequently processed using RES2DINV software to generate two-dimensional resistivity cross-sections. The results indicate variations in resistivity values that reflect subsurface lithological heterogeneity. Low-resistivity zones ($\pm 5\text{--}50\ \Omega\text{m}$) are interpreted as porous and water-saturated materials, such as sandy clay or saturated sand, indicating the potential presence of shallow aquifers. Meanwhile, moderate to high resistivity zones ($\pm 50\text{--}300\ \Omega\text{m}$) are associated with more compact and relatively impermeable materials, such as dry sand, gravel, or bedrock, which act as confining layers for groundwater flow. The spatial distribution of these zones suggests a layered subsurface structure with localized aquifer potential. This resistivity information can be directly utilized to determine suitable locations for clean water supply, building placement, and the development of tourism facilities based on geological conditions and sustainable development principles.

Keywords: Geoelectric; Wenner; RES2DINV; Resistivity; Aquifer.

How to Cite: Atmaja, I. G. D., Windhari, G. A. E., & Dewi, N. P. E. L. (2025). Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner. *Empiricism Journal*, 6(4), 2609-2617. <https://doi.org/10.36312/7j5j2v98>



<https://doi.org/10.36312/7j5j2v98>

Copyright© 2025, Atmaja et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

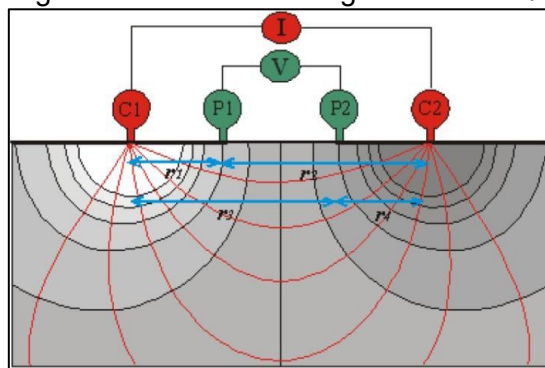
Desa Sedau yang terletak di Kabupaten Lombok Barat memiliki potensi pengembangan pariwisata yang cukup besar, terutama pada sektor wisata air dan area perkemahan yang dinilai masih dapat dimaksimalkan. Sejalan dengan rencana perluasan

sektor pariwisata, diperlukan kajian mendalam mengenai kondisi geologi bawah permukaan untuk memastikan bahwa pembangunan dilakukan secara aman, terarah, dan berkelanjutan. Analisis struktur bawah permukaan menjadi tahap awal yang sangat penting dalam proses perencanaan teknik sipil, mitigasi bencana, serta penentuan lokasi konstruksi maupun sarana wisata (Hidayati & Santoso, 2022; Rachman et al., 2021).

Informasi geologi bawah permukaan berperan langsung dalam pengelolaan dan pengembangan wisata. Keberadaan akuifer dangkal dapat menjadi sumber air baku untuk fasilitas sanitasi, kebutuhan operasional kawasan, dan fasilitas rekreasi berbasis air — tetapi pemanfaatannya harus didukung oleh uji hidrogeologi lanjutan (mis. *pumping test* dan analisis kualitas air) untuk mencegah over-extraction dan pencemaran. Sebaliknya, identifikasi lapisan impermeabel membantu menentukan lokasi pondasi bangunan, merancang sistem drainase, dan mengurangi risiko genangan atau penurunan tanah. Kombinasi informasi ini mendukung tata ruang yang aman dan ramah lingkungan untuk pengembangan fasilitas wisata. Penentuan lokasi sumur, penempatan bangunan, dan desain drainase merupakan aspek penting dalam perencanaan kawasan wisata dan pesisir.

Metode geolistrik merupakan salah satu teknik geofisika yang digunakan untuk mempelajari aliran arus listrik di dalam bumi serta merekam respons yang muncul pada permukaan (Darmansyah et al., 2020; Wijaya et al., 2021). Prosedur ini dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah dan kemudian mengukur beda potensial yang terbentuk. Variasi nilai beda potensial tersebut bergantung pada karakteristik litologi, kandungan mineral, dan keberadaan air dalam lapisan batuan (Telford et al., 1990). Lapisan akuifer umumnya menunjukkan nilai resistivitas yang rendah karena tingginya kandungan air yang berperan sebagai medium penghantar listrik; sebaliknya material kompak atau batuan dasar menunjukkan resistivitas lebih tinggi (Wilosi et al., 2018; Suryana et al., 2022).

Konfigurasi Wenner merupakan salah satu konfigurasi geolistrik yang banyak digunakan dalam eksplorasi bawah permukaan karena efektivitasnya dalam memetakan variasi resistivitas batuan dan tanah. Metode ini dikenal memiliki sejumlah keunggulan, seperti konfigurasi elektroda yang sederhana, akurasi pengukuran yang baik, serta kemampuan mendeteksi lapisan pada kedalaman bervariasi (Loke, 2015; Telford et al., 1990). Studi numerik dan lapangan juga menunjukkan bahwa konfigurasi Wenner (dan varian Wenner–Schlumberger) sering efektif untuk pemetaan akuifer dangkal, deteksi zona rekahan, dan evaluasi risiko geohazard pada area wisata. Contoh aplikasi serupa meliputi pemetaan sumber air panas pada objek wisata, deteksi zona longsor di kawasan wisata bukit, serta pemetaan sistem akuifer karst pada area wisata gua yang semuanya menggunakan pendekatan geolistrik berbasis konfigurasi Wenner/ERT (Abdillah, 2021).



Gambar 1 Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner (Loke & Barker, 1996)

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode geolistrik, khususnya konfigurasi Wenner dan Wenner–Schlumberger, efektif digunakan dalam kajian bawah permukaan pada kawasan pengembangan wisata dan wilayah dengan kebutuhan pengelolaan sumber daya air. Wilosi et al. (2018) menerapkan metode geolistrik untuk mengidentifikasi potensi akuifer pada daerah pengembangan wilayah dan menunjukkan bahwa zona resistivitas rendah berkorelasi kuat dengan lapisan jenuh air yang layak dimanfaatkan sebagai sumber air tanah. Suryana et al. (2022) melakukan karakterisasi akuifer menggunakan metode resistivitas pada kawasan pengembangan wisata dan menegaskan bahwa informasi geolistrik dapat digunakan sebagai dasar penentuan lokasi

pembangunan fasilitas wisata serta pengelolaan sumber air tanah secara berkelanjutan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa keberadaan akuifer dangkal dan lapisan impermeabel berpengaruh langsung terhadap perencanaan tata ruang dan desain infrastruktur. Selain itu, Hidayat dan Putra (2022) menunjukkan bahwa pemetaan geolistrik pada wilayah dengan aktivitas pembangunan mampu mengidentifikasi zona aman untuk konstruksi serta area yang perlu dihindari akibat kondisi geologi yang kurang stabil. Studi ini menegaskan bahwa integrasi data geolistrik dalam perencanaan kawasan, termasuk kawasan wisata, dapat meminimalkan risiko geoteknik dan mendukung pembangunan berwawasan lingkungan.

Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode geolistrik konfigurasi Wenner tidak hanya berperan dalam kajian akademik, tetapi juga memiliki aplikasi praktis yang kuat dalam pengelolaan kawasan wisata, khususnya dalam pemetaan akuifer, penentuan lokasi fasilitas, serta perencanaan infrastruktur berbasis kondisi geologi bawah permukaan. Informasi resistivitas yang diperoleh diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai lapisan geologi yang terdapat di wilayah perkemahan Gunung Jae Sedau.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan melalui pengambilan data primer secara langsung di wilayah Area Perkemahan Gunung Jae, Desa Sedau, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat pada bulan Agustus 2025. Tahapan survei dilakukan sesuai dengan prosedur standar akuisisi data geolistrik, yang meliputi penentuan lintasan pengukuran, penempatan elektroda arus dan potensial, pengaturan jarak spasi elektroda, serta pengukuran arus listrik (I) dan beda potensial (ΔV) menggunakan konfigurasi Wenner (Reynolds, 2011).

Data hasil pengukuran lapangan berupa nilai arus dan beda potensial selanjutnya digunakan untuk menghitung resistivitas semu berdasarkan persamaan geometri konfigurasi Wenner (Telford et al., 1990). Sebelum dilakukan pemodelan numerik, seluruh data lapangan disusun dan melalui tahap koreksi geometri menggunakan lembar kerja Microsoft Excel. Koreksi geometri dilakukan untuk memastikan bahwa posisi setiap elektroda sesuai dengan desain lintasan survei, khususnya terkait jarak spasi elektroda, urutan pengukuran, dan posisi titik *sounding*. Tahap ini penting karena kondisi lapangan yang tidak ideal, seperti topografi tidak rata, pergeseran elektroda, atau kesalahan penempatan jarak, dapat menyebabkan distorsi data resistivitas semu. Dengan melakukan koreksi geometri, data yang tidak konsisten atau menyimpang dapat diidentifikasi, diperbaiki, atau dieliminasi sehingga potensi bias pengukuran dapat diminimalkan (Dahlin & Zhou, 2004).

Pada tahap pemodelan, perangkat lunak RES2DINV juga memiliki mekanisme internal untuk menangani data yang terdistorsi atau memiliki tingkat kesalahan tinggi. Perangkat lunak ini secara otomatis menghitung nilai error dan memberikan bobot (*weighting*) pada setiap titik data selama proses inversi. Data dengan error besar atau tidak konsisten terhadap pola umum akan diberikan bobot lebih kecil, sehingga pengaruhnya terhadap model akhir dapat diminimalkan. Selain itu, RES2DINV memungkinkan pengguna untuk melakukan penyaringan (*filtering*) data secara manual, seperti menghapus data outlier atau pengukuran dengan kualitas rendah, guna meningkatkan kestabilan dan keandalan hasil inversi (Loke, 2015).

Tahap interpretasi data dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu interpretasi manual dan pemodelan numerik. Interpretasi manual menggunakan metode pencocokan kurva (*curve matching*) yang bertujuan untuk memperkirakan jumlah lapisan bawah permukaan, nilai resistivitas masing-masing lapisan, serta ketebalannya berdasarkan pola kurva resistivitas semu. Meskipun bersifat tradisional, metode ini masih relevan sebagai tahap awal untuk memahami karakter umum bawah permukaan dan sebagai verifikasi awal terhadap hasil pemodelan inversi (Loke, 2015).

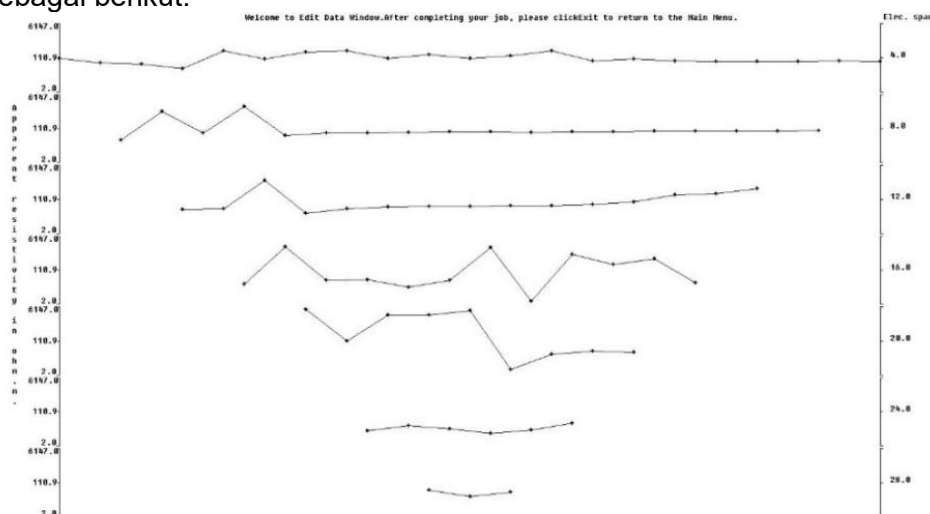
Interpretasi lanjutan dilakukan melalui pemodelan inversi dua dimensi menggunakan perangkat lunak RES2DINV. Perangkat lunak ini bekerja dengan prinsip inversi *least-square nonlinier*, yaitu meminimalkan selisih antara data resistivitas semu hasil pengukuran dan respon resistivitas dari model bawah permukaan yang disimulasikan. Proses inversi dilakukan secara iteratif, dimulai dari model awal yang sederhana, kemudian diperbarui secara bertahap hingga diperoleh model dengan nilai kesalahan (*root mean square error/RMS*) yang minimum dan stabil (Loke, 2015).

Keunggulan utama RES2DINV terletak pada kemampuannya menghasilkan penampang resistivitas dua dimensi yang relatif detail dan representatif, serta fleksibilitas dalam memilih parameter inversi, seperti skema *smoothing*, batas iterasi, dan pengaturan *error*. Perangkat lunak ini juga mampu mengakomodasi variasi topografi dan berbagai konfigurasi elektroda, sehingga cocok digunakan pada kondisi lapangan yang kompleks. Namun demikian, RES2DINV memiliki beberapa keterbatasan, antara lain ketergantungan hasil pada kualitas data awal dan parameter inversi yang dipilih. Interpretasi hasil inversi juga bersifat non-unik, sehingga model yang dihasilkan bukan satu-satunya solusi yang mungkin. Oleh karena itu, hasil pemodelan perlu dikombinasikan dengan informasi geologi lokal, data lapangan, serta metode interpretasi lain untuk meningkatkan tingkat kepercayaan hasil (Reynolds, 2011).

Kombinasi antara akuisisi data lapangan yang terkontrol, koreksi geometri yang cermat, interpretasi manual, serta pemodelan numerik menggunakan RES2DINV menghasilkan interpretasi bawah permukaan yang lebih komprehensif dan dapat dipertanggungjawabkan. Pendekatan ini memberikan dasar yang kuat untuk pemetaan geologi bawah permukaan, kajian hidrogeologi, serta perencanaan pembangunan wilayah yang berbasis kondisi geologi setempat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari olah data hasil pengukuran didapat penampang resistivitas semu dengan variasi elektroda sebagai berikut:

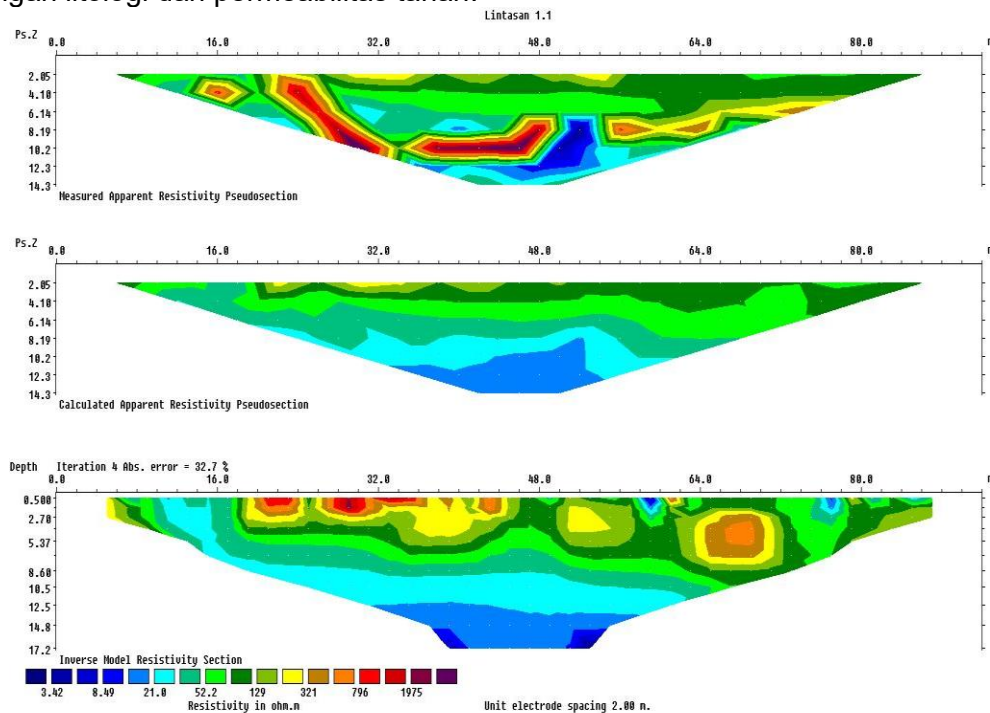


Gambar 1 Resistivitas semu dalam OHM

Grafik ini menunjukkan nilai resistivitas semu pada beberapa titik pengukuran dengan variasi spasi elektroda yang bertahap, yaitu dari 2 meter hingga 20 meter. Pada gambar ini, setiap titik pengukuran terhubung oleh garis yang menggambarkan fluktuasi resistivitas semu di bawah permukaan tanah pada lokasi yang ditentukan. Resistivitas semu ini mengindikasikan sifat kelistrikan tanah yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti litologi dan kadar air tanah. Pola perubahan resistivitas yang terlihat dalam grafik menunjukkan adanya variasi yang terstruktur di bawah permukaan. Pola ini bisa mencerminkan adanya zonasi dalam struktur bawah tanah, yang mungkin terkait dengan perbedaan jenis batuan, kandungan mineral, atau tingkat kelembapan yang berbeda pada masing-masing kedalaman. Secara umum, zona dengan resistivitas rendah biasanya mengindikasikan adanya kelembapan yang lebih tinggi, atau bisa jadi merupakan zona yang mengandung mineral atau material dengan konduktivitas yang lebih baik.

Variasi dalam spasi elektroda yang digunakan dalam pengukuran ini memainkan peranan penting dalam detail yang dapat diperoleh dari profil resistivitas. Dengan memperlebar spasi elektroda, pengukuran mampu menangkap informasi yang lebih dalam dari bawah permukaan, memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kondisi geologi atau hidrogeologi daerah tersebut. Secara keseluruhan, gambar ini memberikan wawasan tentang struktur bawah tanah dan potensi sumber daya air yang ada di lokasi pengukuran, yang sangat berguna untuk berbagai aplikasi, termasuk dalam eksplorasi geofisika dan studi

geologi. Pola yang muncul memungkinkan peneliti atau praktisi geofisika untuk mengidentifikasi kemungkinan lokasi yang lebih tepat untuk pengeboran atau eksplorasi lebih lanjut, serta untuk memahami distribusi air tanah yang sangat bergantung pada kandungan litologi dan permeabilitas tanah.



Gambar 2 Pemodelan Inversi dua dimensi

Hasil olah data pengukuran geolistrik dengan variasi spasi elektroda 2–20 meter menunjukkan distribusi resistivitas semu yang bervariasi sepanjang lintasan pengukuran. Penggunaan perangkat lunak Res2Dinv dalam model inversi dua dimensi menghasilkan beberapa zona resistivitas dengan rentang nilai yang berbeda, mulai dari $<5 \Omega\text{m}$ hingga $>700 \Omega\text{m}$. Nilai resistivitas yang bervariasi ini memberikan gambaran mengenai heterogenitas litologi bawah permukaan serta kandungan air tanah, yang sangat relevan untuk pengelolaan sumber daya air, khususnya untuk kawasan wisata.

Zona Resistivitas Rendah ($<20 \Omega\text{m}$)

Zona dengan resistivitas rendah ($<20 \Omega\text{m}$) yang dominan pada kedalaman 6–8 meter, terutama di bagian tengah lintasan pengukuran, mengindikasikan adanya material jenuh air dengan porositas dan permeabilitas tinggi. Karakteristik ini sangat khas pada akuifer aktif yang memiliki kapasitas untuk menyimpan dan mengalirkan air dengan efisien. Biasanya, zona ini terdiri dari sedimen seperti lempung berpasir atau pasir berpori, yang memungkinkan pergerakan air tanah yang mudah. Dalam banyak penelitian, zona dengan resistivitas rendah seperti ini telah terbukti menjadi lokasi akuifer yang produktif, menjadikannya sumber air yang berharga bagi berbagai kebutuhan, termasuk untuk pengelolaan air di kawasan wisata (Wiloso et al., 2018; Suryana et al., 2022).

Bagi kawasan wisata, pemahaman mengenai karakteristik material penyusun zona ini sangat penting. Dengan mengetahui kedalaman dan ketebalan zona resistivitas rendah, pengelola wisata dapat menentukan lokasi yang tepat untuk pengeboran sumur atau titik pengambilan air bersih. Hal ini tidak hanya mempermudah akses ke sumber air yang cukup, tetapi juga membantu mencegah penurunan kualitas air tanah akibat over-extraction atau pengambilan air yang berlebihan. Selain itu, pemahaman mengenai porositas dan permeabilitas material penyusun zona ini memungkinkan perencanaan sistem pengelolaan air yang berkelanjutan, yang dapat menjaga keseimbangan antara pasokan air untuk kebutuhan wisatawan dan perlindungan lingkungan.

Selain manfaat praktis dalam pengelolaan sumber daya air, informasi yang diperoleh dari pengukuran resistivitas semu juga memberikan wawasan yang lebih dalam tentang ketebalan dan kedalaman akuifer. Beberapa studi menyatakan bahwa dengan menggunakan teknologi geolistrik, kita dapat mengidentifikasi potensi cadangan air tanah

yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan (Muhammad et al., 2025). Hal ini penting, terutama untuk kawasan yang memiliki kebutuhan air tinggi dan berisiko terhadap penurunan pasokan air dalam jangka panjang. Dengan data yang akurat mengenai akuifer dan material penyusunnya, pengelola kawasan wisata dapat merancang sistem pengelolaan air yang tidak hanya efisien, tetapi juga ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan kawasan wisata itu sendiri.

Zona Resistivitas Sedang (20–129 Ω m)

Zona resistivitas sedang (20–129 Ω m) ditemukan pada lapisan atas hingga kedalaman menengah. Zona ini kemungkinan tersusun atas sedimen campuran seperti lempung pasir, pasir kompak, atau batuan lapuk. Lapisan ini berfungsi sebagai lapisan penutup atau "confining layer" yang mengatur pergerakan air tanah dan melindungi akuifer dari kontaminasi permukaan (Dahlin & Zhou, 2004). Zona resistivitas sedang ini sering kali memiliki distribusi yang relatif kontinu, menunjukkan bahwa struktur geologi pada lapisan dangkal cukup stabil.

Dalam konteks pengelolaan kawasan wisata, zona ini penting dalam menentukan lokasi fasilitas yang memerlukan fondasi yang stabil, serta sebagai lapisan pelindung kualitas air tanah yang ada di bawahnya. Pemahaman mengenai lapisan ini membantu merencanakan pembangunan infrastruktur yang tidak hanya kokoh tetapi juga mempertimbangkan dampak terhadap kualitas air tanah. Misalnya, pada area wisata yang membutuhkan fasilitas sanitasi, penting untuk mengetahui keberadaan lapisan penutup ini agar tidak terjadi kontaminasi terhadap akuifer yang ada di bawahnya.

Zona Resistivitas Tinggi (>321 Ω m)

Zona resistivitas tinggi (>321 Ω m) ditemukan pada permukaan dan beberapa bagian lateral lintasan. Zona ini mengindikasikan adanya material keras atau kompak, seperti batuan vulkanik, kerikil kering, atau indikasi batuan dasar (bedrock) (Reynolds, 2011). Material ini umumnya menunjukkan struktur yang tidak homogen akibat proses tektonik atau pelapukan lokal. Zona resistivitas tinggi ini sangat penting dalam perencanaan pembangunan infrastruktur wisata, karena menyediakan dasar yang stabil untuk fasilitas permanen.

Namun, meskipun memberikan dasar yang stabil, lapisan keras ini juga membatasi potensi pengeboran sumur atau penggalian untuk sistem pengelolaan air tanah. Keberadaan zona ini memberikan tantangan dalam hal akses terhadap air tanah yang lebih dalam. Oleh karena itu, pemahaman mengenai lapisan keras ini sangat penting dalam merencanakan lokasi pengambilan air dan infrastruktur lainnya, agar tidak mengganggu keberlanjutan sumber daya air yang ada.

Peran Survei Geolistrik dalam Pengelolaan Sumber Daya Air

Pentingnya survei geolistrik dalam menilai potensi sumber daya air, terutama untuk kawasan wisata, tidak dapat diabaikan. Survei geolistrik, seperti yang dilakukan dalam penelitian ini, memberikan alat yang efektif dan hemat biaya untuk memetakan formasi geologi bawah permukaan yang sesuai untuk akumulasi air tanah. Dengan teknik ini, kita dapat menentukan batas akuifer, menilai ketebalan akuifer, dan mengetahui resistivitas dari berbagai lapisan litologi yang ada, yang merupakan data penting dalam pengelolaan air tanah yang efektif (Muhammad et al., 2025; Irfan et al., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad et al. (2025) menunjukkan bahwa survei geolistrik sangat efektif dalam menilai potensi hidrogeologi suatu wilayah, seperti yang terlihat di wilayah Cholistan, Pakistan. Di wilayah tersebut, pengelolaan air tanah sangat penting untuk mempertahankan pertanian dan pembangunan urban. Survei serupa juga telah dilakukan oleh Irfan et al. (2022), yang menunjukkan bagaimana teknik ini digunakan untuk mengatasi intrusi salinitas, masalah yang sering dihadapi di daerah pesisir dan kawasan wisata di mana sumber daya air tawar terganggu oleh air asin.

Tantangan dalam Pengelolaan Air Tanah di Kawasan Wisata

Meskipun survei geolistrik memberikan gambaran yang jelas tentang potensi akuifer dan distribusi air tanah, tantangan tetap ada dalam memprediksi kualitas dan ketersediaan air tanah secara akurat. Sebagai contoh, kompleksitas formasi geologi dapat menyebabkan ambiguitas dalam pembacaan resistivitas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa formasi

yang memiliki resistivitas serupa dapat menyulitkan dalam pengkarakterisasian akuifer (Kessasra et al., 2023).

Selain itu, keberadaan aktivitas pariwisata yang semakin berkembang dapat menambah lapisan kompleksitas dalam pengelolaan air tanah. Dengan banyaknya fasilitas yang membutuhkan pasokan air yang besar, risiko kontaminasi dan penurunan muka air tanah semakin meningkat. Oleh karena itu, penting untuk menggabungkan berbagai teknik dalam survei geofisika, seperti pemodelan inversi dua dimensi, untuk menghasilkan gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi hidrogeologi dan potensi risiko lingkungan yang bisa memengaruhi kenyamanan dan keamanan pengunjung (Olivas et al., 2023).

Integrasi Teknologi Geospasial dalam Pengelolaan Air Tanah

Integrasi teknologi geospasial dengan survei geolistrik dapat meningkatkan aplikasi pengelolaan air tanah. Penelitian yang dilakukan oleh Esonanjor et al. (2023) menunjukkan bagaimana survei geofisika yang dikombinasikan dengan teknologi penginderaan jauh dan GIS dapat digunakan untuk memetakan akuifer secara lebih efektif. Teknik ini memungkinkan pemantauan yang lebih baik terhadap dampak kegiatan pariwisata terhadap sistem akuifer lokal. Dalam konteks pengelolaan kawasan wisata, informasi yang diperoleh dari survei ini sangat penting untuk memastikan bahwa sumber daya air tetap terjaga, sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Sebagai contoh, penelitian di Tamil Nadu menunjukkan bagaimana survei geolistrik dapat digunakan untuk memetakan area yang rentan terhadap intrusi salinitas, yang dapat mengamankan sumber daya air untuk keperluan domestik dan pariwisata (Singh et al., 2021). Pendekatan ini sangat berguna di daerah yang berkembang pesat, di mana ketersediaan air bersih semakin terbatas akibat perubahan iklim dan peningkatan kebutuhan air dari sektor pariwisata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil akuisisi dan interpretasi geolistrik dengan konfigurasi Wenner, diperoleh gambaran bawah permukaan berupa variasi resistivitas yang mencerminkan perbedaan litologi dan indikasi keberadaan zona jenuh air. Zona resistivitas rendah (sekitar 5–50 Ωm , menyesuaikan data aktual) muncul pada kedalaman tertentu dan menunjukkan material berpori dengan kadar air tinggi, seperti lempung jenuh atau akuifer dangkal. Sementara itu, zona dengan resistivitas sedang hingga tinggi (± 50 –300 Ωm atau lebih) mengindikasikan keberadaan material lebih padat seperti pasir kering, kerikil, atau batuan dasar. Zona resistivitas rendah dapat dijadikan prioritas untuk pengeboran sumur atau titik pengambilan air bersih, disertai studi hidrogeologi lanjutan untuk memetakan aliran dan kapasitas akuifer secara berkelanjutan.

Pola distribusi resistivitas pada kedua penampang menunjukkan struktur bawah permukaan yang heterogen dengan kemungkinan adanya perlapisan geologi yang berbeda. Zona resistivitas rendah yang membentuk pola terlokalisasi menyerupai cekungan mengarah pada indikasi akuifer potensial atau jalur aliran air tanah, sedangkan resistivitas tinggi pada bagian tepi atau dasar penampang mencerminkan batas lapisan impermeabel. Zona resistivitas sedang dan tinggi dapat digunakan sebagai acuan lokasi pembangunan fasilitas wisata yang memerlukan fondasi kuat dan perlindungan terhadap kontaminasi. Informasi tentang zona resistivitas sedang dan tinggi dapat digunakan untuk menentukan lokasi pembangunan fasilitas wisata yang memerlukan fondasi kuat, seperti bangunan permanen, jalan setapak, atau area parkir, sekaligus sebagai lapisan pelindung terhadap kontaminasi dari permukaan. Pemanfaatan data ini memungkinkan perencanaan fasilitas wisata yang lebih berkelanjutan, seperti kolam alami, taman air, atau sistem penyediaan air minum, sehingga potensi air tanah digunakan secara optimal tanpa merusak lingkungan.

REKOMENDASI

Perlu dilakukan validasi lapangan melalui pemboran atau sondir untuk memastikan interpretasi litologi, meningkatkan akurasi spasial dengan menambah lintasan pengukuran atau konfigurasi tambahan. Studi hidrogeologi lanjutan untuk memetakan arah aliran air tanah, kapasitas akuifer, serta hubungan antar-lapisan sedimen, sehingga pengelolaan air tanah dapat dilakukan secara berkelanjutan dan risiko *overexploitation* dapat diminimalkan.

Dengan memanfaatkan data resistivitas ini secara optimal, pengembangan fasilitas wisata dapat dilakukan lebih berkelanjutan, sehingga potensi air tanah dimanfaatkan secara efisien tanpa merusak lingkungan, sekaligus meningkatkan kenyamanan dan nilai kawasan wisata.

DAFTAR PUSTAKA

- 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>
- Darmansyah, A., Setiawan, I., & Pratama, R. (2020). Penerapan metode geolistrik untuk identifikasi lapisan tanah. *Jurnal Geosains Indonesia*, 8(2), 55–63.
- Esonanjan, E., Amechi, B., & Amakiri, A. (2023). Investigation of Groundwater Potential Zone Using Geophysical and Geospatial Technology in Akuku-Toru Local Government Area, Rivers State, Nigeria. *Physical Science International Journal*, 27(5), 1-17. <https://doi.org/10.9734/psij/2023/v27i5800>
- Febriana, R. K. (2017). *Identifikasi sebaran aliran air bawah tanah (groundwater) dengan metode Vertical Sounding (VES) konfigurasi Schlumberger di wilayah Cepu, Blora, Jawa Timur* (Skripsi). Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Halik, G., & S., J. W. (2008). Pendugaan potensi air tanah dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di Kampus Tegal Boto Universitas Jember. *Media Teknik Sipil*, 1–6.
- Hidayat, R., & Putra, D. P. E. (2022). Aplikasi metode geolistrik dalam perencanaan pembangunan wilayah berbasis kondisi geologi bawah permukaan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 18(2), 101–110.
- Hidayati, N., & Santoso, T. (2022). Kajian struktur bawah permukaan untuk perencanaan pembangunan wilayah wisata. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 14(1), 22–30.
- Irawan, Y. L., et al. (2022). Identifikasi karakteristik akuifer dan potensi air tanah dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di Desa Arjosari, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malang. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 27(1).
- Irfan, M., Hamza, S., Azeem, M., Mahmud, S., Nawaz-ul-Huda, S., & Qadir, A. (2022). Groundwater Characterization and Salinity Intrusion Studies using Electrical Resistivity Survey (ERS)-Winder, Balochistan, Pakistan. *Rudarsko-Geološko-Naftni Zbornik*, 37(1), 31-44. <https://doi.org/10.17794/rgn.2022.1.4>
- Kanata, R., & Zubaidah, S. (2008). *Metode geolistrik dan aplikasinya dalam eksplorasi air tanah*. Bandung: Pusat Penelitian Geofisika Terapan.
- Kessasra, F., Mezerreg, N., Dehibi, D., Djaret, L., Bouhchicha, A., & Mesbah, M. (2023). Hydrogeological characterization of the Complex Terminal aquifer using geoelectrical investigation in the arid environment of Chetma-Biskra (South-East of Algeria). *Acque Sotterranee-Italian Journal of Groundwater*, 12(1), 39-51. <https://doi.org/10.7343/as-2023-608>
- Loke, M. H. (2015). *Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys*. Penang: Geotomo Software.
- Loke, M. H., & Barker, R. D. (1996). Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting*, 44(1), 131–152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2478.1996.tb00142.x>
- Muhammad, S., Khalid, P., Ehsan, M., Javed, U., Ahmad, Q., Raza, I., ... & Khurram, S. (2025). Appraisal of groundwater conditions through hydrogeophysical and hydrogeological approach in Cholistan area, district Bahawalpur, Punjab, Pakistan. *Plos One*, 20(5), e0317729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317729>
- Olivas, A., Rascon-Mendoza, E., Gómez-Domínguez, F., Romero-Gameros, C., Robertson, A., Peña, L., ... & Hargrove, W. (2023). Groundwater Prospecting Using a Multi-Technique Framework in the Lower Casas Grandes Basin, Chihuahua, México. *Water*, 15(9), 1673. <https://doi.org/10.3390/w15091673>
- Rachman, M., Fadli, F., & Nurhadi, R. (2021). Analisis geologi teknik untuk mitigasi risiko pembangunan kawasan pariwisata. *Jurnal Kebumihan*, 12(3), 101–112.
- Reynolds, J. M. (2011). *An introduction to applied and environmental geophysics* (2nd ed.). Oxford: Wiley-Blackwell.

- Rolia, E., & Surandono, A. (2016). Deteksi keberadaan akuifer air tanah menggunakan software IPI2Win dan RockWorks 2015. *Tapak*, 6(1), 44–51.
- Singh, S., Gautam, P., Kumar, P., Biswas, A., & Sarkar, T. (2021). Delineating the characteristics of saline water intrusion in the coastal aquifers of Tamil Nadu, India by analysing the Dar-Zarrouk parameters. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, 51(2), 141-163. <https://doi.org/10.31577/congeo.2021.51.2.3>
- Suryana, A., Nugroho, Y., & Wiloso, E. (2022). Application of Wenner configuration for groundwater exploration in volcanic sedimentary areas. *Journal of Applied Geophysics*, 192, 104524. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2022.104524>
- Suryana, D., Rahmawati, T., & Yusuf, A. (2022). Karakterisasi akuifer menggunakan metode resistivitas pada daerah pengembangan wisata. *Jurnal Hidrogeologi Indonesia*, 6(1), 45–53.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Toto Ridwan, & Purwanto. (2000). *Peta hidrogeologi Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa bagian barat*. Mataram: Kantor Wilayah Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Wafid, M., Sugiyanto, Pramudyo, T., & Sarwondo. (2014). *Resume hasil kegiatan pemetaan geologi teknik Pulau Lombok skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Sumber Daya Airtanah dan Geologi Lingkungan, Badan Geologi.
- Wijaya, A., Kusuma, D., & Andika, R. (2021). Penggunaan metode resistivitas dalam analisis struktur bawah permukaan. *Jurnal Sumber Daya Bumi*, 9(4), 210–219.
- Wilosi, W., Purnomo, H., & Martha, A. (2018). Identifikasi potensi akuifer menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner–Schlumberger. *Jurnal Eksplorasi Geologi*, 7(2), 87–95.
- Wiloso, E., Suryana, A., & Pratama, I. (2018). Identification of aquifer zones using 2D electrical resistivity method in sedimentary basin. *Indonesian Journal of Earth Sciences*, 7(2), 45–56.
- Windhari, G. A. E. (2022). Identifikasi potensi akuifer dengan metode Schlumberger di Dusun Mangkung Lauk, Desa Mangkung, Kecamatan Praya. *Empiricism Journal*, 3(2), 358–364. <https://doi.org/10.36312/ej.v3i2.1041>