



Pendugaan Potensi Air Tanah di Jorong Siparayo, Nagari Malampah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner

Adelia Orenza Oktavia¹, Akmam Akmam^{1*}, Ahmad Fauzi¹, Zuhendra Zuhendra¹

¹ Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2366>

Article Info:

Received : 17 Juni 2026
Revised : 30 Juni 2026
Accepted : 04 Juli 2026
Published : 10 Juli 2026

Correspondence:

Akmam

Phone:

Abstract: Jorong Siparayo, Nagari Malampah, relies on groundwater as its primary source of clean water due to limited surface water availability. Following the 2022 earthquake, damage to the water supply infrastructure increased the community's dependence on shallow dug wells and boreholes equipped with pumping systems, while information on aquifer distribution and groundwater potential remains limited. This study aims to identify aquifer zones and assess groundwater potential using the Wenner array. Primary geoelectrical data were acquired using the Automatic Resistivity System (ARES) and processed using the Least-Squares inversion method in Res2DInv software. Data interpretation integrated regional geological information with reference resistivity values to infer subsurface lithology and groundwater potential. The results indicate that aquifer zones are characterized by resistivity values of 20–90 Ωm , corresponding to water-saturated sand and gravel layers at depths of approximately 4–32 m. Several aquifer zones are interpreted as confined aquifers, suggesting potential for artesian well development. This study contributes by providing an interpretation of confined aquifer zones through the integration of geoelectrical resistivity data and regional geological information as a basis for estimating the potential for artesian wells.

Keywords: Geoelectrical Resistivity; Groundwater; Artesian; Wenner; Jorong Siparayo.

Citation: Oktavia, A. O., Akmam, A., Fauzi, A., & Zuhendra, Z. (2026). Pendugaan Potensi Air Tanah di Jorong Siparayo, Nagari Malampah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 3390–3399. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2366>

Pendahuluan

Air tanah memiliki peran yang sangat penting sebagai sumber utama air di wilayah perkotaan maupun pedesaan, karena ketersediaannya cenderung stabil sepanjang tahun dalam memberikan kontribusi terhadap pemenuhan kebutuhan air rumah tangga (Foster, 2022). Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perubahan lingkungan, kebutuhan akan air bersih terus meningkat di berbagai wilayah khususnya di Jorong Siparayo, Nagari Malampah. Berdasarkan data Badan Geologi Kementerian ESDM, kondisi hidrogeologi pascagempa bumi tahun 2022 menunjukkan bahwa muka air tanah di wilayah ini tetap berada pada kedalaman dangkal (<10 m) dan dalam kondisi jenuh air, sehingga cadangan air tanah tidak

mengalami penurunan yang signifikan. Meskipun demikian, gempa bumi telah menyebabkan kerusakan pada infrastruktur penyediaan air bersih yang berdampak pada terganggunya akses masyarakat terhadap sumber air. Kondisi ini juga didukung oleh hasil observasi lapangan dan informasi dari masyarakat setempat yang mengindikasikan adanya perubahan kondisi sumur pascagempa. Oleh karena itu, diperlukan upaya alternatif melalui identifikasi potensi dan karakteristik akuifer sebagai sumber air tanah yang dapat dimanfaatkan secara optimal guna mendukung ketersediaan air bersih yang berkelanjutan.

Nagari Malampah memiliki jumlah penduduk sekitar 6.750 jiwa dengan luas wilayah 137,97 km² (BPS Kabupaten Pasaman, 2025). Jorong Siparayo yang

Email: akmam_db@fmipa.unp.ac.id

berada di wilayah perbukitan memiliki keterbatasan pada air permukaan, sehingga masyarakat bergantung pada air tanah. Namun, daerah sekitar penelitian hanya ditemukan keberadaan sumur gali dengan kedalaman 3–3,5 meter menunjukkan muka air tanah dangkal. Selain itu, ditemukan juga keberadaan sumur bor sekitar daerah penelitian dengan kedalaman 28 meter. Pemanfaatan kedua sumur tersebut memerlukan pompa, sehingga bergantung pada ketersediaan energi listrik untuk menaikkan air dari bawah permukaan ke permukaan. Ketergantungan ini menimbulkan dampak ekonomi berupa meningkatnya biaya operasional rumah tangga untuk penggunaan listrik, serta dampak sosial berupa terbatasnya akses air bersih ketika terjadi gangguan pasokan energi. Kondisi ini mengindikasikan perlunya suatu survei untuk mengetahui potensi keberadaan air tanah lainnya di daerah tersebut, khususnya pada akuifer yang berpotensi memiliki tekanan alami.

Air tanah tersimpan dalam akuifer, yaitu lapisan permeabel yang mampu menyimpan dan mengalirkan air, seperti pasir dan kerikil (Hadian et al., 2016; Suhendra et al., 2023). Berdasarkan kondisi lapisannya, akuifer dibedakan menjadi 3 jenis yaitu akuifer bebas (*unconfined aquifer*), akuifer bocor (*leaky aquifer*), dan akuifer tertekan (*confined aquifer*) yang memiliki tekanan hidrostatik dan berpotensi menghasilkan sumur artesis (Zuhdi, 2019). Berdasarkan peta geologi regional, Nagari Malampah tersusun atas Formasi Qat1 (Kuarter Aluvial Muda) yang terdiri dari kerikil kasar, pasir, dan lempung hasil endapan sungai, serta Formasi Tmv (Gunung Api Tersier) berupa batuan vulkanik seperti tuf dan andesit. Material pasir dan kerikil yang bersifat permeabel berpotensi sebagai akuifer penyimpan air tanah, sedangkan lapisan lempung serta batuan vulkanik yang lebih kompak dan kurang permeabel berperan sebagai lapisan pembatas (akuiklud) (Bisri, 2016). Kombinasi litologi tersebut menunjukkan adanya sistem lapisan yang berpotensi menyimpan dan mengalirkan air tanah. Oleh karena itu, pemahaman dan keterkaitan antara kondisi geologi dan karakteristik akuifer menjadi penting dalam mengidentifikasi keberadaan potensi air tanah di daerah penelitian.

Keberadaan akuifer dapat dikenali melalui metode Geolistrik tahanan jenis. Metode Geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu teknik Geofisika yang digunakan secara intensif untuk penyelidikan struktur dangkal dan dalam di bawah permukaan bumi (Akman et al., 2017). Pada metode Geolistrik kondisi bawah permukaan bumi dapat diestimasi berdasarkan nilai tahanan jenis batuan (Akman et al., 2019). Nilai tahanan jenis batuan dapat diukur secara fisik dengan metode ini, yang kemudian divalidasi dengan kondisi geologi daerah penelitian (Setiawati et al., 2026). Penelitian sebelumnya, akuifer ditemukan pada

kedalaman 60 meter dengan litologi Lempung dan nilai tahanan jenisnya 6.6 Ωm . Akuifer bebas juga ditemukan pada kedalaman 0–20 meter dengan litologi Pasir dan Kerikil dengan nilai tahanan jenisnya 30.2 Ωm (Pohan & Rusnoviandi, 2018). Dengan demikian, metode Geolistrik tahanan jenis dapat digunakan untuk menduga potensi akuifer berdasarkan variasi nilai tahanan jenis dan kondisi geologi setempat.

Penentuan nilai tahanan jenis bawah permukaan pada eksplorasi dangkal seperti air tanah, memerlukan pengaturan elektroda yang tepat pada pengukuran metode Geolistrik (Loke, 2016). Konfigurasi Wenner banyak digunakan karena memiliki sensitivitas yang baik terhadap variasi tahanan jenis vertikal serta menghasilkan kualitas sinyal yang stabil akibat jarak elektroda arus dan potensial yang sama (Reynolds, 1997). Sejumlah penelitian telah memanfaatkan metode ini untuk mengidentifikasi keberadaan dan sebaran akuifer berdasarkan variasi nilai tahanan jenis.

Kajian yang mengaitkan hasil interpretasi tahanan jenis dengan kondisi geologi lokal untuk menilai potensi tekanan hidrostatik akuifer masih terbatas, khususnya pada wilayah dengan kombinasi geologi endapan aluvial dan batuan vulkanik. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengintegrasikan interpretasi data Geolistrik dengan informasi geologi setempat untuk menduga zona akuifer yang berpotensi memiliki tekanan hidrostatik sebagai dasar dalam mendukung kemungkinan pengembangan sumur artesis. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengkaji keberadaan akuifer, tetapi juga menekankan pada aspek potensi pemanfaatannya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai keberadaan dan persebaran air tanah serta menjadi dasar dalam pengelolaan sumber daya air tanah yang lebih efektif dan berkelanjutan.

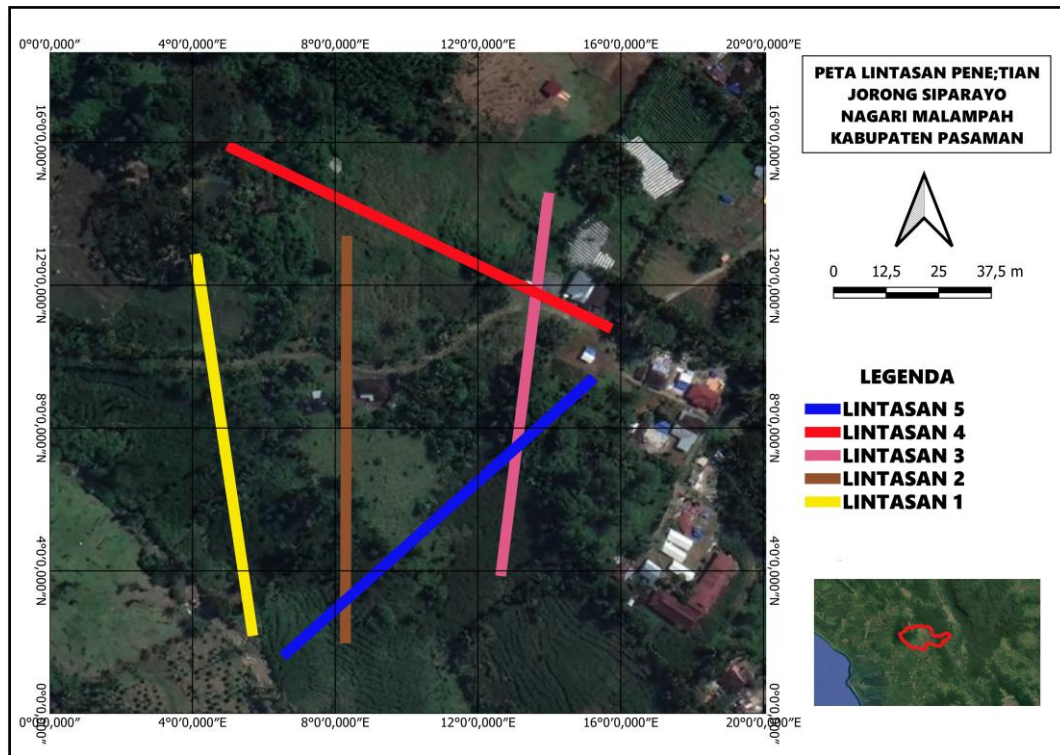
Metode

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis data primer yang diperoleh dari data lapangan menggunakan metode Geolistrik konfigurasi Wenner. Penelitian ini juga bersifat kuantitatif, artinya pengumpulan data dilakukan langsung di lapangan untuk memperoleh informasi terperinci mengenai karakteristik geologi bawah permukaan, seperti jenis batuan, serta potensi air tanah. Penelitian dilakukan di Jorong Siparayo, Nagari Malampah, Kecamatan Tigo Nagari, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis, Nagari Malampah terletak pada koordinat 100° 3' 3.6" BT dan 0° 2' 49.2" LU.

Parameter yang diukur merupakan parameter yang diperoleh langsung pada saat pengukuran di lapangan yaitu kuat arus (A), beda potensial (V), dan spasi jarak elektroda (a). Parameter yang dihitung merupakan hasil perhitungan dan analisa dari

parameter yang diukur. Parameter yang dihitung pada penelitian ini adalah tahanan jenis semu. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu persiapan, akuisisi data, pengolahan data, dan interpretasi data. Akuisisi data menggunakan instrumen *Automatic Resistivity System* (ARES) pada lima lintasan pengukuran. Setiap lintasan terdiri atas 40 elektroda dengan panjang 195 meter dan spasi antar elektroda sebesar 5 meter. Untuk menjamin kualitas data, sebelum

akuisisi dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi instrumen dan pemasangan elektroda. Selama akuisisi, pengukuran diulang pada data yang menunjukkan ketidakkonsistenan, sedangkan lintasan pengukuran ditetapkan dengan mempertimbangkan potensi sumber gangguan elektromagnetik guna meminimalkan pengaruh noise. Lintasan pengukuran ditunjukkan pada Gambar 1.



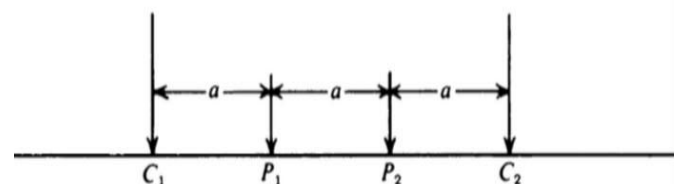
Gambar 1. Peta Lintasan Penelitian

Peta lintasan penelitian pada Gambar 1 memperlihatkan sebaran titik pengukuran di lokasi penelitian, yang digunakan dalam pelaksanaan metode Geolistrik tahanan jenis. Metode Geolistrik tahanan jenis bekerja dengan menginjeksikan arus listrik ke permukaan tanah melalui sepasang elektroda arus (Akman et al., 2020). Pada pengukuran di lapangan, kondisi bawah permukaan tidak homogen sehingga nilai tahanan jenis yang diperoleh merupakan tahanan jenis semu (Tobing & Paembonan, 2026). Tahanan jenis semu dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

ρ_a adalah tahanan jenis semu (Ωm), ΔV adalah beda potensial listrik yang terukur antara dua elektroda potensial (Volt), I adalah arus listrik yang dialirkan ke dalam tanah melalui elektroda arus (Ampere), K adalah

faktor geometri yang bergantung pada konfigurasi dan jarak antar elektroda. Pada konfigurasi Wenner digunakan empat elektroda, yaitu dua elektroda arus (C_1 & C_2) dan dua elektroda potensial (P_1 & P_2). Jarak spasi elektroda (a) adalah sama panjang. Berikut susunan elektroda konfigurasi Wenner dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Susunan elektroda konfigurasi Wenner (Telford et al., 1990).

Faktor geometri konfigurasi Wenner adalah:

$$K = 2\pi a$$

Nilai tahanan jenis yang diperoleh pada hasil pengukuran merupakan nilai tahanan jenis semu (Akmam et al., 2013). Sehingga, diproses melalui metode inversi untuk mendapatkan model tahanan jenis yang merepresentasikan kondisi bawah permukaan secara lebih mendekati sebenarnya. Proses ini menerapkan pendekatan inversi *Least-Squares* untuk memastikan bahwa model bawah permukaan yang dihasilkan mampu merepresentasikan variasi lapisan batuan secara lateral maupun vertikal dengan tingkat ambiguitas yang terukur (Tobing & Paembonan, 2026). Proses optimasi tersebut dilakukan secara berulang (iteratif) hingga model dianggap representatif, di mana setiap lintasan memerlukan jumlah tahapan yang berbeda. Selanjutnya, nilai tahanan jenis sebenarnya akan di validasi dengan kondisi geologi dan rentang nilai tahanan jenis batuan berdasarkan pada acuan referensi. Hasil interpretasi tersebut digunakan untuk keberadaan lapisan akuifer guna menduga potensi air tanah di daerah penelitian.

Tabel 1. Nilai Tahanan Jenis Batuan dan Mineral di Bawah Permukaan Bumi (Milsom, 2005; Telford et al., 1990).

Jenis Material	Tahanan Jenis (Ωm)
Andesit	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Tuff	$2 \times 10^3 - 10^5$
Pasir	1 – 1000
Aluvium dan Pasir	10 – 800
Lempung	1 – 100
Kerikil	60 – 10.000
Air Tanah	0,5 – 300

Hasil dan Diskusi

Berdasarkan pengolahan data dengan bantuan Res2DInv, hasil pemodelan bawah permukaan digunakan untuk mengetahui keberadaan lapisan akuifer guna menduga potensi air tanah melalui analisis

variasi nilai tahanan jenis batuan sebagai parameter fisik utamanya.

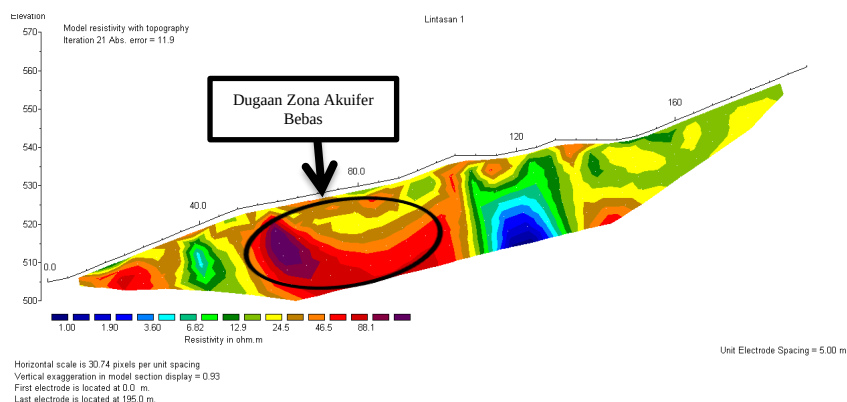
Tabel 2. Deskripsi Data Tiap Lintasan

Lintasan	Nilai Min ρ_a (Ωm)	Nilai Maks ρ_a (Ωm)	Kedalaman (m)
1	1.00	88.1	1,25-24
2	1.75	50.0	1,28-32
3	4.14	107	1,28-32
4	1.86	52.1	1,25-24
5	1.51	572	1,28-32

Hasil inversi menunjukkan adanya perbedaan litologi dan variasi tahanan jenis batuan di setiap lintasannya, yang secara geologis Nagari Malampah berada pada formasi Qat1 dan Tmv yang didominasi oleh endapan aluvial dan batuan vulkanik. Nilai tahanan jenis semu setiap lintasan dan kedalaman dapat dilihat pada Tabel 2.

Lintasan 1

Pengukuran lintasan 1 berada pada posisi koordinat 0°04'22.6"LU dan 100°03'17.3"BT sampai 0°04'28.6"LU dan 100°03'16.5"BT. Pengolahan data menggunakan bantuan *software* Res2dinv untuk mendapatkan tampilan penampang 2D dengan topografi. Penelitian ini menghasilkan produk berupa bahan ajar digital menggunakan *heyzine flipbook* pada materi Gotong Royong di Lingkungan Sekitar untuk peserta didik kelas V sekolah dasar. Produk dikembangkan melalui lima tahap model ADDIE. Bahan ajar digital dirancang dengan memadukan teks, gambar, video pembelajaran, latihan soal, serta elemen interaktif yang dapat diakses melalui perangkat digital. Tampilan produk disusun sesuai karakteristik peserta didik sekolah dasar agar materi lebih mudah dipahami dan menarik untuk dipelajari. Validasi bahan ajar digital dilakukan oleh ahli materi, ahli bahasa, dan ahli media untuk mengetahui tingkat kelayakan produk yang dikembangkan.



Gambar 3. Penampang 2D Lintasan 1 dengan Topografi

Tabel 3. Rentang Nilai Tahanan Jenis Lintasan 1

Warna	Rentang Nilai Tahanan Jenis	Jenis Material
Biru tua – hijau	<20 Ω m	Lempung
Kuning – Ungu	>20–90 Ω m	Pasir jenuh air, Kerikil

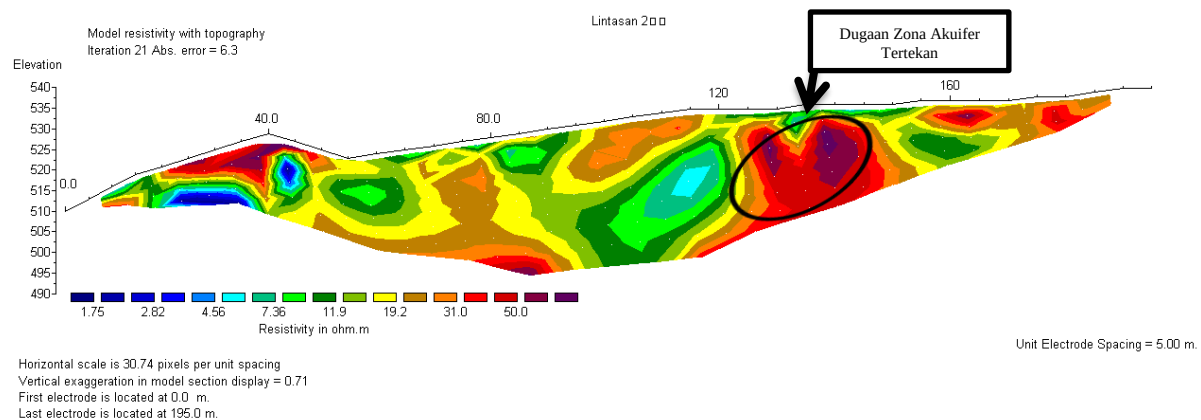
Hasil inversi pada lintasan 1 menunjukkan nilai tahanan jenis sebesar 1.00–88.1 Ω m dengan nilai *absolute error* 11.9%. Berdasarkan distribusi nilai tahanan jenis dan korelasinya dengan kondisi geologi Nagari Malampah, penampang tahanan jenis diduga menunjukkan variasi litologi bawah permukaan yang tersusun oleh endapan aluvial. Kondisi ini sejalan dengan geologi regional daerah penelitian yang didominasi oleh endapan aluvial Kuartar. Endapan tersebut umumnya tersusun atas material lepas berupa lempung, pasir, dan kerikil dengan sebaran yang heterogen. Perbedaan komposisi dan ukuran butir material penyusun endapan aluvial tersebut menyebabkan variasi nilai tahanan jenis pada bawah permukaan, sehingga terbentuk zona-zona resistivitas rendah yang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung jenuh air serta zona resistivitas yang lebih tinggi yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dan kerikil jenuh air.

Zona tahanan jenis rendah (<20 Ω m) yang ditunjukkan dari rentang warna biru tua hingga hijau

diestimasi merupakan Lempung jenuh air dan berfungsi sebagai akuiklud. Menurut Septiawan & Sebah (2020), akuiklud adalah lapisan batuan jenuh yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat meloloskannya (impermeabel) sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. Lapisan ini juga berfungsi sebagai batas antara lapisan akuifer air tanah (Asmaranto, 2014). Zona akuifer diduga berada pada jarak sekitar 50–90 meter dengan kedalaman sekitar 5–20 meter dan ketebalan sekitar 19 meter, yang dicirikan oleh nilai tahanan jenis (>20–90 Ω m) dengan rentang warna kuning hingga ungu. Zona ini diestimasi tersusun oleh material pasir jenuh air dan kerikil. Menurut Kodoatie (2012), pasir adalah akuifer baik sebab tersusun atas material berpori yang berfungsi menyimpan dan mengalirkan air tanah. Berdasarkan posisi lapisan yang tidak menunjukkan adanya lapisan kedap yang menerus di bagian atasnya, akuifer tersebut diduga merupakan akuifer bebas (*unconfined aquifer*).

Lintasan 2

Pengukuran lintasan 2 berada pada posisi koordinat 0°04'22.5"LU dan 100°03'18.7"BT sampai 0°04'29.0"LU dan 100°03'18.7"BT. Pengolahan data menggunakan bantuan *software* Res2dinv untuk mendapatkan tampilan penampang 2D dengan topografi.

**Gambar 4.** Penampang 2D Lintasan 2 dengan Topografi**Tabel 4.** Rentang Nilai Tahanan Jenis Lintasan 2

Warna	Rentang Nilai Tahanan Jenis	Jenis Material
Biru tua – kuning	<20 Ω m	Lempung
Cokelat – ungu tua	>20–50.1 Ω m	Pasir jenuh air, Kerikil

Hasil inversi pada lintasan 2 menunjukkan rentang nilai tahanan jenis sebesar 1.75–50.0 Ω m dengan nilai *absolute error* sebesar 6,3%. Berdasarkan distribusi

nilai tahanan jenis dan korelasinya dengan kondisi geologi Nagari Malampah, penampang tahanan jenis diduga menunjukkan variasi litologi bawah permukaan yang tersusun oleh endapan aluvial. Kondisi ini sejalan dengan geologi regional daerah penelitian yang didominasi oleh endapan aluvial Kuartar. Endapan tersebut umumnya tersusun atas material lepas berupa lempun, pasir, dan kerikil dengan sebaran yang heterogen. Perbedaan komposisi dan ukuran butir material penyusun endapan aluvial tersebut menyebabkan variasi nilai tahanan jenis pada bawah

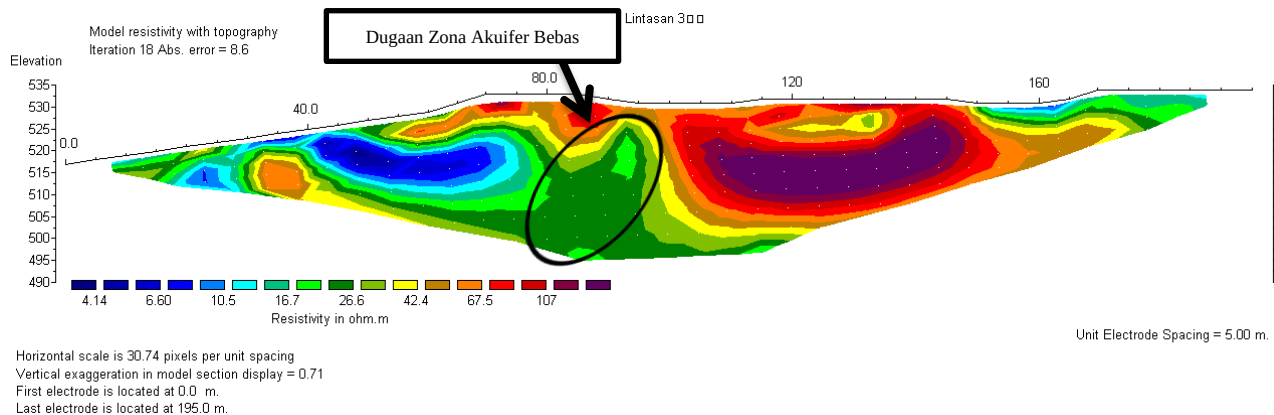
permukaan, sehingga terbentuk zona-zona resistivitas rendah yang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung jenuh air serta zona resistivitas yang lebih tinggi yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dan kerikil jenuh air. Zona dengan tahanan jenis rendah ($<20 \Omega\text{m}$) yang ditunjukkan oleh rentang warna biru tua hingga kuning diestimasi merupakan material Lempung jenuh air dan berfungsi sebagai akuiklud.

Menurut Septiawan & Sebah (2020), akuiklud adalah lapisan batuan jenuh yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat meloloskannya (impermeabel) sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. Lapisan ini juga berfungsi sebagai batas antara lapisan akuifer air tanah (Asmaranto, 2014). Selanjutnya, zona dengan tahanan jenis sedang ($>20\text{--}50.0 \Omega\text{m}$) yang ditunjukkan oleh warna cokelat hingga ungu tua, terutama pada bagian lintasan sekitar jarak 120–150 meter dengan kedalaman 4–24 meter dan ketebalan 24 meter. Zona ini diestimasi tersusun oleh pasir jenuh air

dan kerikil. Menurut Kodoatie (2012), pasir adalah akuifer baik sebab tersusun atas material berpori yang berfungsi menyimpan dan mengalirkan air tanah. Berdasarkan posisi lapisan yang menunjukkan adanya lapisan kedap yang menerus di bagian atasnya, akuifer tersebut diduga merupakan akuifer tertekan (*confined aquifer*). Apabila pengeboran sumur mencapai lapisan akuifer tertekan tersebut, maka air berpotensi naik ke atas akibat tekanan hidrostatik (Zuhdi, 2019). Kondisi ini mengindikasikan adanya potensi terbentuknya sumur artesis.

Lintasan 3

Pengukuran lintasan 3 berada pada posisi koordinat $0^{\circ}04'23.5''\text{LU}$ dan $100^{\circ}03'21.1''\text{BT}$ sampai $0^{\circ}04'29.7''\text{LU}$ dan $100^{\circ}03'22.1''\text{BT}$. Pengolahan data menggunakan bantuan *software* Res2dinv untuk mendapatkan tampilan penampang 2D dengan topografi.



Gambar 5. Penampang 2D Lintasan 3 dengan Topografi

Tabel 5. Rentang Nilai Tahanan Jenis Lintasan 3

Warna	Rentang nilai tahanan jenis	Jenis material
Biru tua – hijau muda	$<20 \Omega\text{m}$	Lempung
Hijau tua – merah	$>20 - 90 \Omega\text{m}$	Pasir jenuh air dan Kerikil
Merah tua – ungu tua	$>90 \Omega\text{m}$	Tuff

Hasil inversi pada lintasan 3 menghasilkan rentang nilai tahanan jenis sebesar $4.14\text{--}107 \Omega\text{m}$ dengan nilai *absolute error* sebesar 8.6%. Berdasarkan distribusi nilai tahanan jenis dan korelasinya dengan kondisi geologi daerah penelitian, penampang tahanan jenis pada lintasan ini diduga menunjukkan variasi zona bawah permukaan oleh endapan aluvial dan material vulkanik. Zona dengan tahanan jenis rendah ($<20 \Omega\text{m}$) yang ditunjukkan oleh rentang warna biru tua hingga hijau muda diestimasi merupakan material Lempung

jenuh air dan berfungsi sebagai akuiklud. Menurut Septiawan & Sebah (2020), akuiklud adalah lapisan batuan jenuh yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat meloloskannya (impermeabel) sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. Lapisan ini juga berfungsi sebagai batas antara lapisan akuifer air tanah (Asmaranto, 2014). Selanjutnya, zona dengan tahanan jenis sedang ($>20\text{--}90 \Omega\text{m}$) yang ditunjukkan oleh rentang warna hijau tua hingga merah berada pada jarak 80–105 meter dengan kedalaman 4–32 meter dan ketebalan 23 meter pada bagian tengah lintasan. Zona ini diduga tersusun oleh pasir jenuh air dan kerikil.

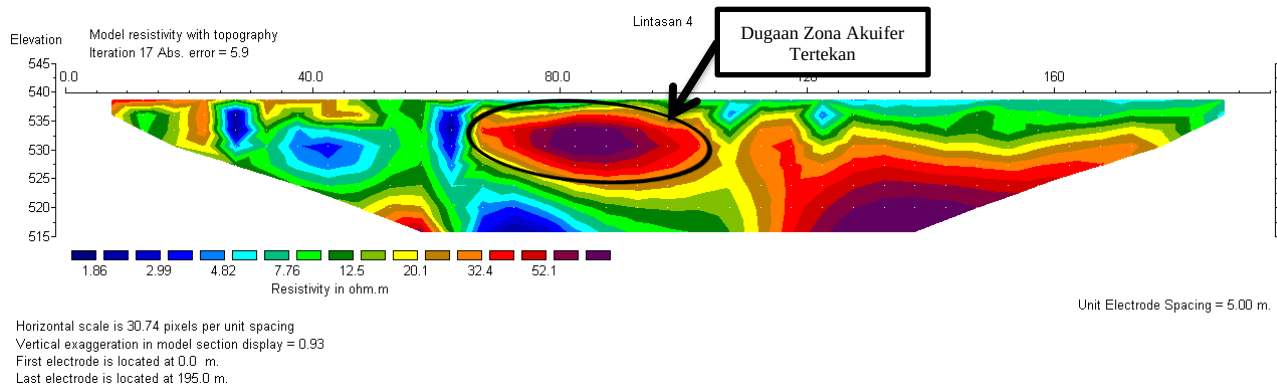
Menurut Kodoatie (2012), pasir adalah akuifer baik sebab tersusun atas material berpori yang berfungsi menyimpan dan mengalirkan air tanah. Berdasarkan posisi lapisan yang tidak menunjukkan adanya lapisan kedap yang menerus di bagian atasnya, akuifer tersebut diduga merupakan akuifer bebas (*unconfined aquifer*). Sementara itu, zona dengan tahanan jenis tinggi ($>90 \Omega\text{m}$) yang ditunjukkan oleh rentang warna merah tua

hingga ungu tua diduga merupakan Tuff dengan tingkat kepadatan lebih tinggi. Menurut Tobing & Paembonan (2026), Tuff bisa berpotensi sebagai akuifer. Namun, kemampuan batuan tuf dalam menyimpan dan mengalirkan air tanah sangat dipengaruhi oleh tingkat pelapukannya. Tuf yang masih kompak umumnya memiliki porositas dan permeabilitas yang rendah sehingga pergerakan air tanah menjadi terbatas. Sebaliknya, tuf yang telah mengalami pelapukan dapat membentuk rekahan dan rongga yang meningkatkan porositas serta permeabilitas, sehingga berpotensi menjadi media penyimpan dan pengalir air tanah. Oleh

karena itu, potensi batuan tuf sebagai akuifer tidak hanya ditentukan oleh jenis batumannya, tetapi juga oleh tingkat pelapukan yang berkembang pada batuan tersebut.

Lintasan 4

Pengukuran lintasan 4 berada pada posisi koordinat 0°04'27.6"LU dan 100°03'23.0"BT sampai 0°04'30.3"LU dan 100°03'16.5"BT. Pengolahan data menggunakan bantuan *software* Res2dinv untuk mendapatkan tampilan penampang 2D dengan topografi.



Gambar 6. Penampang 2D Lintasan 4 dengan Topografi

Tabel 6. Rentang Nilai Tahanan Jenis Lintasan 4

Warna	Rentang nilai tahanan jenis	Jenis material
Biru tua – hijau	<20 Ω m	Lempung
Kuning – ungu tua	>20–54 Ω m	Pasir jenuh air dan Kerikil

Hasil inversi pada lintasan 4 menghasilkan rentang nilai tahanan jenis sebesar 1.86–52.1 Ω m dengan *absolute error* 5.9 %. Berdasarkan distribusi nilai tahanan jenis dan korelasinya dengan kondisi geologi Nagari Malampah, penampang tahanan jenis diduga menunjukkan variasi litologi bawah permukaan yang tersusun oleh endapan aluvial. Kondisi ini sejalan dengan geologi regional daerah penelitian yang didominasi oleh endapan aluvial Kuartar. Endapan tersebut umumnya tersusun atas material lepas berupa lempung, lanau, pasir, dan kerikil dengan sebaran yang heterogen.

Perbedaan komposisi dan ukuran butir material penyusun endapan aluvial tersebut menyebabkan variasi nilai tahanan jenis pada bawah permukaan, sehingga terbentuk zona-zona resistivitas rendah yang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung jenuh air serta zona resistivitas yang lebih tinggi yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dan kerikil jenuh air. Zona tahanan jenis rendah (<20 Ω m) yang ditunjukkan oleh rentang warna biru tua hingga hijau

tersebar sepanjang lintasan. Zona ini diestimasi merupakan Lempung jenuh air dan berfungsi sebagai akuiklud.

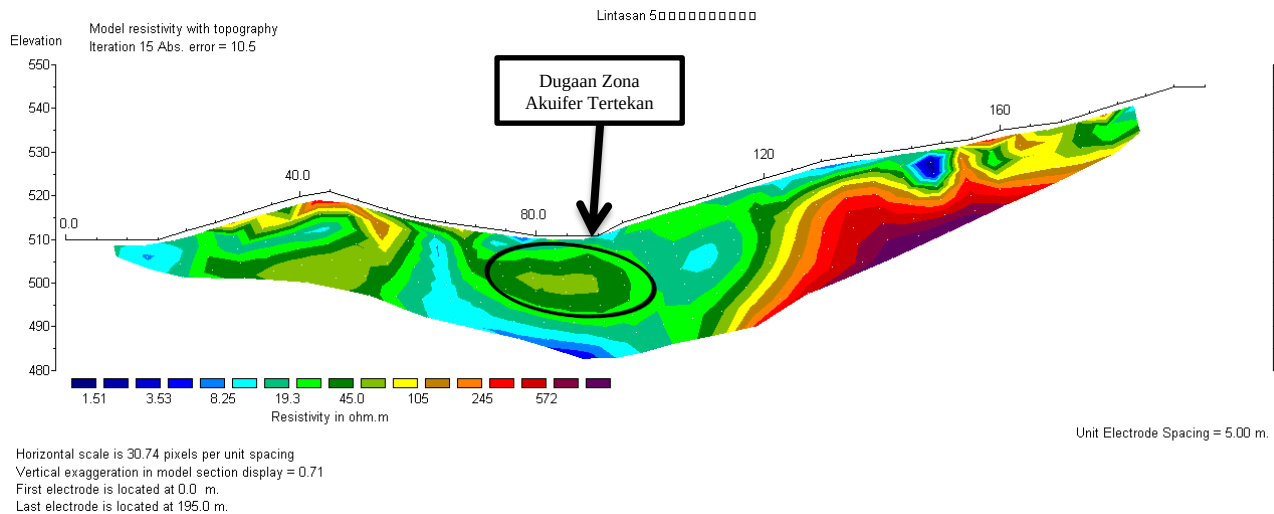
Menurut Septiawan & Seha (2020), akuiklud adalah lapisan batuan jenuh yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat meloloskannya (*impermeabel*) sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. Lapisan ini juga berfungsi sebagai batas antara lapisan akuifer air tanah (Asmaranto, 2014). Zona akuifer pada lintasan 4 diduga berada pada jarak sekitar 65–105 meter dengan kedalaman 4–24 meter dan ketebalan 10 meter yang dicirikan oleh rentang nilai tahanan jenis (>20–52.1 Ω m) dengan rentang warna kuning hingga ungu tua. Zona ini diestimasi tersusun oleh pasir jenuh air dan kerikil.

Menurut Kodoatie (2012), pasir adalah akuifer baik sebab tersusun atas material berpori yang berfungsi menyimpan dan mengalirkan air tanah. Berdasarkan posisi lapisan yang menunjukkan adanya lapisan kedap yang menerus di bagian atas dan bawahnya, akuifer tersebut diduga merupakan akuifer tertekan (*confined aquifer*). Apabila pengeboran sumur mencapai lapisan akuifer tertekan tersebut, maka air berpotensi naik ke atas akibat tekanan hidrostatik (Zuhdi, 2019). Kondisi ini mengindikasikan adanya potensi terbentuknya sumur artesis.

Lintasan 5

Pengukuran lintasan 5 berada pada posisi koordinat 0°04'22.2"LU dan 100°03'17.5"BT sampai 0°04'26.5"LU dan 100°03'22.9"BT. Pengolahan data

menggunakan bantuan *software* Res2dinv untuk mendapatkan tampilan penampang 2D dengan topografi.



Gambar 7. Penampang 2D Lintasan 5 dengan Topografi

Tabel 7. Rentang Nilai Tahanan Jenis Lintasan 5

Warna	Rentang nilai tahanan jenis	Jenis material
Biru tua – biru muda	<20 Ω m	Lempung
Hijau muda – hijau tua	>20 – 90 Ω m	Pasir jenuh air, Kerikil
Kuning – Jingga	>90 – 200 Ω m	Tuff
Merah – ungu tua	>200 Ω m	Andesit

Hasil inversi pada lintasan 5 dengan nilai tahanan jenis sebesar 1.51–572 Ω m dengan nilai *absolute error* 10.5%. Berdasarkan distribusi nilai tahanan jenis dan korelasinya dengan kondisi geologi daerah penelitian, penampang tahanan jenis pada lintasan ini diduga menunjukkan variasi zona bawah permukaan oleh endapan aluvial dan material vulkanik. Rentang nilai tahanan jenis pada lintasan ini lebih bervariasi dibandingkan beberapa lintasan lainnya. Variasi tersebut diduga dipengaruhi oleh perubahan litologi bawah permukaan, tingkat kejenuhan air, serta keberadaan material vulkanik yang memiliki sifat fisik berbeda dengan endapan aluvial. Material berbutir halus yang jenuh air cenderung memiliki nilai tahanan jenis rendah, sedangkan material vulkanik yang lebih kompak menunjukkan nilai tahanan jenis yang lebih tinggi.

Zona dengan tahanan jenis rendah (<20 Ω m) yang ditandai rentang warna biru tua hingga biru muda diestimasi merupakan material Lempung jenuh air dan berfungsi sebagai akuiklud. Menurut Septiawan & Seha (2020), akuiklud adalah lapisan batuan jenuh

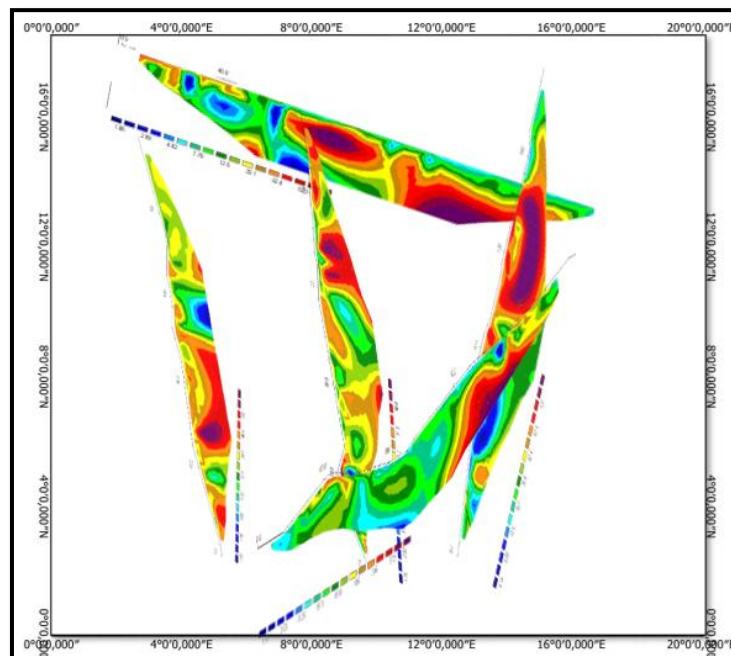
yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat meloloskannya (impermeabel) sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. Lapisan ini juga berfungsi sebagai batas antara lapisan akuifer air tanah (Asmaranto, 2014). Zona akuifer pada lintasan 5 diduga pada bagian tengah lintasan, berada pada jarak sekitar 70–110 meter dengan kedalaman 7–30 meter dan ketebalan 15 meter. Zona ini dicirikan oleh nilai tahanan jenis sedang (>20–90 Ω m) yang ditunjukkan oleh rentang warna hijau muda hingga hijau tua yang diestimasi tersusun oleh pasir jenuh air dan kerikil.

Menurut Kodoatie (2012), pasir adalah akuifer baik sebab tersusun atas material berpori yang berfungsi menyimpan dan mengalirkan air tanah. Berdasarkan posisi lapisan yang menunjukkan adanya lapisan kedap yang menerus di bagian atas dan bawahnya, akuifer tersebut diduga merupakan akuifer tertekan (*confined aquifer*). Apabila pengeboran sumur mencapai lapisan akuifer tertekan tersebut, maka air berpotensi naik ke atas akibat tekanan hidrostatik (Zuhdi, 2019). Kondisi ini mengindikasikan adanya potensi terbentuknya sumur artesis. Zona berikutnya dengan tahanan jenis (>90–200 Ω m) dengan rentang warna kuning hingga jingga diestimasi merupakan Tuff lapuk. Menurut Tobing & Paembonan (2026), Tuff bisa berpotensi sebagai akuifer. Namun, kemampuan batuan tuf dalam menyimpan dan mengalirkan air tanah sangat dipengaruhi oleh tingkat pelapukannya.

Tuf yang masih kompak umumnya memiliki porositas dan permeabilitas yang rendah sehingga pergerakan air tanah menjadi terbatas. Sebaliknya, tuf yang telah mengalami pelapukan dapat membentuk rekahan dan rongga yang meningkatkan porositas serta

permeabilitas, sehingga berpotensi menjadi media penyimpanan dan pengalir air tanah. Oleh karena itu, potensi batuan tuf sebagai akuifer tidak hanya ditentukan oleh jenis batuan, tetapi juga oleh tingkat pelapukan yang berkembang pada batuan tersebut.

Sedangkan zona tahanan jenis tinggi ($>200 \Omega m$) yang ditunjukkan warna merah hingga ungu diestimasi merupakan batuan vulkanik keras seperti Andesit yang umumnya bersifat kedap air atau bersifat *impermeable*.



Gambar 8. Penampang Dua Dimensi (2D) dengan Topografi dari 5 Lintasan

Berdasarkan Gambar 8, penampang dua dimensi dari 5 lintasan memperlihatkan distribusi nilai tahanan jenis bawah permukaan yang bervariasi dan mencerminkan pengaruh litologi berupa endapan aluvial serta batuan vulkanik. Nilai tahanan jenis rendah diinterpretasikan sebagai lapisan berbutir halus seperti Lempung yang jenuh air dan bersifat relatif kedap, sehingga berperan sebagai lapisan penutup. Nilai tahanan jenis sedang menunjukkan lapisan yang lebih permeabel seperti Pasir dan Kerikil yang berfungsi sebagai akuifer, sedangkan nilai tahanan jenis tinggi berkaitan dengan batuan yang lebih padat seperti Tuff dan Andesit.

Pada beberapa lintasan tampak lapisan dengan nilai tahanan jenis sedang yang diapit oleh lapisan dengan nilai tahanan jenis lebih rendah, yang mengindikasikan keberadaan akuifer tertekan akibat adanya lapisan penutup di bagian atas dan bawahnya. Secara keseluruhan, lintasan menunjukkan kondisi bawah permukaan yang heterogen baik secara lateral maupun vertikal, dengan variasi kedalaman dan ketebalan lapisan, sehingga interpretasi dari kelima lintasan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai sebaran zona pembawa air tanah, khususnya yang berpotensi sebagai akuifer tertekan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil interpretasi data Geolistrik zona akuifer pada daerah penelitian ditunjukkan oleh nilai tahanan jenis sedang ($>20-90 \Omega m$) yang diinterpretasikan sebagai material pasir jenuh air dan kerikil, sehingga menunjukkan adanya potensi air tanah yang cukup. Zona ini teridentifikasi pada kedalaman sekitar 4–32 meter dengan ketebalan 10–24 meter. Berdasarkan kondisi lapisan penutupnya, akuifer bebas (unconfined aquifer) diduga terdapat pada lintasan 1 dan lintasan 3, sedangkan akuifer tertekan (confined aquifer) diduga terdapat pada lintasan 2, lintasan 4, dan lintasan 5. Keberadaan akuifer tertekan pada lintasan tersebut mengindikasikan adanya potensi terbentuknya sumur artesis apabila pengeboran dilakukan hingga mencapai lapisan akuifer tertekan, meskipun hal ini tetap dipengaruhi oleh besar tekanan hidrostatik dan kondisi geologi setempat.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Jorong Siparayo, Nagari Malampah yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di Lokasi tersebut. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada tenaga kependidikan Fisika Universitas Negeri Padang, Bapak

Edi Kurnia M. Si. yang telah membantu dan mendampingi selama pelaksanaan penelitian. Terimakasih kepada keluarga dan seluruh rekan-rekan tim lapangan yang mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- Akmam, A., Amir, H., & Putra, A. (2020). Implementation of robust constraint inversion method on resistivity geoelectric data to study landslide precursors (case study: Sungai Lasi District and Gunung Talang Solok District, West Sumatra). *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1). doi:<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012003>
- Akmam, A., Amir, H., & Putra, A. (2019). Identifikasi bidang lincir menggunakan metode geolistrik tahanan jenis daerah rawan longsor di Kota Padang dan Kabupaten Agam Sumatra Barat. *Talenta Conference Series: Science and Technology*, 2(2). doi:<https://doi.org/10.32734/st.v2i2.487>
- Akmam, A., Amir, H., Bavitra, & Mia, A. (2017). Kedalaman batuan dasar menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan membandingkan konfigurasi dipole-dipole dan di Wenner Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi. *Eksakta*, 18(1).
- Akmam, & Sudiar, N. Y. (2013). Analisis struktur batuan dengan metoda inversi smoothness-constrained least-squares data geolistrik konfigurasi Schlumberger di Universitas Negeri Padang Kampus Air Tawar. 215-220.
- Asmaranto, R. (2014). Identifikasi potensi akuifer menggunakan uji resistivity VES (Vertical Electrical Sounding) (studi kasus: Desa Pohijo, Sampung-Ponorogo). *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(2), 199-206.
- Bisri. (2016). Studi tentang pendugaan air tanah, sumur air tanah, dan upaya dalam konservasi air tanah. Yogyakarta: UB Press.
- BPS Kabupaten Pasaman. (2025). Kecamatan Tigo Nagari dalam angka (Vol. 29).
- Foster, S. (2022). The key role for groundwater in urban water-supply security. *Journal of Water and Climate Change*, 13(10), 3566-3577. doi:<https://doi.org/10.2166/wcc.2022.174>
- Hadian, M. S. D., Mardiana, U., Abdurahman, O., & Iman, M. I. (2016). Sebaran akuifer dan pola aliran air tanah di Kecamatan Batuceper dan Kecamatan Benda Kota Tangerang, Provinsi Banten. *Jurnal Geologi Indonesia*, 1(3).
- Kodoatie, R. J. (2012). Tata ruang air tanah. Yogyakarta: Andi.
- Loke, M. H. (2016). Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys. (Issue June).
- Milsom, J., & Eriksen, A. (2005). *Field Geophysics*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Pohan, A. F., & Rusnoviandi, R. (2018). Studi penyelidikan air tanah di Kota Terpadu Mandiri, Pesisir Selatan dengan metode geolistrik. *Jurnal Ipteks Terapan*, 12(2), 139. doi:<https://doi.org/10.22216/jit.2018.v12i2.2588>
- Reynolds, J. M. (1997). *An introduction to applied and environmental geophysics*. John Wiley & Sons.
- Setiawati, L., Wijaya, A., Valennita, Suhendra, Prabowo, B. B., Girsang, R., & Ardiansyah, D. (2026). Integrasi data geolistrik (VES) dengan verifikasi data litologi cutting bor untuk menganalisis lapisan akuifer. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(2), 922-928. doi:<https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1733>
- Suhendra, S., Budianto, G., Halauddin, H., & Lidiawati, L. (2023). Identification of aquifers in flood-prone areas using the vertical electrical sounding method in Muara Bangkahulu sub-district. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 7(1), 23-40. doi:<https://doi.org/10.59465/jppdas.2023.7.1.23-40>
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics*. Cambridge University Press.
- Tobing, P. S., & Paembonan, A. Y. (2026). Identifikasi lapisan bawah permukaan menggunakan metode electrical resistivity tomography di kawasan Lapangan Baseball ITERA. *Jurnal Geosaintek*, 12(2), 206-217. doi:<https://doi.org/10.12962/j25023659.v12i2.8987>
- Zuhdi, M. (2019). Pengantar geologi. Duta Pustaka Ilmu.