

JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya (2026) Vol. 13 (1): 1 - 11
DOI: 10.24252/jft.v13i1.67180
JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya
p-ISSN: 2302-1497, e-ISSN: 2715-2774
http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/jft

Identifikasi Lapisan Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Benteng, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

Nur Hidayat Nurdin[1*], Muhammad Fawzy Ismullah Massinai[2], Hasnan Sutadi[2], Andi Syam Rizal[1], Amirin Kusmiran[1], dan Minarti[1]

[1]Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
[2]Departemen Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin

Email: Nurhidayat@uin-alauddin.ac.id
**Corresponding Author*

Kata kunci: Akuifer, Desa Benteng, Geolistrik, Resistivitas, Wenner-Schlumberger.

Keywords: *Aquifer, Benteng Village, Geoelectrical, Resistivity, Wenner-Schlumberger*.

This is an open access article under the CC BY-NC license. Copyright © 2026 by Author. Published by Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

How to Cite:
Hidayat, NN. (2026). Identifikasi Lapisan Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Benteng, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya, 13 (1), 1–11.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran nilai resistivitas bawah permukaan guna mengidentifikasi keberadaan zona pembawa air atau akuifer di Desa Benteng, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Pemenuhan kebutuhan air bersih di wilayah pesisir sering terkendala oleh ancaman intrusi air laut dan kompleksitas struktur geologi bawah permukaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah geolistrik resistivitas 2D dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger pada satu lintasan pengukuran sepanjang 174 meter. Data diolah melalui proses inversi menggunakan perangkat lunak Res2dinv untuk menghasilkan penampang resistivitas hingga kedalaman 35 meter. Hasil penelitian menunjukkan adanya tiga lapisan utama berdasarkan nilai resistivitasnya: lapisan lempung tersaturasi air (3,17–8,78 Ωm), *lempung* lanauan (8,79–16,4 Ωm), dan lapisan batu pasir tersaturasi air tawar (16,5–45,6 Ωm). Lapisan batu pasir yang bertindak sebagai akuifer utama ditemukan pada kedalaman 5–35 meter, terutama mendominasi bagian timur lintasan. Berdasarkan penampang geolistrik tersebut, direkomendasikan pengeboran sumur pada kedalaman 15–35 meter untuk mendapatkan sumber air bersih yang optimal.

ABSTRACT

This study aims to map the distribution of subsurface resistivity values to identify the existence of water-bearing zones or aquifers in Benteng Village, Pangkajene and Islands Regency. Meeting the need for clean water in coastal areas is often hampered by the threat of seawater intrusion and the complexity of subsurface geological structures. The method used in this research is 2D geoelectrical resistivity with a Wenner-Schlumberger configuration on a single measurement line 174 meters long. Data were processed through an inversion process using Res2dinv software to produce a resistivity cross-section up to a depth of 35 meters. The results showed three main layers based on their resistivity values: a water-saturated clay layer (3.17–8.78 Ωm), silty clay (8.79–16.4 Ωm), and a freshwater-saturated sandstone layer (16.5–45.6 Ωm). The sandstone layer acting as the main aquifer was found at a depth of 5–35 meters, primarily dominating the eastern part of the track. Based on the geoelectrical cross-section, it is recommended to drill wells at a depth of 15–35 meters to obtain an optimal clean water source.

1. PENDAHULUAN

Air tanah merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi keberlanjutan hidup manusia dan pembangunan ekonomi, terutama di wilayah dengan pertumbuhan penduduk yang pesat. Ketergantungan terhadap air tanah meningkat seiring dengan keterbatasan akses terhadap air permukaan, baik secara kuantitas maupun kualitas. Di wilayah pesisir seperti Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Prov. Sulawesi Selatan, tantangan pemenuhan kebutuhan air bersih menjadi semakin kompleks akibat adanya ancaman intrusi air laut yang dapat mencemari sumur-sumur penduduk [1]. Selain itu, fluktuasi ketersediaan air yang ekstrem antara musim hujan dan kemarau seringkali menyebabkan krisis air, sehingga diperlukan upaya eksplorasi sumber daya air tanah yang lebih sistematis dan terukur untuk menjamin ketersediaan air bersih bagi masyarakat [2].

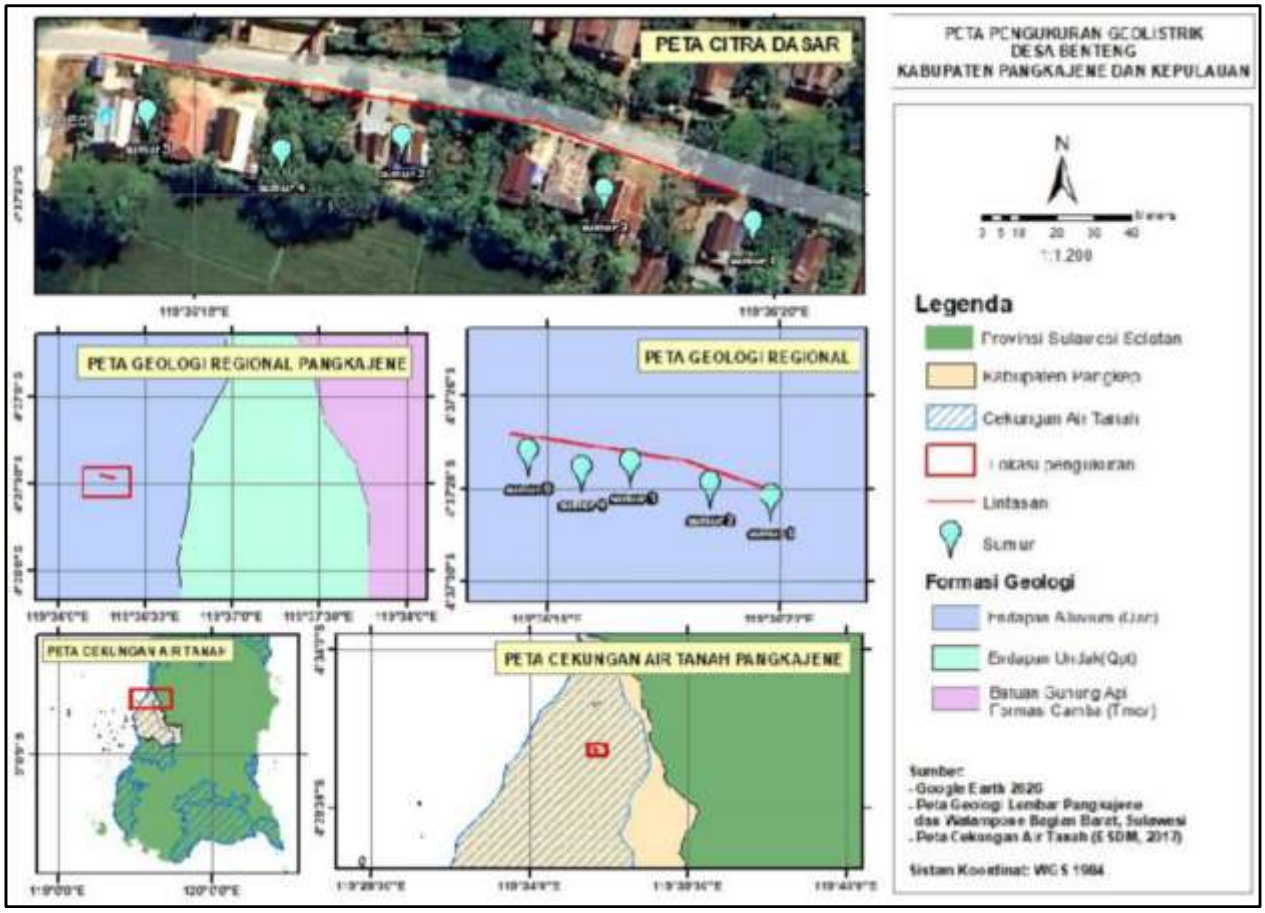
Secara regional, Desa Benteng terletak pada daerah dengan geologi berupa satuan batuan endapan alluvium danau dan pantai (Qac) yang terdiri dari lempung, pasir, kerikil dan lumpur, serta satuan batuan endapan undak (Qpt) yang terdiri dari pasir, kerikil dan lempung. Terdapat pula satuan batuan formasi batuan gunung api formasi camba yang terdiri dari breksi, lava, konglomerat dan tufa, satuan batuan formasi gunung api camba tefrit leusit yang didominasi lava dan breksi, dan satuan batuan formasi tonasa yang terdiri dari batugamping [3]. Kompleksitas struktur bawah permukaan di wilayah ini, seperti adanya rongga karst atau heterogenitas lapisan sedimen, menyebabkan penentuan lokasi pengeboran air tanah seringkali menemui kegagalan jika hanya didasarkan pada survei permukaan [4]. Oleh karena itu, penggunaan metode geofisika menjadi krusial sebagai jembatan untuk memahami kondisi bawah permukaan. Metode ini memungkinkan identifikasi struktur geologi tanpa harus melakukan pengeboran eksplorasi yang memakan biaya besar, sehingga risiko kegagalan dalam penemuan debit air yang optimal dapat diminimalisir [1] [2] [5] [6] [7].

Dalam penelitian ini, metode geolistrik resistivitas 2D dipilih sebagai metode utama untuk memetakan kondisi bawah permukaan. Justifikasi penggunaan metode ini, khususnya dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger, didasarkan pada kemampuannya yang sangat baik dalam memberikan resolusi gambaran bawah permukaan secara lateral maupun vertikal [7] [13] [14]. Metode ini bekerja dengan memanfaatkan perbedaan sifat kelistrikan antar lapisan batuan, di mana lapisan jenuh air (akuifer) biasanya memiliki nilai resistivitas yang kontras dibandingkan dengan batuan padat atau lempung [8]. Dengan teknik pencitraan 2D, variasi kedalaman dan kemiringan lapisan batuan dapat dipetakan secara detail, yang sangat berguna dalam menentukan batas-batas akuifer secara akurat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan sebaran nilai resistivitas bawah permukaan guna mengidentifikasi keberadaan zona pembawa air atau akuifer. Secara lebih spesifik, penelitian ini diarahkan untuk menentukan kedalaman permukaan akuifer, ketebalan lapisan jenuh air, serta mengidentifikasi tipe akuifer yang ada di lokasi penelitian. Hasil dari studi ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi pemerintah daerah maupun masyarakat dalam perencanaan sumur bor yang efektif serta manajemen sumber daya air tanah yang berkelanjutan di wilayah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Benteng, Kecamatan Mandalle, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Kegiatan investigasi lapangan dilakukan pada tanggal 8 Mei 2023 untuk pengambilan data resistivitas listrik.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Diolah dari Google Earth, [3], dan [9]

Lokasi penelitian secara teknis dipetakan dengan satu lintasan pengukuran yang membentang dari arah barat ke timur dengan koordinat elektroda pertama berada pada -4.624098°, 119.603937° dan elektroda ke-30 pada -4.624441°, 119.605465° (Gambar 1).



Gambar 2. Aktivitas lapangan

Pengambilan data dilakukan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Pengukuran dilakukan menggunakan 30 elektroda dengan jarak antar elektroda (spasi) ditetapkan secara konsisten sebesar 6 meter. Panjang bentangan totalnya 174 meter yang memungkinkan penetrasi data mencapai kedalaman sekitar 35 meter di bawah permukaan. Geomative GD 10 Supreme digunakan dalam merekam data geolistrik berupa arus dan beda potensial. Adapun langkah langkah yang dilakukan untuk pengukuran geolistrik tahanan jenis 2D adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan arah bentangan yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Membuat dan mengatur posisi bentangan elektroda arus dan potensial.
3. Menentukan panjang linasan dan spasi terkecil.
4. Memplot setiap titik elektroda di setiap lintasan menggunakan GPS.
5. Menginjeksi arus dan membaca potensial pada jarak elektroda yang telah ditentukan.

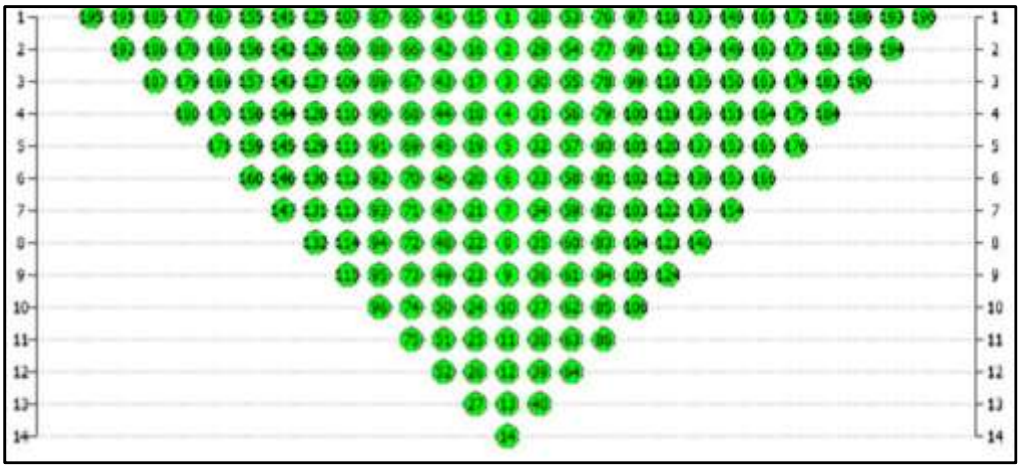
Penggunaan konfigurasi Wenner-Schlumberger menggunakan 30 elektroda menghasilkan sebanyak 196 titik datum resistivitas semu (Gambar 3). Data resisitvitas semu didapatkan dari hasil pengukuran lapangan yang memuat nilai beda potensial dan arus listrik. Resistivitas semu (ρ_a) dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

$$K = \pi n(n+1)a \quad (2)$$

Nilai K adalah faktor geometri tiap datum, ΔV adalah beda potensial, I adalah kuat arus listrik, a adakah spasi elektroda, dan n adalah faktor pengali spasi elektroda. Resistivitas semu yang didapatkan kemudian diinversi menggunakan software Res2dinv, yang didasari oleh the smoothness-constrained least-squares method [15] [16] [17] [18], untuk

mendapatkan resitivitas sebenarnya dalam bentuk penampang 2D [10] [11]. Adapun parameter inversi yang digunakan dirincikan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 3. Datum data Wenner-Schlumberger

Tabel 1. Parameter inversi ERT yang digunakan dalam Res2dinv

Initial damping factor is 0.3000.
Minimum damping factor is 0.0300.
Local optimization is used.
Convergence limit is 5.0000.
Minimum change In RMS error is 0.5000.
Number of iterations is 5.
Vertical to horizontal flatness filter ratio is 0.5000.
User defined increase in layer thickness.
Number of nodes between adjacent electrodes is 4.
Smoothness constrain is only used directly on model resistivity values.
Number of topographical data points is not reduced.
Topographical modeling is to be carried out.
End-to-end linear topographical trend to be removed.
Jacobian matrix is recalculated after each iteration.
Increase of damping factor with depth is 1.0100.
Finite element method with damped grid is used for topographic modeling.
Robust data inversion constrain is used with cutoff factor 0.0500.
Extended model is not used.
Effect of side blocks is severely reduced.
Normal mesh is used.
Damping factor Is not optimised at each iteration.
Blocky constraint is used in time lapse inversion.
Thickness of first layer is 0.6920.
Factor to increase thickness layer with depth is 1.0500.
Finite element method is used
Width of block used Is 1 times the unit electrode spacing
All models blocks must have the same width
RMS convergence limit is 1.0 percent
Logarithm of apparent resistivity values are used for the inversion
Cutoff factor for borehole data Is 0.00100
Upper resistivity cutoff limit is 20.00000
Lower resistivity cutoff limit is 0.02000
Model refinement used.
Incomplete Gauss-Newton method used with convergence limit of 0.0050

Interpretasi hasil pengukuran geolistrik tahanan jenis dalam bentuk penampang 2D mempertimbangkan berbagai macam faktor yang dapat mempengaruhi nilai resistivitas

seperti kandungan air, kondisi fisik material, kandungan lempung, mineral pada batuan, dan sebagainya. Faktor ini dapat memperbesar atau memperkecil nilai resistivitas batuan yang terdapat pada tabel nilai resistivitas batuan. Rujukan interpretasi nilai resitivitas hasil inversi menggunakan SNI 2528:2012 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Nilai Resistivitas Semu Pengukuran geolistrik [12]

Tahanan tanah	Ωm
- daerah basah	50 sampai 200
- daerah kering	100 sampai 200
- daerah sangat kering	200 sampai 1000 (terkadang di bawah 50 jika tanah mengandung garam)
Air	Ωm
- air tanah	1 sampai 100
- air hujan	30 sampai 1000
- air laut	di bawah 0,2
- es	105 sampai 108
Tipe batuan	Ωm
- batuan beku dan metamorfosis	100 sampai 10.000
- sedimen terkonsolidasi	10 sampai 100
- sedimen tak terkonsolidasi	1 sampai 100

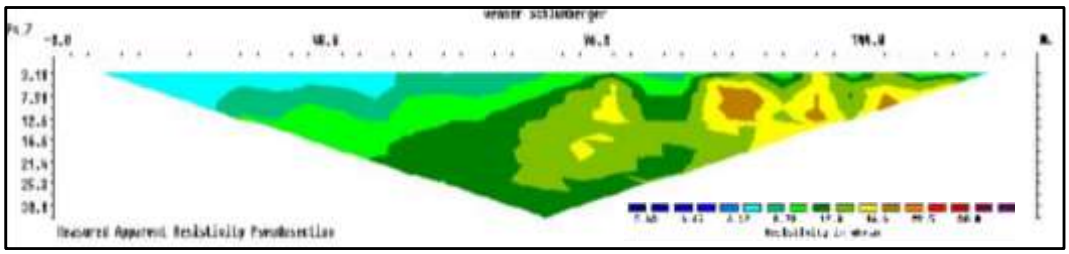
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai resistivitas semu didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan (1), diperoleh sebaran nilai seperti pada tabel 2 dan tervisualisasi pada gambar 4.

Tabel 3. Tabel Nilai Resistivitas Semu Pengukuran geolistrik

Nama Lintasan	Panjang Lintasan (m)	Spasi Elektroda (m)	Orientasi	Jumlah datum point	Resistivitas Semu (Ωm)	Perlapisan Data (n)
Lintasan	174	6	Barat-Timur	196	0.13-4.95	14

dengan penampang resistivias semu sebagai berikut:

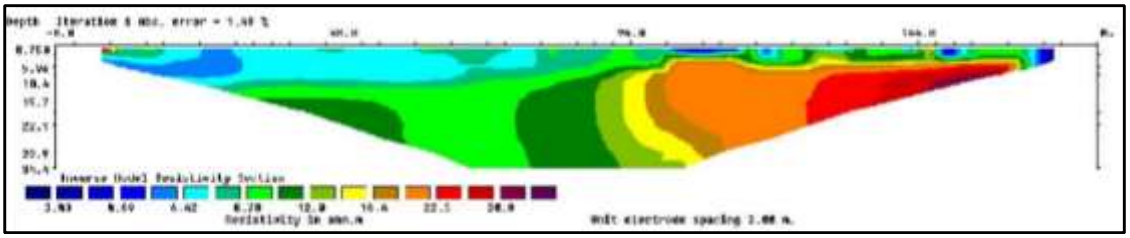


Gambar 4. Penampang resistivitas semu lintasan

Resistivitas semu hasil pengukuran di lapangan selanjutnya dilakukan inversi untuk memperoleh nilai resistivitas sebenarnya dan kedalaman sebenarnya. Dari hasil inversi pada penampang 2D dapat dilihat pada tabel 4 dan tervisualisasi pada gambar 5.

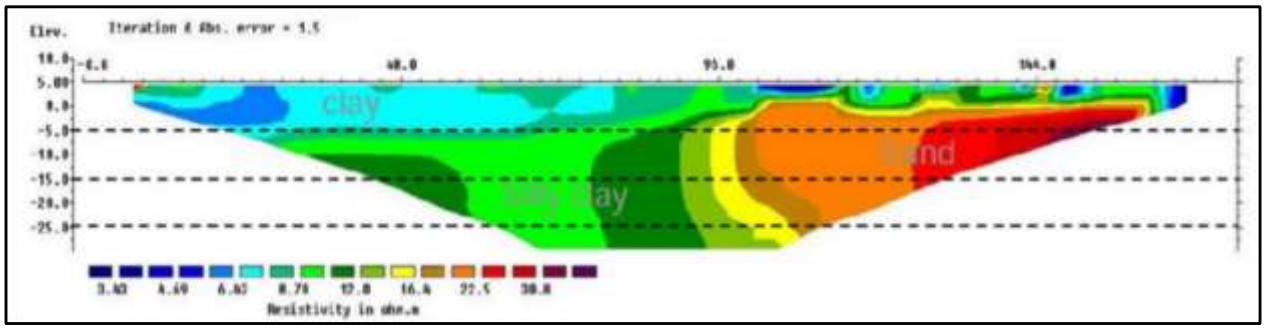
Tabel 4. Tabel Nilai Resistivitas Pengukuran Geolistrik

Nama Lintasan	Panjang Lintasan (m)	Spasi Elektroda (m)	Orientasi	Resistivitas (Ωm)	Penetrasi Kedalaman (m)
Lintasan	174	6	Barat-Timur	0.13-4.95	35



Gambar 5. Penampang resistivitas

Hasil inversi lintasan pengukuran didapatkan penampang seperti pada Gambar 5 dengan ABS error 1.5 persen, kedalaman penetrasi data sejauh 35 m, dan rentang nilai resisitivitas 3.17-45.6 Ωm. Pada hasil penampang pengukuran lintasan pengukuran didapatkan 3 jenis lapisan berdasarkan sebaran nilai resistivitas. Resistivitas rendah dengan nilai 3.17-8.78 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan lempung tersaturasi air dengan ketebalan variatif dari 5-10 meter mendominasi bagian barat dari lintasan pengukuan. Resistivitas sedang diinterpretasikan sebagai lempung lanauan dengan nilai 8.79-16.4 Ωm. Resistivitas besar dengan nilai 16.5-45.6 Ωm diintepretasikan sebagai lapisan batu pasir tersaturasi air tawar pada kedalaman 5-35 meter mendominasi bagian timur dari lintasan pengukuran.



Gambar 6. Interpretasi litologi Penampang resistivitas

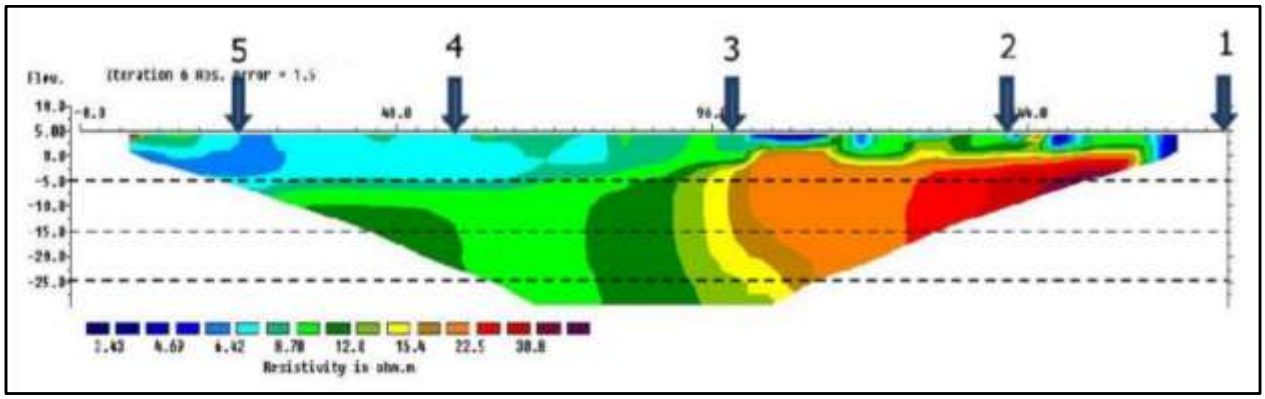
Data muka air tanah diukur dari lima (5) sumur gali yang terdapat di lokasi penelitian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kondisi sumur pada lokasi penelitian.

nama sumur	koordinat		kedalaman (m)	Muka Air Tanah (m)
	Lintang	Bujur		
sumur 1	-4.624529°	119.605506°	13	1.5
sumur 2	-4.624450°	119.605148°	10	1.5
sumur 3	-4.624323°	119.604664°	13	1
sumur 4	-4.624357°	119.604375°	11	1
sumur 5	-4.624262°	119.604051°	9	0.5

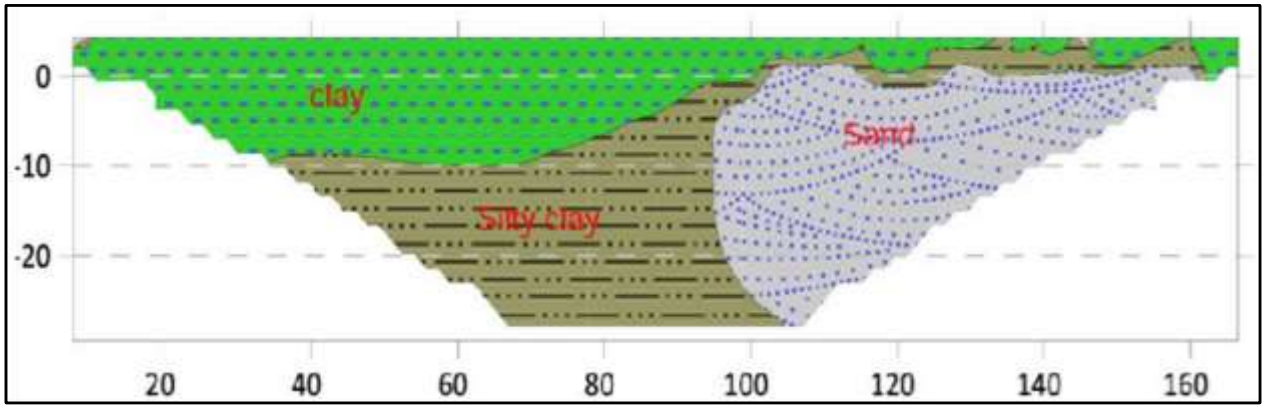


Gambar 7. Sumur di sekitar lokasi penelitian



Gambar 8. Interpretasi litologi Penampang resistivitas

Berdasarkan interpretasi nilai resistivitas dan data muka air tanah pada sumur gali, penampang geolistrik dapat diterjemahkan seperti Gambar 9. Rekomendasi titik pengeboran didasarkan pada jenis batuan yang bertindak sebagai akuifer berupa batu pasir. Untuk memperoleh lapisan akuifer yang terbaik, disarankan untuk mengebor pada lapisan batu pasir di kedalaman 15-35 meter di bagian timur dari lintasan pengukuran geolistrk lihat Gambar 9.



Gambar 9. Interpretasi litologi Penampang resistivitas

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian menggunakan data geolistrik dapat disimpulkan bahwa: lapisan akuifer yang ada di lokasi penelitian merupakan lapisan batuan alluvium berupa lapisan lumpur, lempung, pasir dan kerikil. Dimana lapisan pasir bertindak sebagai lapisan akuifer. Sebaran nilai resistivitas menunjukkan 3 lapisan lapisan batuan, Resistivitas rendah dengan nilai 3.17-8.78 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan lempung tersaturasi air dengan ketebalan variatif dari 5-10 meter mendominasi bagian barat dari lintasan pengukuan. Resistivitas sedang diinterpretasikan sebagai lempung lanauan dengan nilai 8.79-16.4 Ωm. Resistivitas besar dengan nilai 16.5-45.6 Ωm diintepretasikan sebagai lapisan batu pasir tersaturasi air tawar pada kedalaman 5-35 meter mendominasi bagian timur dari lintasan pengukuran. Berdasarkan penampang geolistrik, rekomendasi pengeboran sumur dapat dilakukan di sekitar koordinat yang direkomendasikan dengan kedalaman 15-35 meter.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Syamsuddin, Fajar, M., Wirawan, A. H., Salsabila, N., Rezky, Massinai, M. F. I., Selfiana, S Harimei, B. (2023). Determination of Seawater Intrusion Zones Using the Resistivity Method in Kelurahan Soreang, Maros District, South Sulawesi Province. *Jurnal Geocelebes*, 7(2), ISSN: 2579-5546. https://doi.org/10.20956/geocelebes.v7i2.23710.

[2] Syafnur, A., Jibran, H., Tonapa, W. D., Sae, A., S Nurdin, N. H. (2023). Investigation of Groundwater Aquifer Using Electrical Resistivity Method Wenner-Schlumberger Array Mattoangin Village, Bantimurung District, Maros Regency. *Jurnal Geocelebes*, 7(1), ISSN: 2579-5546. https://doi.org/10.20956/geocelebes.v7i1.23302.

[3] Sukamto, R. (1982). Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

[4] Syamsuddin, E., Maulana, A., Assegaf, A. H., S Irfan, U. R. (2025). Integrating electrical resistivity tomography and x-ray fluorescence for characterizing limestone in the Wapulaka formation, Central Buton, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 12(4), ISSN: 2502-2458.https://doi.org/10.15243/jdmlm.2025.124.7871.
[5] Puspitasari, N. D., Syamsuddin, E., S Aswad, S. (2019). Subsurface prediction using resistivity method (Case study: Bira, South Sulawesi, Indonesia). *Journal of Physics: Conference Series*,1341(8),ISSN:1742-6596.https://doi.org/10.1088/1742-6596/1341/8/082028.
[6] Okviyani, N., Sebrahim, A., S Mahyuni, E. T. (2020). Identifikasi Air Tanah Kawasan Cagar Purbakala Leang-Leang Kabupaten Maros dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger. *Jurnal Geocelebes*, 4(2), ISSN: 2579-5546. https://doi.org/10.20956/geocelebes.v4i2.11102.
[7] Syamsuddin, E., Lantu, S Hamzah, M. (2019). Application of Geoelectrical Resistivity Method for Groundwater Exploration Using Wenner-Schlumberger Configuration in Sampakang, Maros Regency, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1341(8), ISSN: 1742-6596. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1341/8/082046.
[8] Rahmaniah, Wahyuni, A., Massinai, M. F. I., Mun'im, A., S Massinai, M. A. (2021). Resistivity Method for Characterising Subsurface Layers of Coastal Areas in South Sulawesi, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 6(4), ISSN: 2541-5794. https://doi.org/10.25299/jgeet.2021.6.4.6242.
[9] Kementrian ESDM, (2017). Peta Cekungan Air Tanah Provinsi Sulawesi Selatan. Bandung: ESDM
[10] Loke, M. H. (2004). *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*. Penang: Geotomo Software.
[11] Everett, M. E. (2013). *Near-Surface Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
[12] Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 2528:2012 Tata Cara Pengukuran Geolistrik Wenner Untuk Eksplorasi Air Tanah*. Jakarta: BSN.
[13] Sanny, T.A., Asrib, M.L. S Insani, A.Z.M. 2023. Karakterisasi tanah menggunakan pendekatan Electrical Resistivity Tomography (ERT) pada lahan non tipikal Ipomoea Batatas "Cilembu." Jurnal Penelitian Pendidikan IPA 9: 6128–6135 https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4653
[14] Balarabe, B., S Bery, A. A. (2021). Modeling of soil shear strength using multiple linear regression (MLR) at Penang, Malaysia. Journal of Engineering Research, 9(3), 40-51. https://doi.org/10.36909/jer.v9i3A.7675
[15] deGroot-Hedlin, C. S Constable, S. 1990. Occam's inversion to generate smooth, two-dimensional models from magnetotelluric data. Geophysics 55(12): 1613–1624. https://doi.org/10.1190/1.1442813
[16] Ellis, R.G. S Oldenburg, D.W. 1994. Applied geophysical inversion. Geophysical Journal International 116(1): 5–11. https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1994.tb02122.x.
[17] Loke, M.H. S Dahlin, T. 2002. A comparison of the Gauss–Newton and quasi-Newton methods in resistivity imaging inversion. Journal of Applied Geophysics 49(3): 149–162. https://doi.org/10.1016/S0926-9851(01)00106-9.

[18] Sasaki, Y. 1992. Resolution of Resistivity Tomography Inferred from Numerical Simulation. Geophysical Prospecting 40(4): 453–463. https://doi.org/10.1111/j.1365-2478.1992.tb00536.x.