



Interpretasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schulumberger Studi Kasus di Kampus Unri

Krisman¹, Zulfa¹, Juandi Muhammad^{1,*}

¹⁾ Program Studi Fisika FMIPA
Universitas Riau
juandi@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Melalui metode geolistrik ini, karakteristik dan kedalaman akuifer yang terkandung dalam lapisan tanah dapat diidentifikasi dengan lebih akurat. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi air bawah tanah di Kampus UNRI, tepatnya depan laboratorium Fisika Bumi, dengan menggunakan metode geolistrik untuk mengetahui struktur geologi bawah permukaan yang berpotensi sebagai sumber air bersih. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan model pengelolaan berwawasan lingkungan yang dapat meningkatkan pemanfaatan air bawah tanah untuk pemenuhan kebutuhan air di Kampus FMIPA UNRI, dari penelitian ini sangat penting, baik dalam bidang ilmu geofisika maupun dalam ilmu lingkungan, khususnya yang berkaitan dengan keberlanjutan sumber daya air bawah tanah. Selain itu, penelitian ini juga relevan dengan pengembangan IPTEK dalam rangka konservasi air bawah tanah, serta mendukung kebijakan pemerintah dalam mencapai tujuan keberlanjutan pembangunan yang melibatkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Setelah dilakukan penelitian menggunakan metode geolistrik konfigurasi elektroda Schlumberger di areal study didapatkan kesimpulan, yaitu hasil pengolahan data geolistrik bahwa akuifer bebas berada pada kedalaman 19 metee sampai 25 meter dengan nilai resistivitas 62,7 Ωm sampai 88,3 Ωm . Di daerah studi dapat dikatakan bahwa di daerah studi teridentifikasi terdapat 13 lapisan.

Kata kunci: Geolistrik; Schlumberger; Akuifer; Lingkungan; Keberlanjutan

ABSTRACT

Through this geoelectric method, the characteristics and depth of the aquifer contained in the soil layer can be identified more accurately. In this context, this study aims to examine the condition of groundwater on the UNRI Campus, precisely in front of the Earth Physics laboratory, using the geoelectric method to determine the subsurface geological structure that has the potential as a source of clean water. The results of this study are expected to provide an environmentally friendly management model that can improve the utilization of groundwater to meet water needs on the FMIPA UNRI Campus, from this study is very important, both in the field of geophysics and in environmental science, especially those related to the sustainability of groundwater resources. In addition, this study is also relevant to the development of science and technology in the context of groundwater conservation, as well as supporting government policies in achieving sustainable development goals involving social, economic, and environmental aspects. After conducting research using the Schlumberger electrode configuration geoelectric method in the study area, the conclusion was obtained, namely the results of geoelectric data processing that the free aquifer is at a depth of 19 meters to 25 meters with a resistivity value of 62.7 Ωm to 88.3 Ωm . In the study area, it can be said that there are 13 layers identified in the study area.

Keywords: Geoelectric; Schlumberger; Aquifer; Environment; Sustainability

Corresponding Author:
✉ Juandi Muhammad
Accepted on: 2024-12-24

1. PENDAHULUAN

Kelurahan Simpang Baru terletak di Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru, dan memiliki iklim sangat basah karena berada di dataran rendah dengan suhu berkisar antara 21,6°C hingga 34°C, rata-rata 28°C. Wilayah ini mengalami dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Lokasi kelurahan ini strategis karena dekat dengan pusat pemerintahan dan memiliki berbagai fasilitas pendidikan mulai dari tingkat dasar hingga perguruan tinggi. Salah satu perguruan tinggi di Kelurahan Simpang Baru adalah Universitas Riau [1].

Universitas Riau memiliki luas sekitar 700 hektare dan menjadi tempat berdirinya berbagai fakultas dan jurusan. Selain itu, Universitas Riau menyediakan fasilitas alam seperti Bumi Perkemahan Muchtar Lutfi, yang sering digunakan untuk kegiatan mahasiswa [2].

Tanah lempung di wilayah ini memiliki karakteristik partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat plastis saat dicampur air. Ukuran partikelnya sangat kecil, kurang dari 2 mikron, dengan ukuran koloid antara $<1 \mu$ hingga 2μ [3]. Karakteristik tanah lempung ini penting untuk memahami perilakunya dalam kondisi geologis tertentu, terutama terkait dengan infiltrasi dan kapasitas retensi air tanah [1].

Dari sisi kualitas, air tanah perlu memenuhi standar baku mutu agar layak digunakan. Jika air tanah tercemar atau tidak memenuhi standar, maka penggunaannya dapat menimbulkan masalah kesehatan dan lingkungan. Secara kuantitas, eksploitasi berlebihan terhadap air tanah dapat menyebabkan penurunan cadangan air bawah tanah, terutama di wilayah dengan akuifer bebas [2], [5].

Ketersediaan air tanah di setiap daerah bervariasi tergantung pada kondisi geologi setempat. Identifikasi dan eksplorasi air tanah perlu dilakukan untuk memahami karakteristik akuifer dan memastikan keberlanjutannya. Berdasarkan survei, kedalaman air sumur di Universitas Riau ditemukan pada kedalaman 2–3 pipa, yang setara dengan 12–18 meter [3].

Dalam penelitian ini, data survei dikorelasikan dengan metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas). Metode geolistrik merupakan teknik geofisika yang mengidentifikasi keberadaan air tanah tanpa merusak material di bawah permukaan. Prinsip kerja metode ini adalah menginjeksikan arus listrik ke tanah melalui elektroda arus dan mengukur potensial listrik yang diterima oleh elektroda lainnya untuk menentukan resistivitas tanah [4].

Keunggulan metode geolistrik adalah biaya relatif murah, waktu pengambilan data lebih singkat, serta kemudahan pengolahan data. Metode ini sangat berguna dalam eksplorasi sumber daya air karena dapat memberikan informasi detail mengenai keberadaan dan karakteristik akuifer [5], [6]. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk memahami sifat hidrogeologi seperti permeabilitas dan porositas [7]. Studi kasus lainnya menunjukkan metode ini efektif untuk eksplorasi daerah perkotaan yang memiliki tekanan air tanah tinggi akibat urbanisasi [8], [9].

Teknik ini terus berkembang dengan inovasi dalam perangkat keras dan algoritma analisis data yang semakin mempercepat akurasi prediksi terhadap cadangan air tanah [10].

2. METODE

1. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode geolistrik untuk mengidentifikasi akuifer air tanah dengan data primer yaitu data geolistrik. Lokasi pengambilan data yaitu di Bumi Perkemahan Muchtar Lutfi Universitas Riau. Adapun tabel alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada **Tabel 1.1**

Tabel 1.1. Alat dan Bahan Beserta Fungsinya

No.	Alat	Fungsi	Jumlah
1.	<i>Resistivity Meter</i>	Sebagai alat injeksi arus dan pengukur beda potensial	1 pcs
2.	Elektroda	Sebagai media konduktor yang dilalui oleh arus dari <i>resistivitymeter</i> menuju permukaan tanah	4 pcs
3.	Kabel	Sebagai media transmisi arus listrik	200 meter
4.	Aki (baterai) 12 volt	Sebagai mensuplai dan menyediakan listrik	
5.	Laptop	Sebagai mengoperasikan software pada saat pengambilan data dan saat pengolahan data	1 pcs
6.	Pita ukur	Untuk mengukur jarak lintasan geolistrik	1 pcs
7.	GPS	Untuk menentukan titik koordinat lokasi penelitian	1 pcs
8.	Kompas	Untuk menentukan tiap arah lintasan	1 pcs
9.	Meteran	Untuk mengukur panjang lintasan	1 pcs
10.	Palu	Untuk membantu menancapkan elektroda kedalam tanah	1 pcs
11.	<i>Handy Talky</i>	Alat bantu komunikasi yang digunakan saat pemindahan elektroda dengan operator yang mengijeksikan arus	4 pcs

2. Tahap Pengolah Data

Pada saat pengambilan data, data yang diperoleh di lapangan yaitu nilai perubahan arus (ΔI) dan nilai perubahan tegangan (ΔV) yang digunakan untuk mencari nilai resistansi (R) menggunakan persamaan 2.1.

Untuk menentukan nilai faktor geometri (k) tergantung dari susunan elektroda. Faktor geometri yaitu besaran yang digunakan untuk mengestimasi nilai resistivitas sehingga setiap aturan akan mempunyai nilai faktor geometri yang berbeda. Setelah mendapatkan nilai resistansi (R) dan nilai faktor geometri (k), maka data dapat diakumulasi ke dalam rumus resistivitas semu (ρ_s) yang digunakan untuk memperoleh nilai resistivitas semu (ρ_s).

Setelah mendapatkan data keseluruhan dengan menggunakan rumus diatas, maka data diolah dengan menggunakan program *IP2WIN*. Tahap-tahap dalam menggunakan program *IP2WIN* sebagai berikut: program *IP2WIN* diaktifkan dan kemudian data yang sudah diolah menggunakan *Mc. Excel* disalin kedalam program *IP2WIN*. Adapun variable yang disalin yaitu harga resistivitas semu, dan nilai *spacing* ($AB/2$). Setelah data disalin kedalam program *IP2WIN*, selanjutnya tentukan konfigurasi yang dipakai selama pengambilan data di daerah penelitian pada menu *configuration*. Selanjutnya data akan disimpan dengan ke lintasan yang lebih mudah dibuka kembali. Data yang disimpan tersebut dapat ditampilkan model kurva resistivitas dengan cara meng-klik icon *Forward Modeling*. Hasil dari tersebut akan menunjukkan kurva resistivitas secara otomatis berupa titik-titik berwarna biru. Kemudian kolom *depth* dan *resistivity* diisi dengan data yang diperoleh saat pengukuran di lapangan dan telah dilakukan pengakuratan dengan kurva *Matching*. Dari kurva tersebut, maka akan muncul kurva dengan garis kuning yang menunjukkan bahwa pola kurva dan garis biru muda menandakan model parameter. Hasil akhir kurva akan ditampilkan dengan

lengkap setelah melalui proses *Invers Modeling*. Dari hasil pengolahan tersebut akan mendapatkan nilai tahanan jenis tiap lapisan, ketebalan, dan kedalaman lapisan.

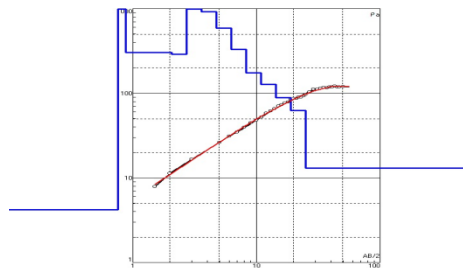
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Resistivitas dan Litologi

Proses pengukuran data lapangan dilakukan pada lintasan di depan laboratorium fisika Bumi FMIPA UNRI dengan panjang lintasan 150 m. Alat ukur yang digunakan adalah *Resistivity Meter* yang terdiri dari parameter arus dan beda potensial sebagaimana yang terdapat pada lampiran. Data yang diperoleh kemudian dikonversikan menjadi resistivitas semu menggunakan persamaan 2.8 dan hasilnya diolah menggunakan *IP2WIN* sehingga menghasilkan nilai resistivitas semu yang sebenarnya dan dapat menampilkan lapisan – lapisan litologi di daerah Bumi Perkemahan Muchtar Luthfi Universitas Riau dengan nilai resistivitas yang berbeda – beda.

1.1 Resistivitas dan Litologi Lintasan 1

Pada lintasan ini dengan panjang lintasan 150 m dengan titik koordinat [99°T(0°28'56"U dan 101°23,4"T)]. Data lapangan yang dihasilkan kemudian diolah menggunakan *Software IP2WIN* kemudian diperoleh nilai Error sebesar 3,88% dengan jumlah lapisan 13 buah. Nilai resistivitas semu (ρ_s) dan factor geometri (k) dapat dihitung dengan memasukkan nilai beda potensial (ΔV) dan arus listrik (I) yang diperoleh saat pengambilan data di lapangan. Pemodelan nilai resistivitas semu ditunjukkan seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1.1 *Interface IP2WIN* Hasil Pengolahan Data

Pada **Gambar 1**, ditampilkan nilai resistivitas yang diperoleh dari analisis seismik lapisan untuk 13 lapisan. Lapisan pertama dari struktur bawah permukaan berdasarkan Gambar 4.1, memiliki nilai resistivitas 4,2 Ωm pada kedalaman 0 meter – 0,761 meter diinterpretasikan sebagai lapisan penutup. Lapisan kedua memiliki nilai resistivitas 8370 Ωm pada kedalaman 0,761 meter – 0,874 meter diinterpretasikan sebagai lapisan Gamping. Kemudian nilai resistivitas selanjutnya adalah 305 Ωm pada kedalaman 0,874 meter – 2,06 meter diinterpretasikan sebagai lapisan pasir berpotensi air tawar. Lapisan ke empat dengan resistivitas 288 Ωm pada kedalaman 2,06 meter – 2,72 meter diinterpretasikan sebagai air tanah., Lapisan ke lima dengan resistivitas 1109 Ωm pada kedalaman 2,72 meter – 3,59 meter diinterpretasikan sebagai lapisan batu pasir, Lapisan ke enam dengan resistivitas 915 Ωm pada kedalaman 3,59meter – 4,74 meter diinterpretasikan sebagai lapisan pasir, Lapisan ke tujuh dengan resistivitas 591 Ωm pada kedalaman 4,74 meter – 6,25 meter diinterpretasikan sebagai lapisan pasir, Lapisan ke delapan dengan resistivitas 328 Ωm pada kedalaman 6,25 meter – 8,25 meter diinterpretasikan sebagai lapisan kerikil, Lapisan ke sembilan dengan resistivitas 175 Ωm pada kedalaman 8,25 meter –

10,9 meter diinterpretasikan sebagai air tanah , Lapisan ke sepuluh dengan resistivitas 128 Ω m pada kedalaman 10,9 meter – 14,4 meter diinterpretasikan sebagai air tanah , Lapisan ke sebelas dengan resistivitas 88,3 Ω m pada kedalaman 14,4 meter – 19 meter diinterpretasikan sebagai lempung, lapisan kedua belas yang terbaca pada nilai resistivitas 62,7 Ω m pada kedalaman 19 meter – 25 meter diinterpretasikan sebagai air tanah, lapisan Terakhir Lapisan ke tiga belas dengan resistivitas 13,1 Ω m pada kedalaman lebih dari 25 meter diinterpretasikan sebagai lapisan pirit.

Hasil pengolahan data resistivitas pada lintasan yang menampilkan nilai resistivitas (Ω m), kedalaman (m), jenis batuan, dan tebal lapisan (m) ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabel hasil interpretasi nilai resistivitas bawah permukaan dan Hasil Pengolahan Data Lapisan Lintasan 1

N	ρ	h	d	Alt
1	4.2	0.761	0.761	-0.761
2	8370	0.113	0.874	-0.874
3	305	1.19	2.06	-2.064
4	288	0.66	2.72	-2.724
5	1109	0.87	3.59	-3.594
6	915	1.15	4.74	-4.744
7	591	1.51	6.25	-6.254
8	328	2	8.25	-8.254
9	175	2.63	10.9	-10.88
10	128	3.48	14.4	-14.36
11	88.3	4.59	19	-18.95
12	62.7	6.05	25	-25
13	13.1			

Model zonasi akuifer bebas merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan daerah-daerah dengan potensi air bawah tanah yang berbeda, berdasarkan pada kondisi hidrogeologi dan karakteristik akuifer yang ada. Dalam konteks pengelolaan berwawasan lingkungan, model ini membantu dalam menentukan wilayah yang memiliki potensi air tanah yang besar serta mengidentifikasi daerah-daerah yang rentan terhadap over-eksploitasi dan pencemaran. Dengan memahami zonasi akuifer bebas, pengelola sumber daya alam dapat merencanakan pemanfaatan air tanah secara lebih efisien dan berkelanjutan, dengan memperhatikan aspek perlindungan terhadap lingkungan dan keseimbangan ekosistem.

Pola pengelolaan berwawasan lingkungan mengutamakan konservasi dan pemanfaatan sumber daya alam yang bijaksana, termasuk air tanah. Berdasarkan hasil analisis zonasi akuifer bebas, daerah dengan potensi air tanah yang tinggi dan kualitas yang baik dapat diutamakan untuk pemanfaatan secara terkendali,

sementara daerah dengan potensi terbatas atau rentan terhadap kontaminasi perlu mendapatkan perhatian khusus. Dalam hal ini, pengelolaan pemanfaatan air tanah harus disertai dengan langkah-langkah perlindungan terhadap sumber air, seperti pengendalian laju ekstraksi, pemantauan kualitas air secara berkala, serta implementasi teknologi ramah lingkungan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem setempat.

Implementasi model zonasi akuifer bebas dalam pengelolaan air tanah di daerah studi dapat memperkuat upaya-upaya mitigasi perubahan iklim dan menjaga keberlanjutan sumber daya air. Dengan memanfaatkan data zonasi untuk merancang kebijakan pengelolaan yang berbasis pada kondisi lokal, maka pengelolaan air tanah dapat dilakukan secara lebih efektif dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Selain itu, hal ini juga memberikan landasan yang lebih kuat untuk melibatkan masyarakat dalam proses pengelolaan air tanah, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi sumber daya air dalam mendukung kesejahteraan jangka panjang.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian menggunakan metode geolistrik konfigurasi elektroda Schlumberger di areal study didapatkan kesimpulan, yaitu hasil pengolahan data geolistrik bahwa akuifer bebas berada pada kedalaman 19 metee sampai 25 meter dengan nilai resistivitas 62,7 Ωm sampai 88,3 Ωm . Dari Tabel 4.1. dapat dikatakan bahwa di daerah studi teridentifikasi terdapat 13 lapisan.

5. SARAN

Adapun saran untuk peneliti selanjutnya yaitu penelitian ini dapat lebih dikembangkan dengan memvariasikan lintasan dan menambahkan panjang lintasan sebagai upaya untuk meningkatkan akurasi penelitian yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abduh, M. 2012. Studi Kapasitas Debit Air Tanah Pada Akuifer Tertekan di Kota Malang. Malang: Jurnal Teknik Pengairan. Vol. 3 No. 1: 71-80.
- [2] Danaryanto, H. D dan Satriyo Hadipurwo. 2005. Air Tanah di Indonesia dan Pengelolaannya. SOP No. 01/PPAT-PAT/10/2005. Bandung: Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral. Ditjen Geologi dan Sumber Daya Mineral.
- [3] Harjito. 2014. Metode Pumping Test Sebagai Kontrol Untuk Pengambilan Air Tanah Secara Berlebihan. Jogjakarta: Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. Vol. 6 No. 2: 138-149.
- [4] Hassan, H., Waru, S. M., Bukar, G. A., and Adullahi, K. M. 2016. Groundwater Potentials Estimation of a Basement Terrain Using Pumping Test Data for Parts of Sanga Local Government Area, Kaduna State. Nigeria: Open Journal of Modern Hydrology. Vol 6: 222-229.
- [5] Juandi, M., Ahmad, A., Edisardan Syamsulduha. 2013. Analisis Parameter Akuifer Bebas Kota Pekanbaru untuk Keberlanjutan Air Bawah Tanah. Jurnal Ilmu Lingkungan. Pekanbaru. Vol. 7 No. 2: 148-158.
- [6] Juandi, M. 2016. Quantitative Models to Study the Soil Porosity as Function of Soil Resistivity. Open Journal of Modern Hydrology. Vol. 6 No. 4.
- [7] Meju, M. A. 2000. Geoelectrical Investigation of Shallow Subsurface Features in Sedimentary Terrain. Hydrogeology Journal. Vol. 8: 390-400.

- [8] Bakar, M. Z. A., and Hashim, R. 2009. Urban Water Management Using Geoelectrical Methods: Case Study in Kuala Lumpur. *International Journal of Environmental Science*. Vol. 10: 47-56.
- [9] Barker, R. D. 1989. Depth of Investigation of Collinear Symmetric Arrays. *Geophysics*. Vol. 54 No. 8: 1031-1037.
- [10] Loke, M. H., and Dahlin, T. 2002. A Comparison of the 2D and 3D Inversions of Geoelectrical Data. *Geophysical Prospecting*. Vol. 50 No. 5: 497-505.