



OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan

[e-ISSN 2715-4440]

Program Studi Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo



|Research Article

Aplikasi *Electrical Resistivity Imaging* (ERI) untuk investigasi Airtanah: Studi Kasus di Halaman Gedung Rektorat Universitas Islam Riau

Adi Suryadi^{1✉}, David Toddy Pratama¹, Husnul Kausarian¹, Batara²¹Program Studi Teknik Geologi, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution 113, Pekanbaru 28284, Indonesia²State Key Laboratory of Marine Geology and School of Ocean and Earth Science, Tongji University, Shanghai, China

ARTICLE INFO

Article history:

Received: October 17, 2023

Accepted: December 22, 2023

Published: December 26, 2023

Keywords:

Electrical Resistivity Method
airtanah
Universitas Islam Riau
geolistrik
pengeboran airtanah

Corresponding author:

Adi Suryadi

Email: adisuryadi@eng.uir.ac.id

Read online:



Scan this QR code
with your smart
phone or mobile
device to read online.

Copyright © 2023 Authors



This work is
licensed under
a Creative Commons

Attribution-ShareAlike 4.0 International
License.

ABSTRAK

Universitas Islam Riau merupakan salah satu universitas tertua yang ada di kota Pekanbaru. Kebutuhan air bersih terus meningkat seiring perkembangan universitas ini. Sebelumnya, pengeboran airtanah gagal dilakukan, karena pekerjaan tidak diawali dengan identifikasi kondisi geologi bawah permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan agar dapat ditentukan lokasi pengeboran airtanah yang sesuai. Metode yang digunakan adalah metode *Electrical Resistivity Imaging* (ERI) dengan menggunakan *Geocis Resistivity* meter multi elektroda (32 elektroda), pengeboran airtanah untuk mendapatkan airtanah sekaligus log stratigrafi bawah permukaan dan persampelan airtanah untuk pengujian kualitas airtanah menggunakan peralatan YSI-Pro. Hasil analisis ERI didapatkan lapisan akuifer berada pada kedalaman 20 – 75 meter dengan nilai resistivitas 8456 – 87532 Ω m yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir. Hal ini dikonfirmasi dengan pengeboran yang menunjukkan bahwa di bawah permukaan didominasi oleh pasir halus berdasarkan hasil analisis granulometri. Selain itu, interpretasi ERI mampu mengidentifikasi penyebab kegagalan pengeboran sebelumnya. Kegagalan disebabkan terdapatnya bongkah batuan pada kedalaman 15 meter dengan geometri membulat. Nilai resistivitas bongkah tersebut masuk dalam kategori resistivitas tinggi yaitu >87532 Ω m. Kondisi airtanah yang didapatkan mempunyai kualitas yang baik dengan indikator warna jernih, tidak berbau, rasa tawar, temperatur 27°C, pH netral (6.55), konduktivitas 0.0461 μ S/cm, dan zat padat terlarut 28.5 mg/L.

ABSTRACT

Universitas Islam Riau is one of the oldest universities in the city of Pekanbaru. The need for clean water continues to increase along with the development of this university. Previously, groundwater drilling failed because the work did not begin with identifying subsurface geological conditions. This research was carried out with the aim of knowing the geological conditions below the surface to determine the location for groundwater drilling. The method used is the *Electrical Resistivity Imaging* (ERI) method using a multi-electrode *Geocis Resistivity* Meter (32 electrodes), groundwater drilling to obtain groundwater, as well as subsurface stratigraphy logs and groundwater sampling for testing groundwater quality using YSI-Pro equipment. The results of the ERI analysis showed that the aquifer layer was at a depth of 20–75 meters with a resistivity value of 8456–87532 Ω m, which was interpreted as a sand layer. Based on the findings of granulometric analysis, drilling confirmed that fine sand predominates below the surface. Apart from that, the causes of previous drilling failures were found in the results of the ERI analysis and interpretation carried out. At a depth of 15 meters, rounded rock boulders were the cause of the drilling failure. The resistivity value of the boulder is included in the high resistivity category, namely >87532 Ω m. The groundwater conditions obtained were of good quality, with indicators of clear color, odorlessness, tastelessness, temperature of 27°C, neutral pH (6.55), conductivity of 0.0461 μ S/cm, and total dissolved solids 28.5 mg/L.

How to cite: Suryadi, A., Pratama, D. T., Kausarian, H., dan Batara (2023). Aplikasi *Electrical Resistivity Imaging* (ERI) untuk investigasi Airtanah: Studi Kasus di Halaman Gedung Rektorat Universitas Islam Riau. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan*, 5(2), p70-77. <https://doi.org/10.56099/ophi.v5i2.p70-77>

1 Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia yang ada di bumi. Kebutuhan air bersih terus meningkat seiring bertambahnya tingkat populasi. 97% jumlah air di bumi ini adalah air asin sedangkan kebutuhan air bersih berupa air tawar hanya sebanyak 3% dari jumlah air di bumi. Dari 3% tersebut yang terbesar adalah es dan gaster (69%) diikuti airtanah (30,1%) dan air permukaan (0,9%). Jika dilihat dari data tersebut air permukaan yang dapat digunakan hanya dalam kuantitas yang sedikit, ditambah lagi tingkat potensi pencemaran bagi air permukaan sangat tinggi. Maka dari itu pemanfaatan airtanah perlu dioptimalkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih (Putra dkk., 2021).

Universitas Islam Riau merupakan salah satu universitas terbesar yang ada di Riau dengan jumlah mahasiswa yang sangat besar. Hal ini menyebabkan kebutuhan air untuk semua kegiatan perlu dipertimbangkan. Pengeboran airtanah sudah pernah dilakukan tetapi tidak menggunakan studi permodelan bawah permukaan untuk mengidentifikasi potensi airtanah. Hasilnya banyak kendala teknis terjadi selama pengeboran. Salah satunya adalah keterdapat boulder-boulder yang ada di bawah permukaan sehingga menyebabkan mata bor pengeboran tersangkut di boulder tersebut. Beberapa kali kegagalan dalam pengeboran airtanah ini menjadi latar belakang studi ini dilaksanakan.

Investigasi dan eksplorasi airtanah menggunakan metode Electrical Resistivity Imaging sudah sangat umum digunakan untuk mendeteksi lapisan akuifer (Xiao dkk., 2021, Suryadi dkk., 2018, Nwankwo dan Emujakporue, 2012, Saad dkk., 2012, Akankpo dan Igboekwe, 2011, Chandra dkk., 2010, Hamzah dkk., 2006, Jumary dkk., 2002). Banyak keuntungan dalam penggunaan metode ERI di antaranya (Wahab dkk., 2021) (i) mudah dan cepat dalam akuisisi data; (ii) efisien dalam waktu dan pembiayaan; (iii) dapat memberikan gambaran informasi terkait potensi akuifer yang produktif hingga pada kedalaman ratusan meter; (iv) hasil dapat disajikan dalam bentuk satu dimensi, dua dimensi dan hingga tiga dimensi. Beberapa keunggulan dari metode ERI akan sangat membantu menyelesaikan banyak permasalahan hidrogeologi seperti pencarian sumber akuifer potensial, pemantauan kontaminasi airtanah, penentuan *recharge area* untuk akuifer dan permasalahan intrusi air asin di daerah pesisir Pantai (Anoop dkk., 2021).

2 Daerah Penelitian

Daerah Penelitian berada di halaman rektorat Universitas Islam Riau, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia. Secara umum, daerah penelitian tersusun

atas endapan alluvium tua yang terdiri dari endapan pasir, lempung, dan kerikil (Clarke dkk., 1982). Beberapa penelitian terdahulu di sekitar Provinsi Riau menunjukkan variasi kedalaman airtanah yang berbeda-beda seperti di Desa Toro Jaya, Kabupaten Pelalawan kedalaman airtanah 0,9 – 0,53 meter (Suryadi dkk., 2018), di Rumbio Kabupaten Kampar Riau airtanah diinterpretasikan pada kedalaman 1 – 30 meter (Suryadi dkk., 2022), Kecamatan Bukit Raya dan Tenayan Raya, Pekanbaru kedalaman airtanah mencapai 7.02 – 46.67 meter (Rafi dkk., 2020).

3 Metode

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di atas lokasi pengeboran sumur yang gagal sebelumnya dengan tujuan melihat permasalahan yang menyebabkan kegagalan dan merencanakan titik pengeboran selanjutnya. Beberapa tahapan penelitian dilakukan pada penelitian ini di antaranya: (i) tahap pengambilan data ERI (ii) analisis data ERI; (iii) pengeboran airtanah; (iv) pengambilan sampel airtanah; (v) analisis kualitas airtanah.

3.1 Peralatan Survey

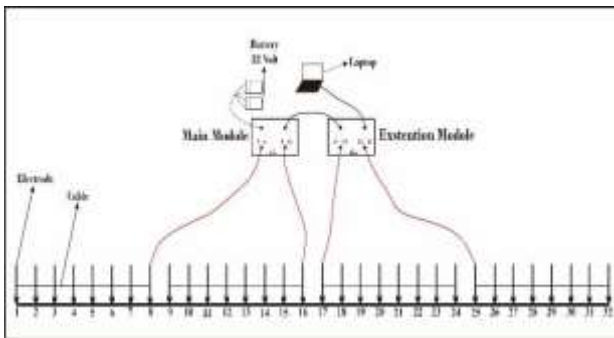
Peralatan yang digunakan untuk pengambilan data ERI adalah Geocis Resistivity meter. Konsep dasar penggunaan instrumen ini adalah menggunakan multi elektroda sebanyak 32 elektroda yang dihubungkan dengan kabel sebagai media penghantar listrik ke masing-masing elektroda (Suryadi dkk., 2022) sesuai dengan konseptual penyusunan yang ditunjukkan oleh **Gambar 1**. Konfigurasi elektroda yang digunakan adalah Konfigurasi Wenner (Loke dan Barker, 1995) dimana jarak antara elektroda sama (**Gambar 2**) dan perhitungan nilai resistivitas dilakukan dengan menggunakan formula:

$$\rho = \left(\frac{V}{I}\right) 2\pi a \dots\dots\dots (1)$$

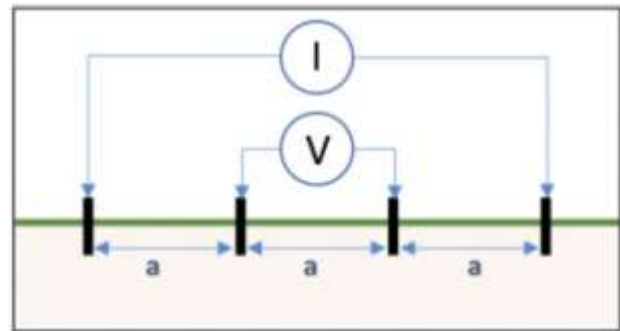
ρ adalah nilai resistivitas semu dengan unit Ωm , V adalah Voltase dengan unit Volt, I adalah Arus dengan unit Ampere dan a adalah jarak antara elektroda dengan unit meter. Pemilihan konfigurasi Wenner memiliki resolusi yang baik secara horisontal. Sebaran airtanah secara horisontal dapat dideteksi dengan akurasi lebih baik dengan menggunakan konfigurasi Wenner.

Sebanyak 2 lintasan geolistrik di bentangan di daerah penelitian sesuai dengan tempat yang sudah direncanakan. Lintasan 1 disusun dengan jarak antara elektroda adalah 3,5 meter dengan panjang total bentangan 108.5 meter. Lintasan 2 disusun bertindihan dengan lintasan 1 tetapi dengan jarak antara elektroda 10 meter dengan panjang total bentangan 310 meter dengan tujuan mendapatkan

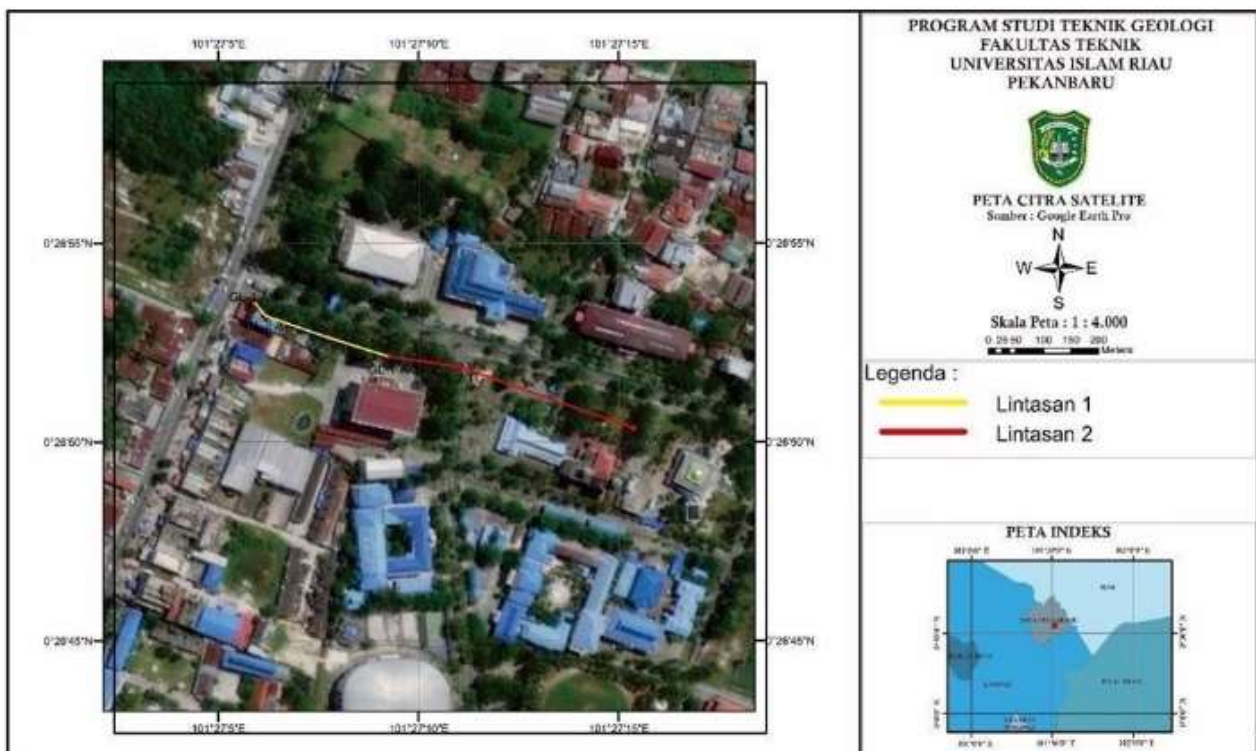
sebaran nilai resistivitas yang lebih dalam. Bentangan Geolistrik dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 1 Konseptual model penyusunan peralatan Geocis Resistivity meter (Suryadi dkk., 2022)



Gambar 2 Susunan elektroda menggunakan Konfigurasi Wenner (Loke dan Barker, 1995)



Gambar 3 Peta lokasi bentangan lintasan geolistrik di daerah penelitian

3.2 Analisis Data ERI

Data resistivitas yang diperoleh, diproses lebih lanjut menggunakan software RES2DINV untuk menghasilkan model 2 dimensi (Azahar dkk., 2016). Koreksi data dilakukan menggunakan software ini agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan teoritis resistivitas. Dari hasil pemodelan dilakukan penentuan titik pengeboran yang menunjukkan potensi airtanah yang dapat dipergunakan.

3.3 Pengeboran Airtanah

Hasil interpretasi geolistrik yang digunakan untuk menentukan titik pengeboran selanjutnya dilakukan pengeboran untuk pembuatan sumur bor. Seiring pengeboran dilakukan pengambilan sampel

tanah setiap 5 meter untuk mendapatkan gambaran profil stratigrafi daerah penelitian. Hal ini penting dilakukan untuk dapat mengkonfirmasi hasil analisis model ERI yang sudah didapatkan. Titik pengeboran yang disarankan hanya 1 titik dengan kedalaman sesuai dengan hasil interpretasi data ERI.

3.4 Pengambilan Sampel Airtanah

Sampel airtanah diambil setelah sumur siap dan airtanah sudah diendapkan lebih dari 24 jam agar semua material sedimen terendapkan dengan baik di dalam sumur bor. Sampel air diambil di tempat penampungan air sumur bor sebanyak 1,5 Liter. Pengambilan sampel dilakukan untuk analisis fisik dan kimia kualitas airtanah. Peralatan yang digunakan untuk analisis air tanah ini adalah YSI-Pro. Parameter

yang diukur adalah temperatur, pH, konduktivitas, dan TDS (jumlah zat terlarut).

4 Hasil

Airtanah di bawah permukaan sangat mempengaruhi nilai resistivitas bawah permukaan. Airtanah biasanya mengandung banyak elektrolit terlarut (konduktif ion) dimana larutan tersebut akan menjadi konduktor yang baik untuk mengalirkan listrik di dalam tanah (Wahab dkk., 2021). Sebanyak 2 lintasan geolistrik yang diambil di depan Gedung Rektorat Universitas Islam Riau akan dibahas dalam sub pembahasan berikut.

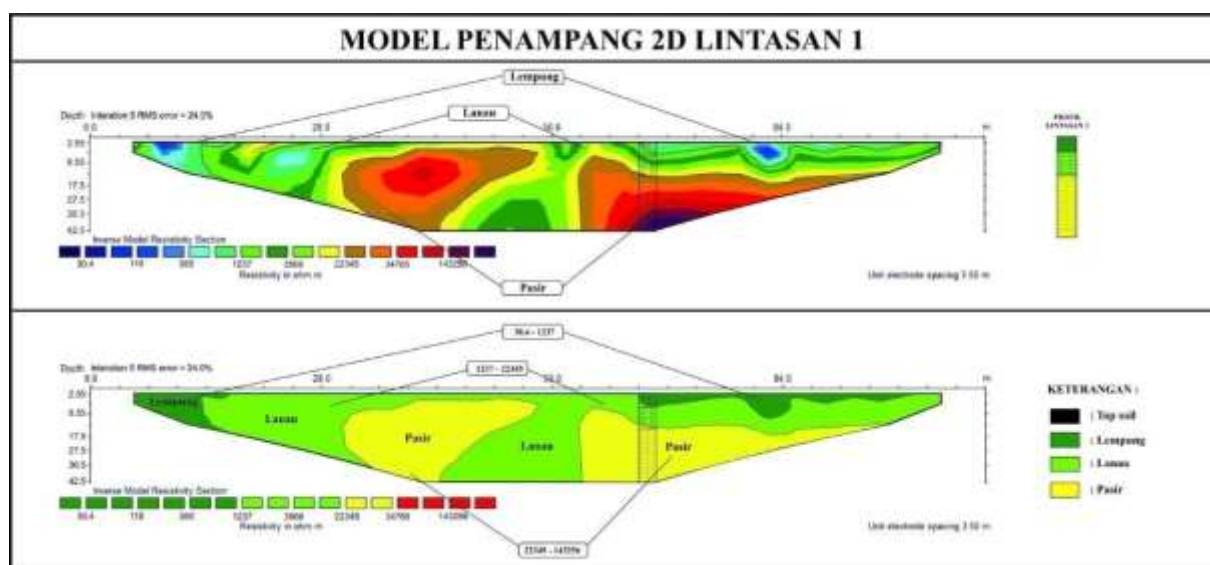
4.1 Lintasan Geolistrik 1

Lintasan 1 terbentang dari Barat laut hingga Tenggara daerah penelitian tepatnya pada koordinat $N0^{\circ}26'53.49''$ / $E101^{\circ}27'05.86''$ hingga $N0^{\circ}26'52.14''$ / $E101^{\circ}27'09.18''$. Model ERI lintasan 1 (**Gambar 4**) menunjukkan variasi nilai resistivitas yang sangat besar yaitu 30.4 – 143256 Ωm . Nilai resistivitas tersebut dibagi menjadi 3 kelompok yaitu resistivitas rendah, sedang, dan tinggi. Nilai resistivitas rendah memiliki rentang 30.4 – 1237 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan lempung. Nilai resistivitas sedang dengan rentang 1237 – 22345 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan lanau, sedangkan nilai resistivitas tinggi dengan rentang 22345 – 143256 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan pasir. Kehadiran airtanah pada lapisan pasir seharusnya menyebabkan nilai resistivitas menjadi rendah. Akan tetapi pada kasus ini berkemungkinan butiran pasir lebih dominan dalam mempengaruhi nilai resistivitas. Maka dari itu, zona nilai resistivitas tinggi yang

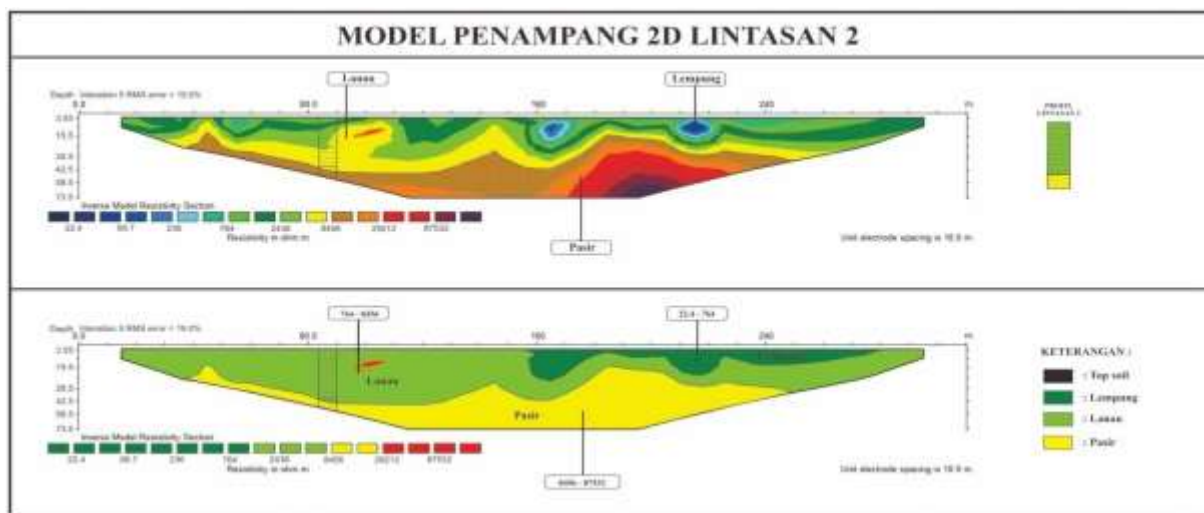
merupakan lapisan pasir merupakan lapisan yang menunjukkan potensi akuifer, meskipun tidak menunjukkan nilai resistivitas yang rendah. Model interpretasi dari model ERI dapat dilihat pada **Gambar 4**.

4.2 Lintasan Geolistrik 2

Lintasan 2 terbentang pada koordinat $N0^{\circ}26'53.16''$ / $E101^{\circ}27'06.13''$ hingga $N0^{\circ}26'50.35''$ / $E101^{\circ}27'15.31''$. Lintasan 2 sama dengan lintasan 1 tetapi panjang kabel lebih panjang yaitu 310 meter. Tujuan pemanjangan bentangan ini adalah untuk mendapatkan sebaran nilai resistivitas lebih dalam lagi. Total kedalaman yang didapatkan adalah 73.5 meter. Nilai resistivitas yang didapatkan juga memiliki rentang nilai yang sangat tinggi yaitu 22.4 – 87532 Ωm . Nilai resistivitas tersebut dibagi menjadi 3 kelompok yaitu nilai resistivitas rendah, sedang, dan tinggi. Nilai resistivitas rendah yaitu 22.4 – 726 yang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung. Nilai resistivitas sedang yaitu 764 – 8456 Ωm yang diinterpretasikan dengan lapisan lanau. Nilai resistivitas tinggi 8456 – 87532 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan pasir (Asry dkk., 2012). Pada lintasan geolistrik 2, lapisan yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir lebih menunjukkan bentuk horisontal yang lebih jelas. Nilai resistivitas yang tinggi mengindikasikan lapisan pasir yang berpotensi sebagai akuifer. Salah satu upaya untuk memastikan adanya akuifer dilakukan pengeboran pada titik yang sudah ditetapkan berdasarkan kehadiran lapisan pasir. Model interpretasi dari ERI dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 4 Model ERI Lintasan Geolistrik 1 dengan panjang bentangan 108.5 meter



Gambar 5 Model ERI Lintasan Geolistrik 2 dengan panjang bentangan 310 meter

5 Diskusi

Berdasarkan hasil interpretasi ERI maka didapatkan tiga lapisan utama yaitu lapisan lempung, lapisan lanau, dan lapisan pasir. Lapisan akuifer adalah lapisan yang memiliki properti material dengan porositas yang tinggi dan permeabilitas yang tinggi (Putra dkk., 2021, Putra dan Yuskar, 2017). Properti ini wajib ada jika ingin mendapatkan konduktivitas yang baik dalam pemompaan airtanah ke permukaan. Properti material sedemikian biasanya terdapat pada lapisan pasir. Pada hasil interpretasi ditunjukkan bahwa lapisan pasir berada di kedalaman 36.5 – 42.5 meter (Lintasan 1) dan pada kedalaman 25 – 73 meter (Lintasan 2). Berdasarkan kedalaman tersebut, ditentukan lokasi pengeboran airtanah yaitu pada jarak 120 meter dari lintasan ke 2. Pada pengeboran sebelumnya yaitu pada jarak 100 meter dari Lintasan 2 terjadi kendala dimana mata bor menyangkut pada bongkahan batuan (Gambar 6). Dari analisis ERI memang tepat di bawah pengeboran sebelumnya terdapat indikasi nilai resistivitas yang tinggi dengan geometri membulat. Hal ini semakin menguatkan bahwa pengeboran sebelumnya terkendala pada kehadiran bongkah pada lapisan pasir yang diindikasikan dengan nilai resistivitas tinggi.

Nilai resistivitas pasir yang diinterpretasikan sebagai lapisan pasir juga menunjukkan nilai resistivitas yang sangat tinggi. Akan tetapi berdasarkan pengeboran sebelumnya pada kedalaman tersebut merupakan lapisan pasir. Penguat dari interpretasi bahwa nilai resistivitas yang tinggi tersebut adalah pasir yaitu bentuk kemenerusan dari nilai resistivitas tersebut. Nilai resistivitas tinggi membentuk sebuah lapisan yang horisontal, sedangkan nilai resistivitas yang diinterpretasikan sebagai bongkah mempunyai geometri membulat.

Pengeboran airtanah dilakukan pada titik yang telah ditentukan yaitu pada jarak 120 meter dari

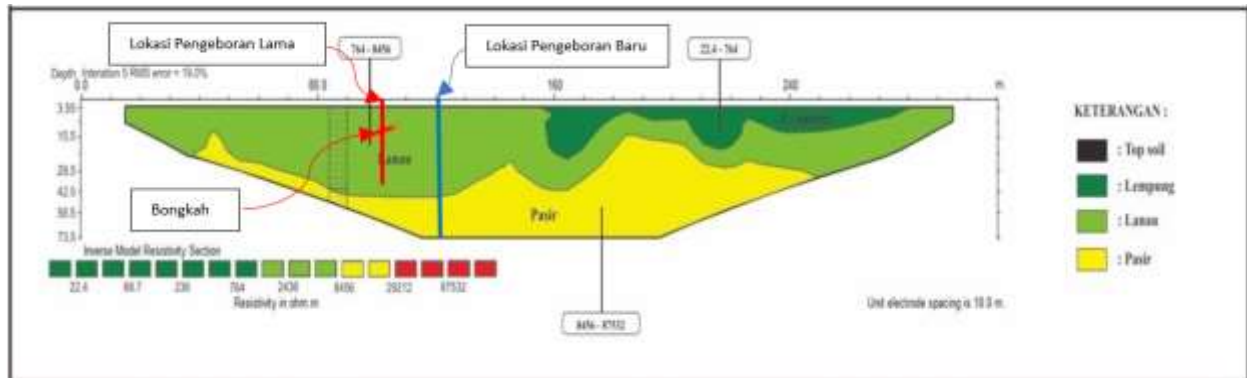
Lintasan 2. Kedalaman pengeboran yang dilakukan adalah 117 meter. Sampel pengeboran diambil setiap kedalaman 5 meter untuk mendapatkan stratigrafi bawah permukaan. Sampel dianalisis menggunakan analisis granulometri untuk dapat dibedakan berdasarkan ukuran butirannya. Hasil analisis granulometri dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil analisis granulometri menunjukkan bahwa secara keseluruhan ukuran butiran bawah permukaan didominasi oleh pasir halus dengan beberapa lapisan terdapat ukuran pasir sangat kasar hingga kasar. Log analisis granulometri ditunjukkan pada Gambar 8.

Korelasi antara Model ERI dan hasil pengeboran dapat dilihat dengan cukup jelas bahwa hasil interpretasi yang dibuat pada titik pengeboran adalah lanau mulai dari kedalaman 0 – 42 meter, sedangkan pasir pada kedalaman 42 – 73.5 meter. Hasil pengeboran menunjukkan bahwa hampir keseluruhan terdiri dari pasir dengan ragam ukuran yaitu pasir sangat kasar hingga pasir halus. Semakin dalam ukuran butiran berubah dari kasar menjadi semakin halus. Terdapat perbedaan antara hasil interpretasi ERI dan hasil pengeboran. Pada bagian atas dari hasil interpretasi adalah lanau tetapi hasil pengeboran yang dianalisis granulometri adalah pasir kasar hingga halus. Hal ini kemungkinan terjadi karena metode pengeboran yang digunakan adalah *wet boring* (pengeboran basah) dimana teknik pengeboran ini menggunakan media air untuk mengangkat material yang sudah dibor. Proses pengangkatan menggunakan air menyebabkan sampel yang diambil sudah mengalami gangguan (*disturbed sample*). Air telah membawa material partikel yang berukuran halus sehingga hanya butiran pasir saja yang dapat diambil dari hasil pengeboran.

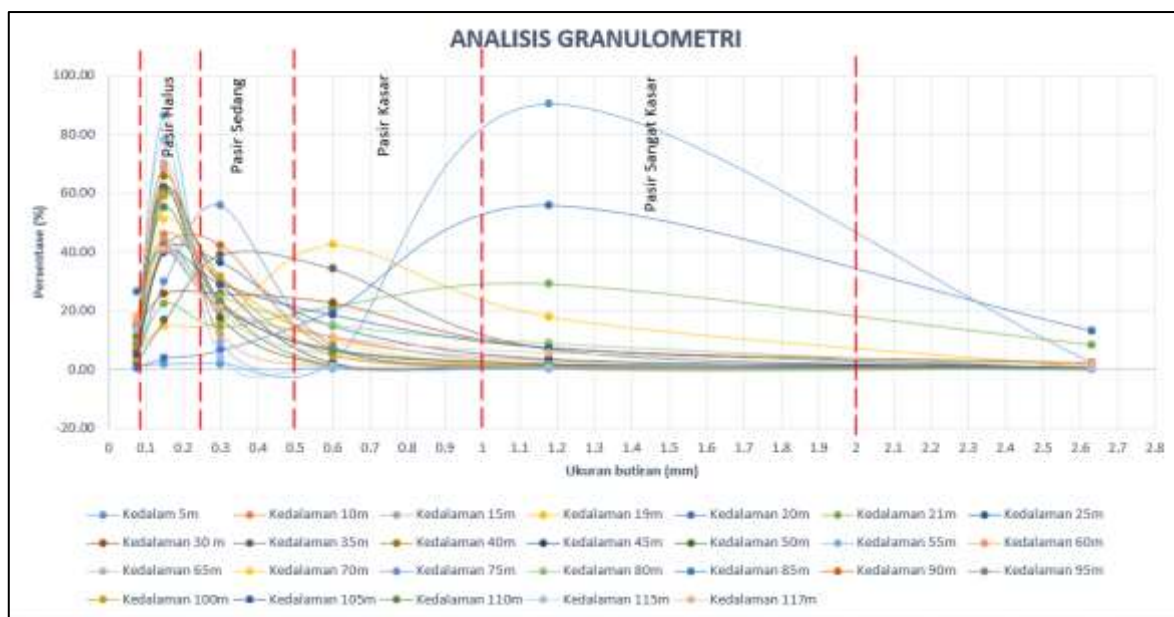
Dari hasil pengeboran airtanah ini diperoleh airtanah pada kedalaman 70 meter tetapi pengeboran dilanjutkan untuk memperbesar screen air dengan

tujuan debit airtanah yang lebih banyak. Sampel air yang diperoleh memiliki kualitas fisis cukup baik dimana air tidak berbau, memiliki rasa tawar, dan berwarna jernih. Temperatur air yaitu 27.7°C dengan

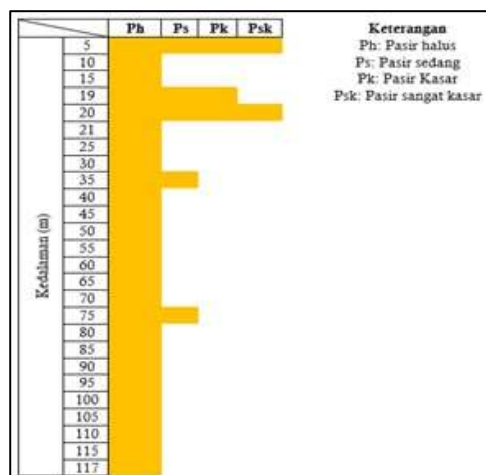
tingkat keasaman netral pH 6.55, parameter konduktivitas air 0.0461 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dan zat padat terlarut (TDS) sebesar 28.5 mg/L (**Tabel 1**).



Gambar 6 Model ERI Lintasan 2 yang menunjukkan keberadaan bongkah sebagai masalah pengeboran sebelumnya dan titik pengeboran yang akan dilakukan



Gambar 7 Hasil Analisis Granulometri sampel tanah hasil pengeboran dengan interval persampelan per 5 meter hingga kedalam 117 meter



Gambar 8 Log stratigrafi hasil pengeboran di daerah penelitian

Tabel 1 Hasil analisis parameter fisik dan kimia airtanah di daerah penelitian

Parameter	Unit	Nilai
Warna	-	Jernih
Rasa	-	Tawar
Bau	-	Tidak berbau
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	27.7
pH	-	6.55
Konduktivitas	$\mu\text{S}/\text{cm}$	0.0461
TDS	mg/L	28.5

6 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa potensi airtanah sangat dapat dideteksi dengan menggunakan metode geolistrik

termasuk kemungkinan-kemungkinan permasalahan yang akan dihadapi ketika pelaksanaan pengeboran. Hasil ERI dengan variasi nilai resistivitas yang tinggi bisa saja mengindikasikan lapisan pasir yang berpotensi sebagai akuifer. Hal ini ditunjukkan dengan nilai resistivitas pasir yang sangat tinggi yaitu 8456 – 87532 Ω m, dimana seharusnya nilai resistivitas airtanah adalah rendah dalam rentang 10 – 100 Ω m. Potensi sebaran pasir ini ditunjukkan dengan bentuk sebaran resistivitas yang membentuk lapisan yang dijumpai pada kedalaman 25 – 75 meter. Selain itu, metode pengeboran basah (*wet coring*) akan menyebabkan perbedaan hasil interpretasi dengan jenis material tanah yang didapatkan karena metode pengeboran basah akan membawa partikel-partikel

lempung bersama air sehingga yang terendapkan hanya partikel pasir saja.

7 Penghargaan

Penghargaan setinggi-tingginya diberikan kepada Biro Rumah Tangga dan Aset Universitas Islam Riau yang telah mensponsori kegiatan penelitian ini dalam rangka pemenuhan kebutuhan air di Gedung Rektorat Universitas Islam Riau. Selain itu juga diberikan kredit penghargaan kepada tim survey lapangan yaitu Ikbil Afris, Vido Julian Nurkholis, Rahmad Bestari, Jody Maulana, dan Peter Syahputra serta Laboratorium Teknik Geologi Universitas Islam Riau yang telah memfasilitasi peralatan untuk kegiatan penelitian ini.

Referensi

- Akankpo, O. & Igboekwe, M. U. 2011. Monitoring Groundwater Contamination Using Surface Electrical Resistivity and Geochemical Methods. *Journal of Water Resource and Protection*, 03(05), pp. 318-324. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2011.35040>
- Anoop, S., Ashwathi, C., Baburaj, V. H. & Pillai, R. S. 2021. Hydrogeochemical status and geoelectrical characteristics of the shallow aquifers of Kalanad Basin, Kasaragod, Kerala, India. *Applied Water Science*, 11(2), pp. 20. <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01361-0>
- Asry, Z., Samsudin, A. R., Yaacob, W. Z. & Yaakub, J. 2012. Groundwater investigation using electrical resistivity imaging technique at Sg. Udang, Melaka, Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 58, pp. 55-58. <https://doi.org/10.7186/bgsm58201209>
- Azhar, M. A., Suryadi, A., Samsudin, A. R., Yaacob, W. Z. W. & Saidin, A. N. 2016. 2D Geo-Electrical Resistivity Imaging (ERI) of Hydrocarbon Contaminated Soil. *The Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 21, pp. 299-304.
- Chandra, S., Dewandel, B., Dutta, S. & Ahmed, S. 2010. Geophysical model of geological discontinuities in a granitic aquifer: Analyzing small scale variability of electrical resistivity for groundwater occurrences. *Journal of Applied Geophysics*, 71(4), pp. 137-148. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2010.06.003>
- Clarke, M. C. G., Kartawa, W., Djunuddin, A., Suganda, E. & Bagdja, M. 1982. *Geological Map of The Pekanbaru Quadrangle, Sumatera*. Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Hamzah, U., Samsudin, A. R. & Malim, E. P. 2006. Groundwater investigation in Kuala Selangor using vertical electrical sounding (VES) surveys. *Environmental Geology*, 51(8), pp. 1349-1359. <https://doi.org/10.1007/s00254-006-0433-8>
- Jumary, S. Z., Hamzah, U., Samsudin, A. R. & Pillis Malim, E. 2002. Teknik-teknik geoelektrik dalam Pemetaan air masin di Kuala Selangor. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 45, pp. 319-322. <https://doi.org/10.7186/bgsm45200249>
- Loke, M. H. & Barker, R. D. 1995. Least-squares deconvolution of apparent resistivity pseudosections. *Geophysics*, 60(6), pp. 1682-1690. <https://doi.org/10.1190/1.1443900>
- Nwankwo, C. N. & Emujakporue, G. O. 2012. Geophysical Method of Investigating Groundwater and Sub-Soil Contamination – A Case Study. *American Journal of Environmental Engineering*, 2(3), pp. 49-53. <https://doi.org/10.5923/j.ajee.20120203.02>
- Putra, D. B. E., Hadian, M. S. D., Alam, B. Y. C. S., Yuskar, Y., Yaacob, W. Z. W., Datta, B. & Harnum, W. P. D. 2021. Geochemistry of groundwater and saltwater intrusion in a coastal region of an island in Malacca Strait, Indonesia. *Environmental Engineering Research*, 26(2), pp. 200006. <https://doi.org/10.4491/eer.2020.006>
- Putra, D. B. E. & Yuskar, Y. 2017. Pemetaan Airtanah Dangkal dan Analisis Intrusi Air Laut, Penelitian Terhadap Airtanah Dangkal di Sesa Bantan Tua, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Propinsi Riau Seminar Nasional Ke-III Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung. pp.

- Rafi, F., Karuniasa, M. & Assegaf, A. 2020. Groundwater Hydrogeochemistry in Bukit Raya and Tenayan Raya, Pekanbaru, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 506(1), pp. 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/506/1/012052>
- Saad, R., Nawawi, M. & Mohamad, E. T. 2012. Groundwater detection in alluvium using 2-D electrical resistivity tomography (ERT). Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 17, pp. 369-376.
- Suryadi, A., Putra, D. B. E., Kausarian, H., Prayitno, B. & Fahlepi, R. 2018. Groundwater exploration using Vertical Electrical Sounding (VES) Method at Toro Jaya, Langgam, Riau. Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology, 3(4), pp. 226-230. <https://doi.org/10.24273/jgeet.2018.3.4.2226>
- Suryadi, A., Putra, D. B. E., Kausarian, H., Sholeh, A. R., Tauladani, M. & Adriyadhi 2022. Potential Aquifer Exploration using Electrical Resistivity Imaging at Rumbio Jaya, Kampar, Riau. Aceh International Journal of Science and Technology, 11(1), pp. 29-37. <https://doi.org/10.13170/aijst.11.1.23714>
- Wahab, S., Saibi, H. & Mizunaga, H. 2021. Groundwater aquifer detection using the electrical resistivity method at Ito Campus, Kyushu University (Fukuoka, Japan). Geoscience Letters, 8(1), pp. 15. <https://doi.org/10.1186/s40562-021-00188-6>
- Xiao, H., Tang, Y., Li, H., Zhang, L., Ngo-Duc, T., Chen, D. & Tang, Q. 2021. Saltwater intrusion into groundwater systems in the Mekong Delta and links to global change. Advances in Climate Change Research, 12(3), pp. 342-352. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2021.04.005>

