

POTENSI AIRTANAH BERDASARKAN ANALISIS GEOLISTRIK SATU DIMENSI DAN ANALISIS KIMIA AIRTANAH DI DESA TORO JAYA, KECAMATAN LANGGAM, KABUPATEN PELALAWAN, PROVINSI RIAU

Adi Suryadi¹, Dewandra Bagus Eka Putra¹, Husnul Kausarian¹, Batara², Budi Prayitno¹

¹Department of Geological Engineering Faculty of Engineering Universitas Islam Riau

²School of Ocean and Earth Science Tongji University Shanghai China

adisuryadi@eng.uir.ac.id

Abstact

Water is an essential need for earth life including human, animal and plant. Study area located at Toro Jaya Village that has problem with degradation of surface water quality. The purpose of study is to investigate groundwater (aquifer) depth and study the quality of groundwater by groundwater chemistry. Vertical Electrical Sounding (VES) was conducted by using GEOCIST equipment. The result shown resistivity value of aquifer ranging 0,34 – 0,9 Ω m and aquiclude (clay layer) has resistivity value ranging 1,67 – 7 Ω m. Aquifer of study area consist of unconfined aquifer and confined aquifer. The depth of confined aquifer ranging from 3 to 7 m below surface. Quality of groundwater represented by some parameters like pH, TDS, Cl, SO_4^{2-} , Mn and Fe. All parameters shown that value and concentration is below threshold based on Minister of Health Regulation (PERMENKES) except Fe. Concentration of Fe at study area is 0,71 up to 0,94 ppm but the threshold of Fe concentration is 0,3 ppm. Nevertheless, quality of groundwater at study area can be conclude as good quality.

Keywords: aquifer, groundwater potential, resistivity, Toro Jaya, water quality

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan yang ada di bumi. Dalam kebutuhan harian manusia air yang diperlukan adalah air bersih yang persentasenya sekitar 5% dari keseluruhan air di bumi. Air bersih dibagi lagi menjadi tiga jenis yaitu air permukaan, airtanah dan gaster (es). Di negara berkembang seperti Indonesia sangat bergantung kepada pemanfaatan airtanah karena banyaknya masalah pencemaran pada air permukaan. Airtanah menjadi sumber air bersih alternatif baik untuk kebutuhan sehari-hari, industri bahkan untuk perkebunan dan pertanian (Chandra et al., 2010; Putra and Yuskar, 2017). Pemanfaatan airtanah sudah sejak zaman kuno sudah dilakukan dimulai dengan menggunakan timba secara manual hingga sekarang sudah berkembang dengan penggunaan teknologi canggih sehingga bisa mengebor sumur hingga kedalaman ratusan meter. Penilaian potensi ketersediaan airtanah sangat dipengaruhi oleh keadaan geologi di daerah. Airtanah sendiri didefinisikan sebagai air yang mengisi pori-pori pada tanah yang tersimpan sebagai tempat penyimpanan dibawah permukaan. Lapisan bawah permukaan yang menyimpan air dinamakan sebagai akuifer. Secara umumnya, akuifer dibagi menjadi dua jenis yaitu akuifer bebas dan akuifer tertekan. Kedua jenis akuifer ini hanya dibedakan berdasarkan ada atau tidaknya lapisan yang membunyai lapisan permealitas buruk diatasnya.

Daerah penelitian berlokasi di Desa Toro Jaya, Kecamatan Ukui, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau yang dibatasi dengan koordinat 00⁰15'09" hingga 00⁰15'25" LS dan 101⁰53'58" BT hingga 101⁰53'58" BT (Gambar 1). Permasalahan utama di daerah penelitian adalah banjir yang menyebabkan terbawanya banyak material sedimen berupa lumpur sehingga mencemari air permukaan di daerah penelitian. Oleh sebab itu, perlu

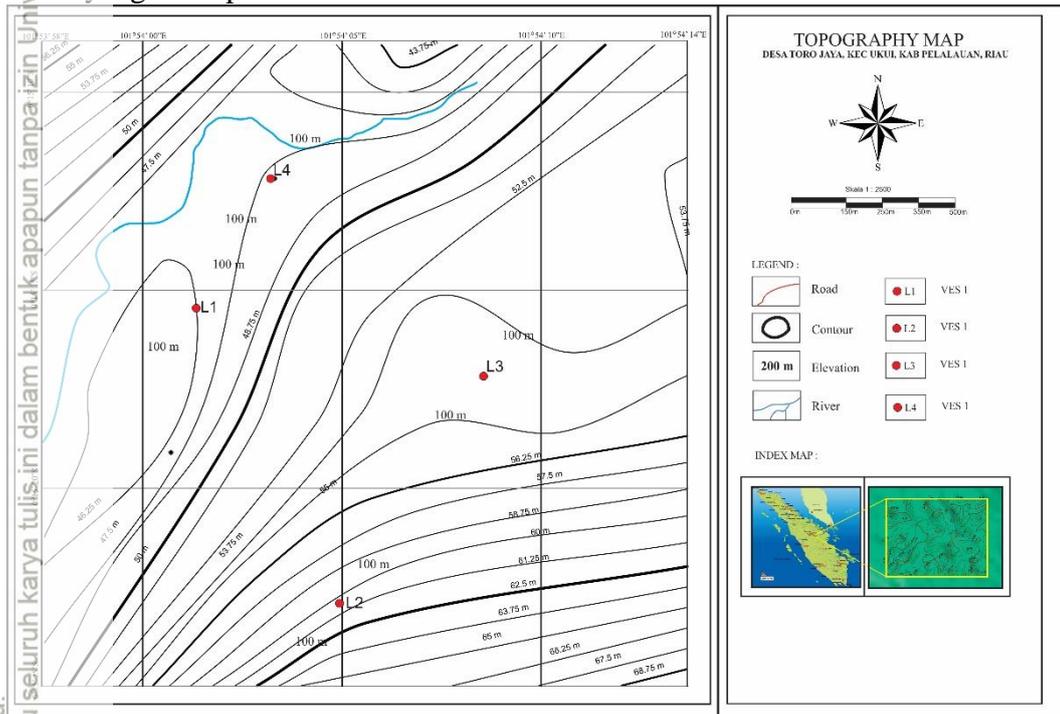
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1.



melakukan suatu penelitian yang dapat menilai potensi airtanah yang ada di daerah penelitian mulai dari ketersediaan hingga kualitas airtanah itu sendiri.

Sebelum melakukan pengeboran terhadap airtanah perlu dilakukan satu survei pendahuluan untuk menentukan kedalaman dari akuifer di daerah penelitian. Survei geofisika khususnya survei geolistrik sudah sangat lazim digunakan dalam pencarian sumber airtanah (Asry et al., 2012; Azhar et al., 2016; Hamzah et al., 2008, 2007; Jumary et al., 2002). Survei geolistrik digunakan untuk menentukan nilai resistivitas material yang ada dibawah permukaan sebagai parameter utamanya. Selain itu, penilaian kualitas airtanah di daerah penelitian dilakukan dengan membandingkan beberapa parameter kimia dengan ketentuan yang ditetapkan oleh PERMENKES.



Gambar 1. Peta topografi daerah penelitian

GEOLOGI REGIONAL

Geomorfologi daerah penelitian menunjukkan keadaan perbukitan rendah dengan 45 m hingga 100 m. Secara Geologi, daerah penelitian termasuk dalam Cekungan Sumatera Tengah yang terdiri dari Formasi Minas, Alluvium Tua dan Alluvium Muda. Alluvium Muda terdiri dari endapan kerikil, pasir dan lempung yang terendap pada usia Holosen. Alluvium Tua terendapa pada usia Plietosen hingga Holosen dengan endapan kerikil, pasir, lempung serta sisa-sisa tumbuhan dan termasuk tanah gambut. Maknala Formasi Minas merupakan formasi tertua di daerah penelitian yang terdiri dari kerakal hingga lempung (Clarke et al., 1982)

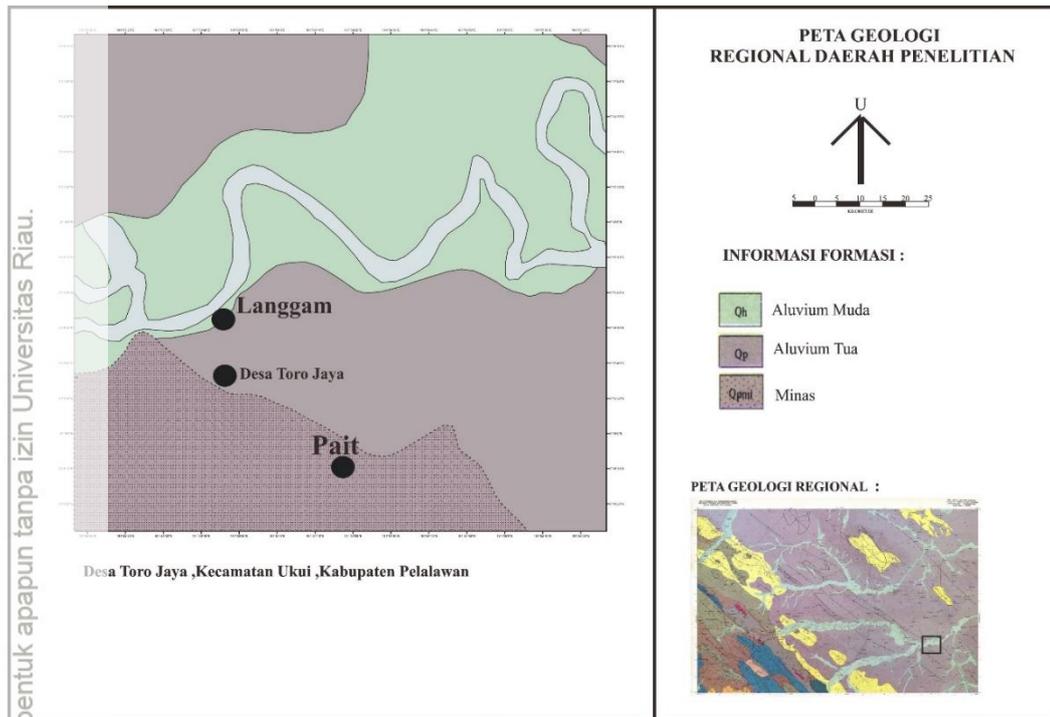
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengemukakan pendapat atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau





Gambar 2. Peta geologi regional daerah penelitian

METODE PENELITIAN

Penelitian dijalankan dengan menggunakan dua metode yaitu metode geolistrik dan analisis kimia airtanah. Metode geolistrik yang digunakan adalah metode satu elektroda atau sering dikenal dengan *Vertical Electrical Sounding (VES)*. Secara umumnya pengukuran geolistrik dilakukan untuk menentukan tahanan jenis (resistivitas) dengan mengalirkan arus listrik melalui dua elektroda arus kedalam batuan atau tanah kemudian diukur potensial akan dihitung melalui dua elektroda potensial. Kedalaman penetrasi arus berbanding lurus dengan jarak antara elektroda. Keberagaman jarak antara elektroda akan menghasilkan informasi tentang stratigrafi dari nilai resistivitas bawah permukaan daerah penelitian (Hamzah et al., 2007). VES dilakukan dengan menggunakan peralatan GEOCIS (Gambar 3) dengan menyusun empat elektroda dalam satu garis lurus dengan berbagai jarak antara elektroda. Panjang garis survei yang digunakan minimum adalah 2 m dan maksimum 200 m.



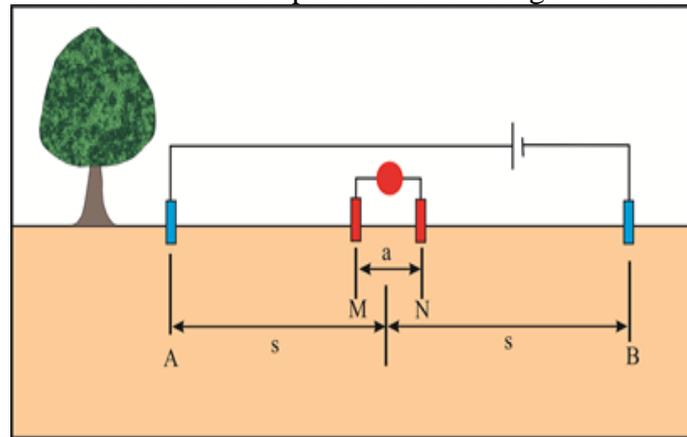
Gambar 3. Peralatan geolistrik *Vertical Electrical Sounding (VES)* yaitu GEOCIS

Empat elektroda disusun dengan menggunakan konfigurasi *Schlumberger* (Gambar 4) dimana dua elektroda terluar merupakan elektroda arus sedangkan dua elektroda lainnya merupakan elektroda potensial. Data yang didapatkan dilapangan adalah arus (I) dan voltase (V) dimana nilai tahanan jenis (R) dapat dihitung berdasarkan rumus 1. Selanjutnya untuk menentukan nilai resistivitas (ρ_a) diperlukan faktor geometri (k) dari konfigurasi elektroda

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 2. Dilarang hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, atau untuk tujuan lain yang bersifat komersial.
 3. Dilarang memperbanyak atau menyalin, mengutip, atau menyalin dalam bentuk apa pun tanpa izin Universitas Riau.



Schlumberger yang dihitung menggunakan rumus 2. Dari nilai tahanan jenis (R) dan nilai faktor geometri maka nilai resistivitas dapat ditentukan dengan rumus 3.



Gambar 4. Tata susun elektroda konfigurasi Schlumberger

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

$$R = \frac{\pi(S^2 - a^2/4)}{a} \quad (2)$$

$$\rho_a = R \cdot k \quad (3)$$

Selanjutnya dilakukan persampelan airtanah yang ada disekitar daerah penelitian. Sampel airtanah diambil pada sumur galian milik warga setempat untuk dianalisis beberapa parameter kimia diantaranya pH, TDS, Cl, SO₄²⁻, Mn dan Fe. Parameter ini kemudian akan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES, 2010) untuk menentukan kelayakan airtanah tersebut. Sebanyak tiga lokasi sumur dilakukan persampelan yang mewakili airtanah daerah penelitian.

HASIL DAN INTERPRETASI

Sebanyak empat titik VES yang dinamakan dengan VES1, VES2, VES3 dan VES4 (Gambar 1). Kesemua VES tersebut telah diproses untuk menghasilkan modelbaran nilai resistivitas bawah permukaan secara vertical. Model yang dihasilkan akan merepresentasikan keadaan di bawah permukaan yang sebenarnya. Perubahan nilai resistivity mengindikasikan perubahan atau perbedaan material. Semua model VES dapat dilihat pada gambar 5.

Terdapat beberapa perbedaan dari model yang dihasilkan. VES1 diambil dengan panjang garis survey maksimum adalah 130 meter menunjukkan beberapa lapisan berdasarkan nilai resistivitasnya. Lapisan pertama dengan kedalaman 0 – 3 m mempunyai resistivitas 2,6 Ωm yang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung. Lapisan kedua dengan kedalaman 3 – 9 m mempunyai nilai resistivitas sangat rendah yaitu 0,52 Ωm yang berasosiasi dengan akuifer tertekan. Lapisan ketiga mempunyai nilai resistivitas 1,69 Ωm dengan ketebalan yang tidak diketahui diinterpretasikan sebagai lapisan lempung. Sedangkan pada VES2 yang mempunyai panjang garis survei maksimum 130 meter menunjukkan susunan variasi resistivitas yang berbeda dimana pada kedalaman 0 – 3 m menunjukkan nilai resistivitas rendah yaitu 0,9 Ωm yang diinterpretasikan sebagai akuifer tertekan. Pada kedalaman 3 – 6 m menunjukkan nilai resistivitas 4,5 Ωm yang ditafsirkan sebagai lapisan lempung. Dibawah lapisan lempung ditunjukkan nilai resistivitas kembali menjadi sangat rendah yaitu 0,9 Ωm yang berasosisasi dengan akuifer tertekan.

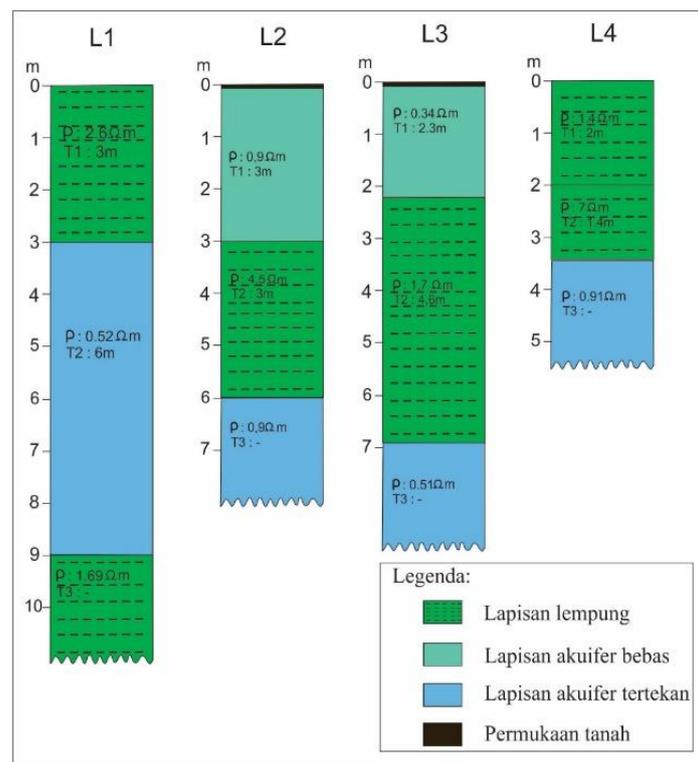
VES3 menunjukkan variasi nilai resistivitas yang tidak terlalu berbeda dengan VES2 dimana terdapat lapisan yang mempunyai nilai resistivitas sangat rendah mulai dari permukaan hingga kedalaman 2,3 m dengan nilai 0,34 Ωm. lapisan ini diinterpretasikan sebagai akuifer bebas sedangkan dibawahnya terdapat nilai resistivitas yang leboh tinggi



dengan nilai 1,7 Ω m pada kedalaman 2,3 – 6,9 m diinterpretasikan sebagai lapisan lumpung. Kemudian lapisan paling dalam terdeteksi dengan kedalaman lebih dari 6,9 m yang tidak diketahui batasnya mempunyai nilai resistivitas 0,51 Ω m diinterpretasikan sebagai akuifer tertekan. Pada VES4 mempunyai pola yang mirip dengan VES1 dimana lapisan pertama pada kedalaman 0 – 0,34 m dengan nilai resistivitas 1,4 – 7 Ω m. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai lapisan lumpung. Dibawah lapisan ini terdapat lapisan dengan nilai resistivitas rendah yaitu 0,9 Ω m yang tidak terdeteksi ketebalannya diinterpretasikan sebagai lapisan akuifer tertekan.

Tabel 1. Interpretasi VES daerah penelitian

Nama	Kedalaman (m)	Nilai resistivitas (Ω m)	Interpretasi
VES1	0 - 3	2,6	Lempung
	3 - 9	0,52	Akuifer tertekan
	>9	1,69	Lempung
VES2	0 - 3	0,9	Akuifer bebas
	3 - 6	4,5	Lempung
	>6	0,9	Akuifer tertekan
VES3	0 - 2,3	0,34	Akuifer bebas
	2,3 - 6,9	1,7	Lempung
	>6,9	0,5	Akuifer tertekan
VES4	0 - 3,4	1,4 - 7	Lempung
	>3,4	0,9	Akuifer tertekan



Gambar 5. Model nilai resistivitas daerah penelitian

Jika dilihat secara fisik, kenampakan airtanah di daerah penelitian mempunyai warna agak jernih, tidak berbau dan tidak ada rasa (Gambar 6). Analisis kualitas airtanah di daerah penelitian menggunakan beberapa parameter diantaranya pH, TDS, Cl^- , SO_4^{2-} , Mn dan Fe. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 2. pH airtanah menunjukkan nilai 4,55 hingga 5,85 yang menunjukkan keasaman yang cukup tinggi dan nilai tersebut tidak masuk

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
Dilarang hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan umum tentang masalah.
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.



alam kisaran nilai pH yang ditentukan oleh Permenkes 2010 yaitu 6,5 sampai 8,5. Total zat padat terlarut (TDS) dari ketiga sampel kesemuanya berada dibawah standar dari permenkes dimana nilai berkisar 45 sampai 67 mg/L dengan standar 500 mg/L. kandungan klorida (Cl⁻) berkisar 48,941 hingga 147,118 mg/L juga berada dibawah standar yang sudah ditetapkan yaitu 250 mg/L. SO₄²⁻ dari semua sampel menunjukkan nilai 14,179 hingga 27,450 mg/L yang sangat jauh dari batas ambang yang ditetapkan. Sedangkan kandungan logam berat seperti mangan (Mn) dan besi (Fe) menunjukkan nilai 0,31 hingga 0,38 ppm dan 0,71 hingga 0,94 ppm. Mangan masih berada dibawah batas ambang yaitu 0,4 ppm sedangkan kandungan besi berada sedikit diatas batas ambang yaitu 0,3 ppm. Secara keseluruhannya, kualitas airtanah didearah penelitian termasuk kulitas yang baik hanya perlu sedikit filtrasi untuk mengurangi tingkat keasaaman yang tinggi karena terdapat kandungan besi yang tinggi.

Tabel 2. Hasil analisis kimia airtanah di daerah penelitian

Parameter	ST 1 DTJ	ST 2 DTJ	ST 3 DTJ	Permenkes 2010
pH	5,85	4,55	5,44	6,5 – 8,5
TDS	67 mg/L	45 mg/L	56 mg/L	500 mg/L
Cl ⁻	48,941 mg/L	147,118 mg/L	48,941 mg/L	250 mg/L
SO ₄ ²⁻	26,087 mg/L	14,179 mg/L	27,450 mg/L	250 mg/L
Mn	0,31 ppm	0,35 ppm	0,38 ppm	0,4 ppm
Fe	0,71 ppm	0,94 ppm	0,76 ppm	0,3 ppm



Gambar 6. Keadaan sumur galian disekitar daerah penelitian yang menunjukkan ciri fisikall warna, bau dan rasa yang baik.

KESIMPULAN

Desa Toro Jaya mempunyai potensi airtanah yang sangat besar sebagai sumber air alternatif selain air permukaan. Hal ini ditunjukkan dengan keberadaan air tanah yang diinterpretasikan dengan menggunakan nilai resistivitas. Nilai resistivitas akuifer diinterpretasikan dengan nilai 0,34 – 0,9 Ωm. Akuifer di daerah penelitian terdiri dari dua



jenis yaitu akuifer bebas dan akuifer tertekan. Akuifer bebas dapat dijumpai pada VES2 dan VES3 dengan ketebalan 2,3 hingga 3 meter. Sedangkan akuifer tertekan dapat dilihat pada semua model VES didaerah penelitian dengan kedalaman berkisar 3 hingga 7 meter di bawah permukaan. Selain itu, berdasarkan hasil analisis airtanah dangkal (akuifer bebas) menunjukkan nilai parameter TDS, Cl^- , SO_4^{2-} dan Mn dibawah batas ambang yang ditetapkan oleh Permenkes 2010. Tetapi ada 2 parameter yang tidak sesuai dengan nilai standar yang sudah ditetapkan yaitu pH dan besi (Fe). pH didaerah penelitian termasuk dalam kategori asam yaitu 4,55 hingga 5,85 yang dipengaruhi oleh kandungan besi (Fe) yang sedikit tinggi yaitu 0,71 hingga 0,94 dimana batas ambangnya adalah 0,3 ppm. Meskipun demikian, airtanah yang dianalisis merupakan akuifer bebas termasuk katategori yang cukup baik hanya perlu sedikit filtrasi untuk mengurangi kandungan besi dan menurunkan tingkat keasaman. Tapi potensi untuk akuifer tertekan pasti mempunyai kualitas yang jauh lebih baik dibandingkan dengan akuifer bebas karena sudah melewati proses filtrasi yang lebih baik.

PENGHARGAAN

Penghargaan sebesar-besarnya diberikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEKDIKTI) yang sudah memberikan dukungan finansial dalam pelaksanaan penelitian ini. Selain itu ucapan terimakasih juga diberikan kepada Program Studi Teknik Geologi UIR baik dosen dan mahasiswa yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini khususnya dalam pengambilan data dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Suryadi, Z., Samsudin, A.R., Yaacob, W.Z., Yaakub, J., 2012. Groundwater investigation using electrical resistivity imaging technique at Sg. Udang, Melaka, Malaysia. Bull. Geol. Soc. Malaysia 58, 55–58.
- Azhar, M.A., Suryadi, A., Samsudin, A.R., Yaacob, W.Z.W., Saidin, A.N., 2016. 2D Geoelectrical Resistivity Imaging (ERI) of Hydrocarbon Contaminated Soil. EJGE (Electron. J. Geotech. Eng. 21, 299–304.
- Hamzah, 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. J. Appl. Geophys. 71, 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2010.06.003>
- Clack, J., Kartawa, W., Djunuddin, A., Suganda, E., Bagdja, M., 1982. Geological Map of The Pekanbaru Quadrangle, Sumatra. PPPG.
- Hamzah, U., Ismail, M.A., Samsudin, A.R., 2008. Geophysical techniques in the study of hydrocarbon-contaminated soil 54, 133–138. <https://doi.org/10.7186/bgsm2008020>
- Hamzah, U., Samsudin, A.R., Malim, E.P., 2007. Groundwater investigation in Kuala Selangor using vertical electrical sounding (VES) surveys. Environ. Geol. 51, 1349–1359. <https://doi.org/10.1007/s00254-006-0433-8>
- Hamzah, S.Z., Hamzah, U., Samsudin, A.R., 2002. Teknik-teknik geoelektrik dalam Pemetaan air masin di Kuala (Mapping of groundwater salinity at Kuala Selangor by geoelectrical techniques).
- 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, in: Seminar Nasional Ke-III Faklutas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kitab, dan penerbitan ulang.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkannya atau memperjual belikan atau menyewakan atau melakukan tindakan lain yang merugikan Universitas Riau.

