

INTERPRETASI LAPISAN BAWAH PERMUKAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DAN GEOKIMIA: STUDI KASUS TPA MUARA FAJAR RUMBAI

Alifia Putri Yasmin*¹, Juandi M*²

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: ¹alifiaputriyasmin99@gmail.com; ²juandi@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

The need for water daily is a big problem for people living around Muara Fajar Final Processing Place (TPA) – Rumbai. This study aims to identify the depth of subsurface structures around the Muara Fajar landfill area using the Schlumberger configuration dielectric method and determine the water quality in the community wells around the landfill site. The data obtained in the acquisition process are used to calculate the apparent resistivity value at each measurement point and analyzed quantitatively and qualitatively. Then proceed with the inversion process using the progress program so that obtained resistivity value and layer thickness at each point of measurement. The results of measurement inline 1 get a range of resistivity values ranging from 961.19 – 2.10 Ωm and line 2 of 109.31 – 31.15 Ωm . Underground water taken is residents well water in the research area as many as 5 sample points using GPS. This underground water sample will be tested with parameters such as pH, TDS, Conductivity, Salinity, and Turbidity. Underground water cannot be consumed from the results of the water quality test with the parameters mentioned at the beginning if referring to the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia because the pH obtained in all underground water samples is < 6.5 or acidic, the value of the conductivity exceeds the quality standard, and high dominant salinity value. As for the TDS and Turbidity parameters, the values are by the quality standard.

Keywords: Subsurface, Geoelectrics, Schlumberger Configuration, Water Quality.

ABSTRAK

Kebutuhan air menjadi masalah utama bagi warga sekitar daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah Muara Fajar Rumbai Pekanbaru. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan daerah sekitar TPA Muara Fajar dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger dan menentukan kualitas air pada sumur warga di sekitar TPA tersebut. Hasil data yang didapat pada proses penelitian berfungsi untuk menghitung nilai resistivitas semu pada setiap lintasan pengukuran dan dianalisa baik secara kuantitatif dan kualitatif. Pengolahan data menggunakan Software Progress v3.0 sehingga didapatkan nilai resistivitas dan ketebalan lapisan pada setiap lintasan pengukuran. Hasil pengukuran pada lintasan 1 mendapatkan rentang nilai resistivitas berkisar 961,19 – 2,10 Ωm dan lintasan 2 pada 109,31 – 31,15 Ωm . Air bawah tanah yang diambil adalah air sumur warga pada daerah penelitian sebanyak 5 titik sampel menggunakan GPS. Sampel air bawah tanah ini akan diuji dengan parameter seperti pH, TDS, Konduktivitas, Salinitas, dan Kekeruhan. Air bawah tanah belum dapat dikonsumsi dari hasil uji kualitas air dengan parameter-parameter yang telah disebutkan sebelumnya jika merujuk dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia dikarenakan pH yang didapat pada semua sampel air bawah tanah bernilai $< 6,5$ atau bersifat asam, nilai konduktivitas yang melebihi standart baku mutu, dan nilai salinitas yang dominan tinggi. Sementara untuk parameter TDS dan Kekeruhan memiliki nilai sesuai dengan standart baku mutu.

Kata kunci: Lapisan Bawah Permukaan, Geolistrik, Konfigurasi Schlumberger, Kualitas Air.

Diterima 03-09-2020 | Disetujui 31-01-2021 | Dipublikasi 31-03-2021

PENDAHULUAN

Pencemaran Aktivitas fungsional Tempat pembuangan akhir (TPA) telah menimbulkan limbah berupa limbah cair, padat, gas, debu, dan kebisingan. Menurut warga sekitar, keberadaan TPA Muara Fajar telah menimbulkan beberapa masalah seperti kebisingan dan juga air sumur gali yang tercemari oleh limbah cair. Proses pengolahan sampah di TPA Muara Fajar Pekanbaru berlangsung secara rutin setiap harinya, yang artinya lindi juga dihasilkan secara kontiniu. Air permukaan dan juga air hujan yang berada disekitar penampungan lindi dan penimbunan sampah TPA akan mengalami proses perembesan ke dalam lapisan bawah tanah dan sebagian lainnya akan mengalir di permukaan. Air yang terkena dampak dari rembesan tersebut akan mengakibatkan gangguan kesehatan dan kenyamanan bagi konsumen [1].

TPA Muara Fajar Pekanbaru mulai beroperasi sejak tahun 1985 dengan luas areal efektif \pm 8,6 hektar, dan dapat menampung sampah 1.722 m³/hari. TPA Muara Fajar Pekanbaru mengolah 90% sampah dengan sistem *Open Dumping* atau sistem terbuka, dan 10% dengan *Controlled Landfill* atau sistem timbun terkendali [2]. Kedua sistem tersebut mempercepat proses diuraikannya sampah oleh mikroba tanah dan memproduksi air lindi. Air hujan yang melintasi air lindi meresap dan mengalir kelapisan tanah bagian bawah, sehingga air bawah tanah lebih mudah tercemar [3].

Air lindi merupakan sumber pencemaran air bawah tanah dan air permukaan. Akibatnya mempengaruhi sifat fisik, kimia, dan mikrobiota air. Sehingga mengakibatkan karakteristik air menurun [4]. Kualitas air yang menurun akibat dari akumulasi lindi mengakibatkan tercemarnya air tanah di sekitar TPA, seperti sumur penduduk sebagai asal dari air baku (air untuk masak, minum, mandi, dan mencuci). Akan tetapi, masyarakat sekitar TPA Muara Fajar sudah mengolah sumur mereka dengan cara membetonnya, atau yang biasa kita dengar dengan sebutan sumur cincin. Hal

tersebut meminimalisir proses rembesan baik saat hujan maupun rembesan biasa.

Sumur yang dibuat masyarakat sekitar TPA belum menjamin bahwa air yang mereka gunakan memiliki nilai kualitas yang baik. Air yang tercemar tidak dapat dinilai hanya melalui permukaan luar. Pentingnya penyelidikan permukaan tanah memberikan gambaran mengenai lokasi keberadaan air tersebut [5]. Metode geolistrik merupakan salah satu metode yang digunakan untuk penyelidikan air tanah.

Geolistrik merupakan metode pendeteksi sifat aliran listrik di dalam bumi yang di eksplorasi dari permukaan [6]. Metode ini terdiri dari pengukuran arus listrik, potensial, dan medan elektromagnetik yang terjadi, baik secara injeksi arus ke bawah permukaan maupun secara alamiah [7]. Metode geolistrik merupakan metode yang memiliki hasil yang cukup baik sehingga sering digunakan [8,9]. Perbedaan jenis material memiliki tahanan jenis yang berbeda pula. Salah satu metode geolistrik yang sering digunakan pada prediksi keadaan geologi dan pengukuran aliran listrik adalah metode resistivitas atau tahanan jenis [10,11].

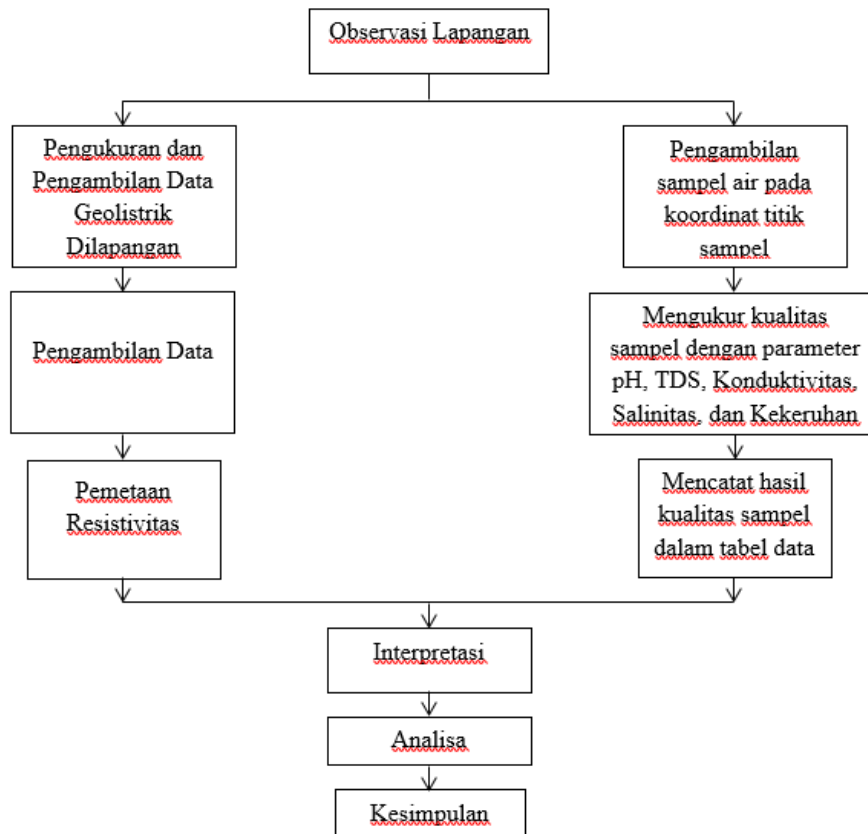
Metode resistivitas atau metode tahanan jenis memanfaatkan perbedaan nilai resistivitas pada setiap lapisannya baik nilai resistivitas batuan maupun resistivitas tanah bawah permukaan untuk mendeteksi struktur geologi atau struktur batuan di bawah permukaan. Jenis batuan yang ada menentukan taraf permeabilitas aquifer [12]. Hal tersebut yang akan mengetahui zat pencemar yang masuk kedalam air bawah tanah dan kualitasnya semakin berkurang. Dengan adanya hal demikian, penulis ingin melakukan penelitian dengan tujuan :

1. Menghitung nilai resistivitas dan menganalisa litologi lapisan bawah permukaan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di TPA Muara Fajar, Rumbai, Pekanbaru.
2. Menentukan kualitas air berdasarkan kandungan pH, TDS, konduktivitas, salinitas, dan kekeruhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini membahas mengenai proses pengolahan data geolistrik resistivitas menggunakan perangkat lunak atau *software Progress v3.0* sehingga didapatkan penampang resistivitas yang mempresentasikan lapisan bawah permukaan. Metode geolistrik

konfigurasi Schlumberger berguna untuk menganalisis lapisan bawah permukaan yang dihasilkan. Selanjutnya pada penelitian ini dibahas mengenai kualitas air dengan mengambil 5 sampel air sumur warga pada titik koordinat yang berbeda dan akan di uji parameter pH, TDS, konduktivitas, salinitas, dan kekeruhan.



Gambar 1. Susunan metode penelitian.

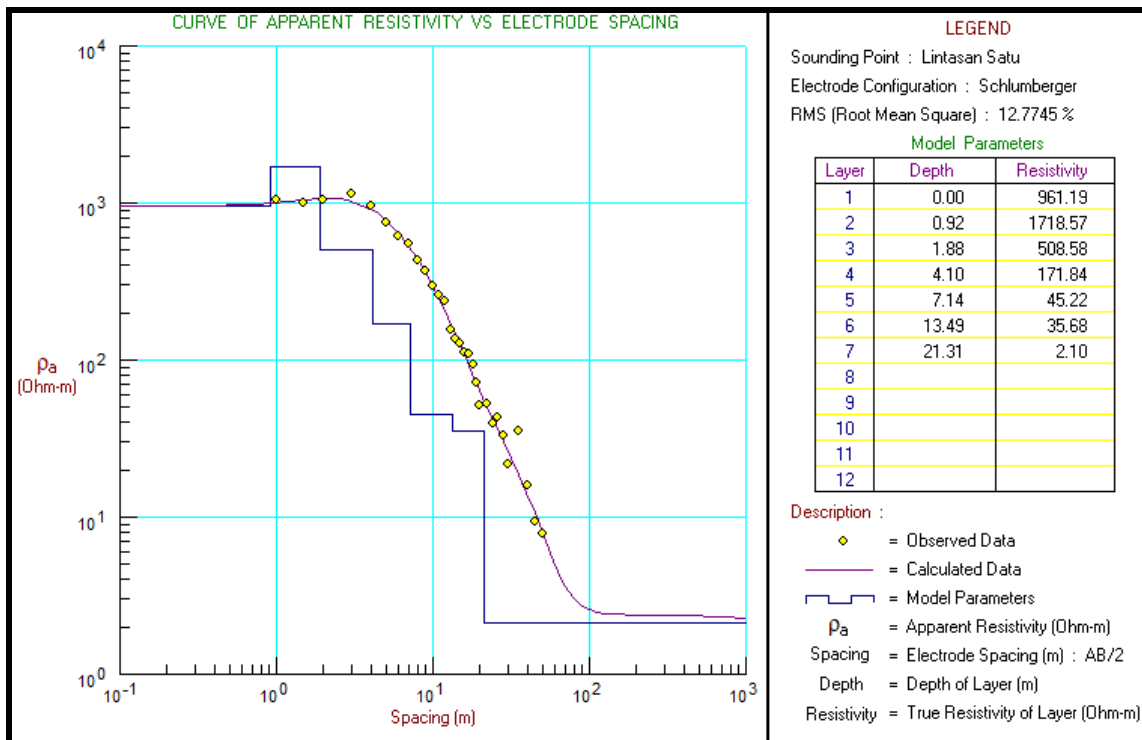
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lapisan bawah permukaan serta untuk mengetahui kualitas air tanah.

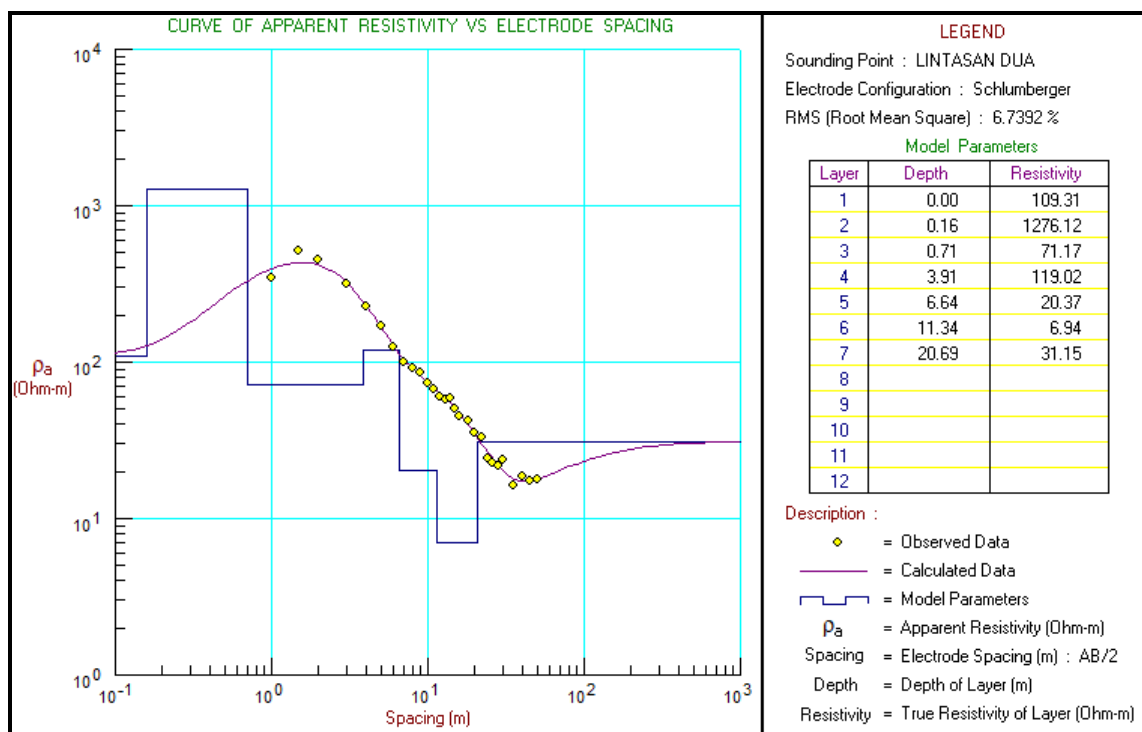
Interpretasi Data Resistivitas dan Litologi Lintasan 1

Hasil perhitungan dan pengolahan data dengan *software progress* untuk metode schlumberger diperoleh nilai RMS-error sebesar 12,77% dengan kedalaman maksimal 32 m. Nilai resistivitas lapisan bawah permukaan berkisar dari 961,19 – 2,10 Ωm . Lapisan

pertama dengan nilai resistivitas 961,19 Ωm dari permukaan hingga kedalaman 0,92 m diinterpretasikan sebagai lapisan pasir dan kerikil, lapisan kedua dengan nilai resistivitas 1718,57 Ωm pada kedalaman 0,92 – 1,88 m diinterpretasikan sebagai batu pasir. Lapisan ketiga dengan nilai resistivitas 508,58 Ωm dan 171,84 Ωm pada kedalaman 1,88 – 7,14 m diinterpretasikan merupakan lapisan pasir. Lapisan keempat merupakan lapisan lempung berpasir dengan nilai resistivitas 45,22 Ωm dan 35,68 Ωm pada kedalaman 7,14 – 21,31 m, dan lapisan terakhir dengan nilai resistivitas 2,10 Ωm pada kedalaman 21,31 – 32 m diinterpretasikan sebagai batuan permeabel.



Gambar 2. Resistivitas litologi lintasan 1.



Gambar 3. Resistivitas litologi lintasan 2.

Interpretasi Data Resistivitas dan Litologi Lintasan 2

Hasil perhitungan dan pengolahan data dengan *software progress* untuk metode schlumberger diperoleh nilai RMS-error sebesar

6,7392% dengan kedalaman maksimal 31 m. Harga resistivitas lapisan tanah di lintasan kedua ini berkisar antara 109,31 – 31,15 Ωm. Lapisan tanah pertama di lokasi pengukuran dengan nilai resistivitas 109,31 Ωm dan 1276,12 Ωm pada kedalaman 0 – 0,71 m

diinterpretasikan sebagai lapisan tanah penutup. Lapisan kedua dengan nilai resistivitas 71,17 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan lempung pada kedalaman 0,71 – 3,91 m. Lapisan selanjutnya adalah lapisan pasir dan kerikil dengan nilai resistivitas 119,02 Ωm pada kedalaman 3,91 – 6,64 m. Lapisan keempat dengan nilai resistivitas 20,37 Ωm dan 6,94 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan lempung berpasir pada kedalaman 6,64 – 20,69 m, dan lapisan terakhir dengan nilai resistivitas 31,15 Ωm diinterpretasikan sebagai batuan permeabel pada kedalaman 20,69 – 31 m.

Analisa pH, TDS, Konduktivitas, Salinitas, dan Kekeruhan

Standart Baku Mutu Parameter pH air normalnya berkisar 6,5 – 8,5 dan TDS maksimal 1000 mg/l, konduktivitas (0,02 – 12,5) mS/cm, salinitas $0,5 > x > 40$ ppt, dan kekeruhan maksimal 25 NTU. Hasil uji sampel air berdasarkan 5 parameter tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji sampel air.

No	pH	TDS	Cond	Salt	Turb
1	4.56	11	11	11	0.28
2	5.62	71	122	60	0.12
3	3.57	274	390	261	1.63
4	5.6	27	41	20	0.73
5	6.31	52	73	32	3.91

Pengukuran sampel air menghasilkan pH pada semua sampel bersifat asam ($\text{pH} < 6,5$). Air yang bersifat asam memiliki kadar pH yang rendah dan berakibat kepada kesehatan makhluk hidup yang mengonsumsinya. Pipa saluran air yang berbahan logam juga akan mengalami korosi dan akibatnya air yang melintasi pipa tersebut akan menyimpan logam terlarut.

Tabel 1 memperlihatkan nilai rata-rata hasil pengukuran zat padat terlarut pada sumur warga di sekitar TPA Muara Fajar yang paling tinggi yaitu 274 mg/l dan terendah 11 mg/l. Sesuai dengan Permenkes Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 bahwa kadar maksimum nilai TDS untuk air bersih adalah

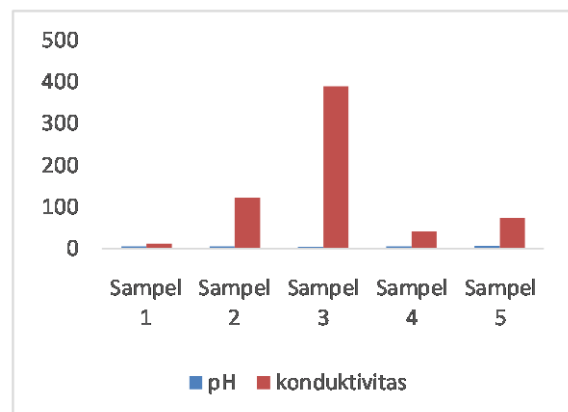
1000 mg/l, maka air yang berada pada sumur warga masih tergolong layak untuk digunakan.

Nilai konduktivitas yang didapat dari hasil penelitian ini berada jauh diatas standart baku mutu maksimum konduktivitas air bersih. Standart baku mutu konduktivitas maksimum untuk air bersih adalah 12,5 mS/cm dan nilai standart minimumnya adalah 0,02 mS/cm. Kandungan ion anorganik (TDS) dalam air mempengaruhi nilai konduktivitas. Semakin bersih air maka nilai konduktivitas akan semakin rendah dan semakin bersih air maka kualitas air akan semakin meningkat. Kedua analogi tersebut merupakan kriteria pengukuran nilai konduktivitas untuk mengidentifikasi kualitas air.

Menurut Purwanti *et al.*, (2006), klasifikasi tingkat salinitas air tanah terbagi atas air tawar dengan nilai salinitas $< 0,5$ ppt, air payau dengan nilai salinitas berkisar antara 0,5 – 30 ppt, air asin memiliki nilai salinitas 30 – 50 ppt dan air sangat asin atau air laut memiliki salinitas > 40 ppt. Berdasarkan klasifikasi tersebut, maka air sumur warga pada sampel 1 dan 4 termasuk ke dalam air payau, sampel 5 termasuk kedalam air asin, sampel 2 dan 3 termasuk kedalam air sangat asin.

Hasil yang diperoleh untuk tingkat kekeruhan sumur masyarakat di sekitar TPA Muara Fajar tergolong layak digunakan karena nilai hasil pengukuran jauh di bawah standart baku mutu yang telah ditetapkan.

Hubungan Konduktivitas dengan pH

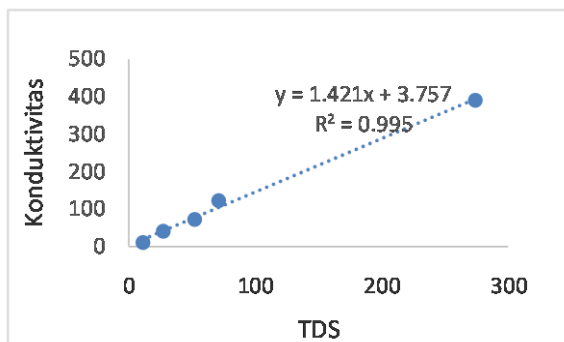


Gambar 4. Grafik hubungan konduktivitas dengan pH.

Nilai korelasi antara konduktivitas dan pH menunjukkan bahwa hubungannya cukup kuat dan berlawanan arah. Semakin kecil nilai pH, semakin besar nilai konduktivitasnya. pH yang bersifat terlalu asam mengandung proses pembusukan dan hasil fermentasi bahan-bahan organik serta ion yang dapat menghantarkan listrik. Oleh karena itu, semakin asam air akan semakin mudah proses konduktivitas terjadi.

Hubungan Konduktivitas dengan TDS

Gambar 5 menjelaskan bahwa nilai konduktivitas listrik memiliki hubungan yang linier dengan TDS. Meningkatnya TDS beriringan dengan meningkatnya nilai konduktivitas. Hayashi (2004) telah melangsungkan penelitian yang membuktikan adanya hubungan antara konduktivitas listrik dengan TDS [13]. Konduktivitas dengan TDS mempunyai hubungan yang cukup kompleks, tergantung pada bahan penyusun kimia dan kemampuan ion dalam larutan tersebut.

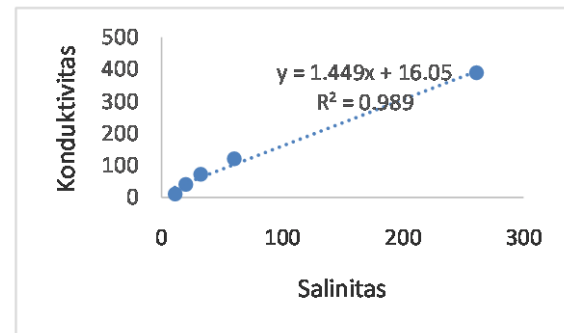


Gambar 5. Grafik hubungan konduktivitas dengan TDS.

Hubungan Konduktivitas dengan Salinitas

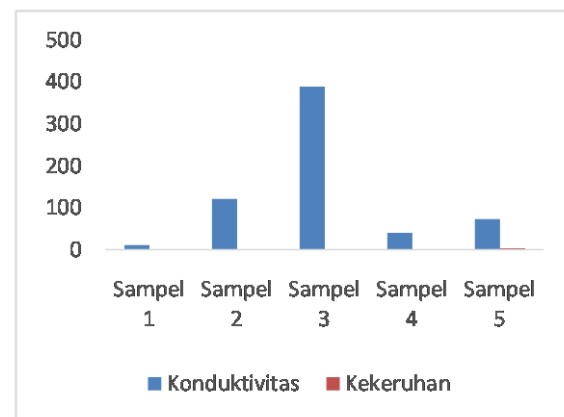
Konduktivitas terhadap salinitas memiliki hubungan linier positif, yang artinya semakin tinggi nilai konduktivitas maka nilai salinitas semakin tinggi pula. Nilai salinitas menjelaskan jumlah kandungan garam dalam suatu larutan, yang berarti semakin tinggi nilai salinitas akan semakin besar pula garam yang terkandung di dalamnya. Besarnya konduktivitas pada suatu perairan menunjukkan bahwa perairan tersebut memiliki sifat kelistrikan, jadi

semakin tinggi nilai konduktivitas maka semakin tinggi pula kadar garamnya.



Gambar 6. Grafik hubungan konduktivitas dengan Salinitas.

Hubungan Konduktivitas dengan Kekeruhan



Gambar 7. Grafik hubungan konduktivitas dengan kekeruhan.

Penyebab kekeruhan yang sering terjadi disebabkan karena tingginya debit limbah bahan organik dan non-organik yang terlarut dan tersuspensi. Tingginya padatan tersuspensi akan selalu berbanding lurus dengan tingkat kekeruhan, akan tetapi kekeruhan tidak selalu berakibat dari tingginya padatan terlarut. Untuk beberapa kasus, kekeruhan yang terjadi pada perairan menjelaskan adanya kandungan TDS perairan yang tinggi. Semakin tinggi nilai TDS yang terkandung dalam air maka semakin keruh pula perairan dan mengakibatkan adanya hubungan yang berbanding lurus dengan konduktivitas listrik. Akan tetapi beberapa kasus lainnya tidak terjadi hal yang demikian. Perairan keruh tidak memiliki nilai TDS yang tinggi dan hubungannya berbanding terbalik

dengan konduktivitas listrik. Dari uraian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kekeruhan tidak memiliki hubungan yang cukup jelas dengan konduktivitas listrik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran resistivitas di sekitar TPA Muara Fajar, Rumbai, Pekanbaru, untuk lintasan 1 nilai resistivitas lapisan tanah berkisar antara $961,19 \Omega\text{m} - 2,10 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman maksimal 32 m, dan untuk lintasan 2 nilai resistivitas lapisan tanah berkisar $109,31 \Omega\text{m} - 31,15 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman maksimal 31 m. Sedangkan untuk litologi lapisan yaitu kerikil, pasir, dan lempung. Kualitas air pada sumur warga di sekitar TPA Muara Fajar tergolong tidak layak untuk digunakan. Hal tersebut disebabkan karena adanya dari beberapa parameter pengujian yang tidak sinkron dengan standart baku mutu yang telah ditetapkan.

REFERENSI

1. Azwar, A. H. (1996). Reliabilitas dan validitas. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
2. Departemen Kesehatan RI. (2004). Pengkajian kuantitatif rumah tangga sehat dengan metode survey cepat seri 1. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
3. Slamet, J. S. (1994). Kesehatan lingkungan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
4. Juandi, M. (2009). Analisa pencemaran air tanah berdasarkan metode geolistrik studi kasus tempat pembuangan akhir sampah Muara Fajar Kecamatan Rumbai. *Jurnal Program Studi Ilmu Lingkungan PPS Universitas Riau*.
5. Juandi, M. (2011). penyelidikan pola sebaran limbah deterjen bawah permukaan tanah dengan aplikasi geolistrik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5(1).
6. Juandi, M., Malik, U., & Leonardo, M. (2018). Analisa tingkat pencemaran air bawah tanah dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 15(1), 23–27.
7. Sapitri, T. E. & Malik, U. (2020). Identifikasi Air Tanah di Perumahan Graha Mustamindo Permai 3 Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 17(3), 150–154.
8. Susoso, A., Juandi, M., Dewi, R., & Malik, U. (2019). Interpretasi akuifer dangkal dan dalam dengan menggunakan metode invers smoothness-constraint least squares data geolistrik konfigurasi Schlumberger di PLTU Tenayan Raya. *Aptek*, 11(2), 130–137.
9. Fitriani, R., Muhammad, J., & Rini, A. S. (2020). Investigation of the distribution of aquifers and groundwater quality in the village of Rimbo Panjang, Kampar District. *Science, Technology & Communication Journal*, 1(1), 8–15.
10. Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). Applied geophysics: Second editon. USA: Cambridge University Press.
11. Pertiwi, M., Muhammad, J., Farma, R., & Saktioto, S. (2020). analysis of shallow well depth prediction: A study of temporal variation of GRACE satellite data in Tampan District-Pekanbaru, Indonesia. *Science, Technology & Communication Journal*, 1(1), 27–36.
12. Juandi, M. (2009). Analisis pencemaran limbah berdasarkan nilai resistivitas. *Journal of Environmental Science*, 1(4), 36–45.
13. Hayashi, M. (2004). Temperature-electrical conductivity relation of water for environmental monitoring and geophysical data inversion. *Environmental monitoring and assessment*, 96(1), 119–128.



Artikel ini menggunakan lisensi [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)