

ANALISIS PENGARUH INTRUSI AIR LAUT TERHADAP AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI KELURAHAN TANJUNG KAPAL

Usman Malik, Anjas Priandani*

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau

*E-mail korespondensi: anjaspriandani59@gmail.com

ABSTRACT

The effect of seawater intrusion on groundwater has been carried out in Tanjung Kapal Village, Rupert District by using the geoelectric method of the Schlumberger configuration. This study aims to determine the resistivity value, layer depth, thickness of the groundwater layer, determine the effect of seawater intrusion on groundwater and determine the water quality of residents' wells in Tanjung Kapal Village. This study took 5 samples and tested for pH and salinity parameters to determine water quality. The results of the research on line 1 had a resistivity value range between 1.13 - 0.04 Ωm depth of 0.70 - 36 m and the line 2 had a resistivity value range between 11.07 - 0.10 Ωm depth of 3.12 - 42 m. On line 1 is affected by seawater intrusion in layer 2 which has a resistivity value of 0.60 Ωm with a depth of 0.70 - 3.42 m. Line 2 is affected by seawater intrusion in layer 3 which has a resistivity value of 3.53 Ωm with a depth of 7.22 - 13.42 m. The influence of seawater intrusion causes the groundwater around the site to have brackish due to the relatively low salt content. Water quality based on pH parameters of 20% is not in accordance with quality standards and salinity parameters of 100% brackish water.

Keywords: Seawater Intrusion, Geoelectrics, Schlumberger, Water Quality.

ABSTRAK

Pengaruh intrusi air laut terhadap air tanah telah dilakukan di Kelurahan Tanjung Kapal, Kecamatan Rupert dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger. Penelitian bertujuan untuk menentukan nilai resistivitas, kedalaman lapisan, ketebalan lapisan air tanah, mengetahui pengaruh intrusi air laut terhadap air tanah dan menentukan kualitas air sumur warga. Penelitian ini mengambil 5 sampel air sumur dan akan di uji parameter pH dan salinitas untuk mengetahui kualitas air. Hasil penelitian pada lintasan 1 mendapatkan rentang nilai resistivitas antara 1,13 - 0,04 Ωm berada pada kedalaman 0,70 - 36 m dan lintasan 2 mendapatkan rentang nilai resistivitas antara 11,07 - 0,10 Ωm berada pada kedalaman 3,12 - 42 m. Pada lintasan 1 yang terdampak intrusi air laut pada lapisan 2 yang memiliki nilai resistivitas 0,60 Ωm dengan kedalaman 0,70 - 3,42 m. Lintasan 2 yang terdampak intrusi air laut pada lapisan 3 yang memiliki nilai resistivitas 3,53 Ωm dengan kedalaman 7,22 - 13,42 m. Pengaruh intrusi air laut menyebabkan air tanah disekitar lokasi penelitian terasa payau yang disebabkan oleh kadar garam yang relatif rendah. Kualitas air berdasarkan parameter pH sebesar 20 % tidak sesuai dengan standar baku mutu dan parameter salinitas sebesar 100 % air payau.

Kata kunci: Intrusi Air Laut, Geolistrik, Schlumberger, Kualitas Air.

Diterima 12-09-2022 | Disetujui 22-10-2022 | Dipublikasi 30-11-2022

PENDAHULUAN

Kelurahan Tanjung Kapal berbatasan dengan bepantai, oleh karena itu penduduk setempat bermata pencaharian sebagai nelayan. Terdapat banyak hutan untuk bercocok tanam sekitar 1 - 3 km dari laut. Hal ini membuat

sebagian penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Pesisir Kelurahan Tanjung Kapal dipilih untuk melakukan penelitian karena pada umumnya Warga Kelurahan Tanjung Kapal mendapat air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), namun dengan penambahan penduduk dan

ekspansi yang pesat di berbagai sektor, hal ini menjadi semakin sulit karena PDAM tidak mampu memenuhi semua kebutuhan.

Intrusi air laut ke akuifer air tawar sering terjadi di daerah pesisir ketika muka air tanah di akuifer air tawar lebih rendah dari muka air laut rata – rata yang disebabkan oleh musim kemarau yang panjang, curah hujan, lebih banyak orang yang menggunakan air tanah, berkurangnya vegetasi, bertambahnya jumlah bangunan, rendahnya laju infiltrasi, dan eksploitasi air tanah yang berlebihan, maka akan terjadi peningkatan intrusi air laut dari garis pantai dapat terjadi [1]. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui dampak intrusi air laut kedalam air bawah tanah. Metode konfigurasi schlumberger digunakan untuk menganalisis pengaruh intrusi air laut terhadap air tanah. Dalam metode ini, arus diinjeksikan ke dalam tanah melalui dua elektroda arus, dan tegangan diukur melalui dua elektroda potensial menggunakan pengukuran resistivitas. Metode geolistrik konfigurasi Schlumberger adalah konfigurasi yang paling sering digunakan untuk eksplorasi sumber daya alam bawah permukaan, penetrasi arus lebih dalam dan prosedur kerjanya lebih mudah [2].

TINJAUAN PUSTAKA

Intrusi Air Laut

Air tanah menjadi payau atau asin disebabkan oleh adanya air laut yang menembus atau menyusup ke celah celah batuan, sehingga mencemari air tanah yang tersimpan di dalamnya [3, 4]. Intrusi air laut paling sering terjadi pada akuifer pantai. Ketika permukaan air tanah di akuifer air tawar turun di bawah permukaan laut normal, air asin akan mendorong air tawar menuju daratan.

Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan metode untuk mempelajari struktur bawah permukaan dengan menggunakan prinsip aliran listrik. Secara umum, metode geolistrik ini cocok untuk

penyelidikan permukaan hingga 100 meter. Ketika kedalaman lapisan melebihi nilai tersebut, data yang diperoleh kurang tepat karena melemahnya arus listrik yang disebabkan oleh jarak bentang yang lebih panjang [5].

Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi Schlumberger menggunakan 4 buah elektroda yaitu 2 buah elektroda potensial dan 2 buah elektroda arus. Elektroda potensial berada di bagian dalam sedangkan elektroda arus berada dibagian luar. Jarak yang digunakan antara elektroda biasanya di simbolkan dengan a. Pada perancangan ini, elektroda potensial MN memiliki nilai yang lebih rendah dari elektroda arus AB. Elektroda arus keluar digerakkan untuk melakukan pengukuran. Konfigurasi ini hanya memerlukan jangkauan yang kecil. Jarak elektroda MN tetap sedangkan jarak elektroda AM sama dengan NB. Kemampuannya untuk mendeteksi keberadaan lapisan batuan yang tidak homogen di permukaan dengan membandingkan nilai resistivitas semu dengan perubahan jarak elektroda MN/2 merupakan salah satu kelebihan dari metode Schlumberger [6-8].

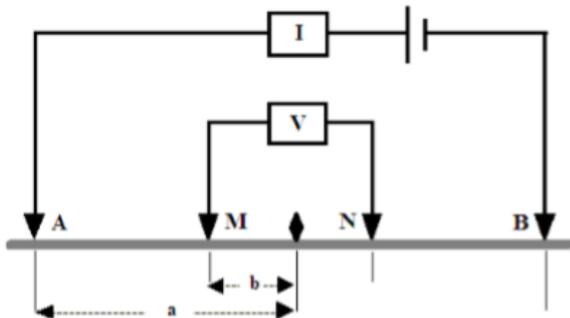
Konfigurasi Schlumberger juga memiliki kelemahan pada pembacaan tegangan elektroda MN nya kecil, pada saat elektroda AB yang relatif jauh. Oleh karena itu, perlu menggunakan alat ukur multimeter dengan karakteristik impedansi tinggi, dan mengatur tegangan minimum ke 4 atau 2 desimal, jika tidak diperlukan perangkat transmisi arus tegangan DC yang sangat tinggi. Oleh karena itu, konfigurasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah konfigurasi Schlumberger dengan susunan elektroda yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Nilai Resistivitas Semu dapat dinyatakan sebagai berikut :

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

Maka faktor geometri dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$K = \frac{\pi (AB^2 - MN^2)}{4 MN} \quad (2)$$



Gambar 1. Rangkaian elektroda konfigurasi Schlumberger [9].

Kualitas Air Tanah

Kualitas air dapat dilihat berdasarkan sifat fisika, kimia dan biologi. Parameter-parameter yang digunakan seperti salinitas, suhu, pH, BOD, kekeruhan, oksigen terlarut, padatan terlarut, dan kadar logam [10]. Berdasarkan pemantauan kualitas air apabila air tidak sesuai dengan baku mutu sehingga air dapat dikatakan tercemar. Air dikatakan tercemar ketika masuknya energi, zat, makhluk hidup dan komponen lainnya kedalam air yang diakibatkan oleh manusia. Sehingga kualitasnya turun dan tidak berfungsi sesuai dengan pembentukannya. Kualitas air menunjukkan kualitas atau kondisi air yang berhubungan dengan suatu kegiatan atau tujuan tertentu. Akibatnya, kualitas air akan bervariasi tergantung pada aktivitasnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Tanjung Kapal, Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis, Riau dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger. *Software progress 3.0* digunakan untuk melakukan pengolahan data dalam menentukan penampang resistivitas yang menampilkan lapisan bawah permukaan tanah. Penelitian ini mengambil 5 sampel air sumur warga dan akan di uji parameter pH dan Salinitas untuk mengetahui kualitas air.

Metoda geolistrik yang digunakan dalam pengambilan data resistivitas dilapangan menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis 1 Dimensi. Konfigurasi yang digunakan adalah Schlumberger. Pengambilan data dilakukan pada titik-titik yang tersusun dalam bentuk lintasan yang telah ditentukan pada tiap-tiap grid. Jumlah lintasan pengukuran sebanyak dua (2) buah pada setiap grid, dimana grid berjumlah dua (2) buah dengan panjang masing-masing grid adalah 100 meter yang tersebar dilokasi yang berbeda. Adapun alasan memilih lokasi tersebut karena dari hasil pengamatan lapangan terdapat masyarakat yang menggunakan sumber air minum dan lokasi tersebut sangat dekat dengan garis pantai. Metoda geolistrik yang digunakan dalam pengambilan data resistivitas dilapangan menggunakan metoda geolistrik tahanan jenis 1 Dimensi. Konfigurasi yang digunakan adalah Schlumberger. Pengambilan data dilakukan pada titik-titik yang tersusun dalam bentuk lintasan yang telah ditentukan pada tiap-tiap grid. Jumlah lintasan pengukuran sebanyak dua (2) buah pada setiap grid, dimana grid berjumlah dua (2) buah dengan panjang masing-masing grid adalah 100 meter yang tersebar dilokasi yang berbeda. Adapun alasan memilih lokasi tersebut karena dari hasil pengamatan lapangan terdapat masyarakat yang menggunakan sumber air minum dan lokasi tersebut sangat dekat dengan garis pantai. Adapun tahapan-tahapan dalam pengambilan data dilapangan adalah sebagai berikut:

- a. Persiapan melakukan pengukuran, untuk menentukan lintasan pengukuran.
- b. Pengambilan data menggunakan konfigurasi elektroda Schlumberger.
- c. Arus listrik (I) dan beda potensial (V) pada kedua titik elektroda dicatat.

Pengambilan Sampel Air Sumur Warga

Sampel air sumur diambil dari rumah-rumah Warga Kelurahan Tanjung Kapal, Kecamatan Rupert, Riau. Pengambilan sampel dilakukan dengan titik koordinat yang berbeda sebanyak 5 titik sampel. Air baku diambil sebanyak 800 ml

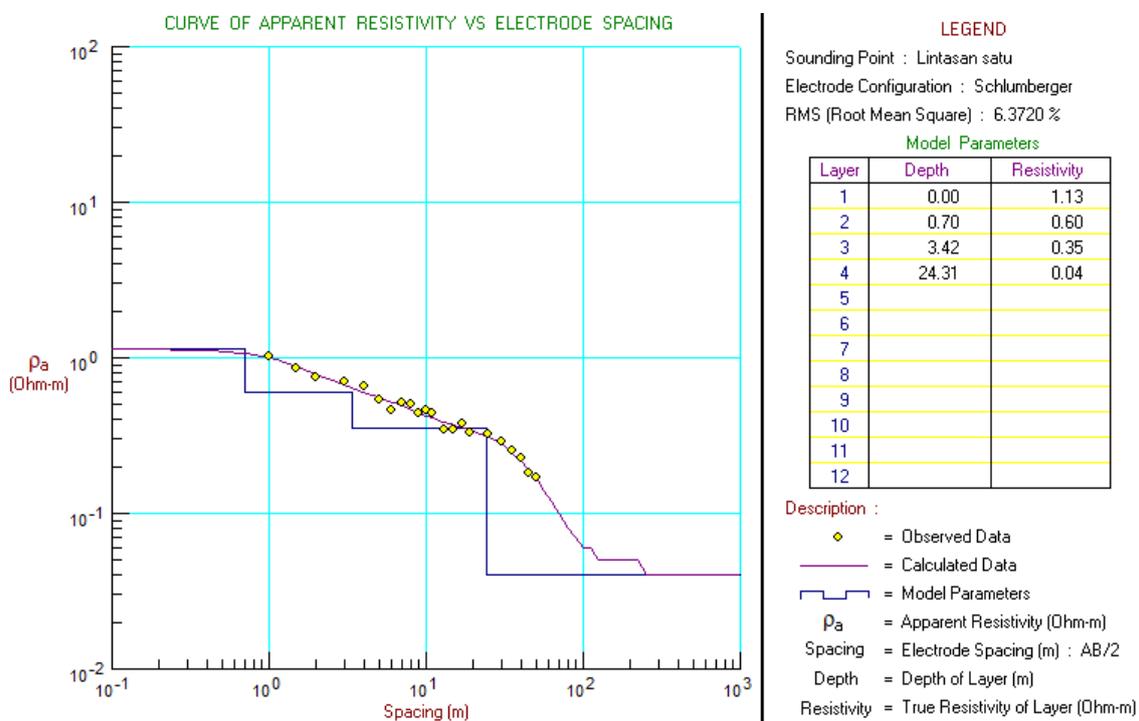
menggunakan botol air mineral pada tiap titik sampel. Sampel tersebut akan di uji dengan 2 parameter yaitu pH dan Salinitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Resistivitas dan Litologi Lintasan 1

Lintasan 1 terletak pada titik koordinat 1°43'42,61" Lintang Utara 101°27'24,14" Bujur Timur sepanjang 100meter. Jarak pengambilan data dari bibir pantai sekitar 100 meter. Perhitungan dan pengolahan data Metode

Schlumberger dengan *software Progress v3.0* menghasilkan nilai RMS-error sebesar 6,3720% dengan kedalaman lapisan hingga 36 meter dan pemodelan sebaran nilai resistansi jenis material di bawah permukaan sepanjang lintasan, seperti terlihat pada Gambar 2. Metode geolistrik Konfigurasi Schlumberger digunakan untuk mengukur nilai resistivitas pada lintasan 1 yang menimbulkan beda potensial (V) dan arus listrik (I). Berikut Hasil Pengolahan data pada lintasan 1 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Interface progress hasil pengolahan data lintasan 1.

Tabel 1. Interpretasi data lintasan 1.

Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ohm-meter)	Jenis Batuan
1	0 – 0,70	0,70	1,13	Lempung
2	0,70 – 3,42	2,72	0,60	Intrusi air laut
3	3,42 – 24,31	20,80	0,35	Pasir mengandung air laut
4	24,31 – 36	11,69	0,04	Pasir mengandung air laut

Berdasarkan Gambar 2 lintasan 1 memiliki nilai resistivitas berkisar dari 1,13 – 0,04 Ωm. Lapisan pertama dengan nilai resistivitas 1,13 Ωm dari permukaan hingga kedalaman 0,70 meter diinterpretasikan sebagai lapisan lempung. Lapisan kedua dengan nilai resistivitas 0,60 Ωm terdampak oleh intrusi air

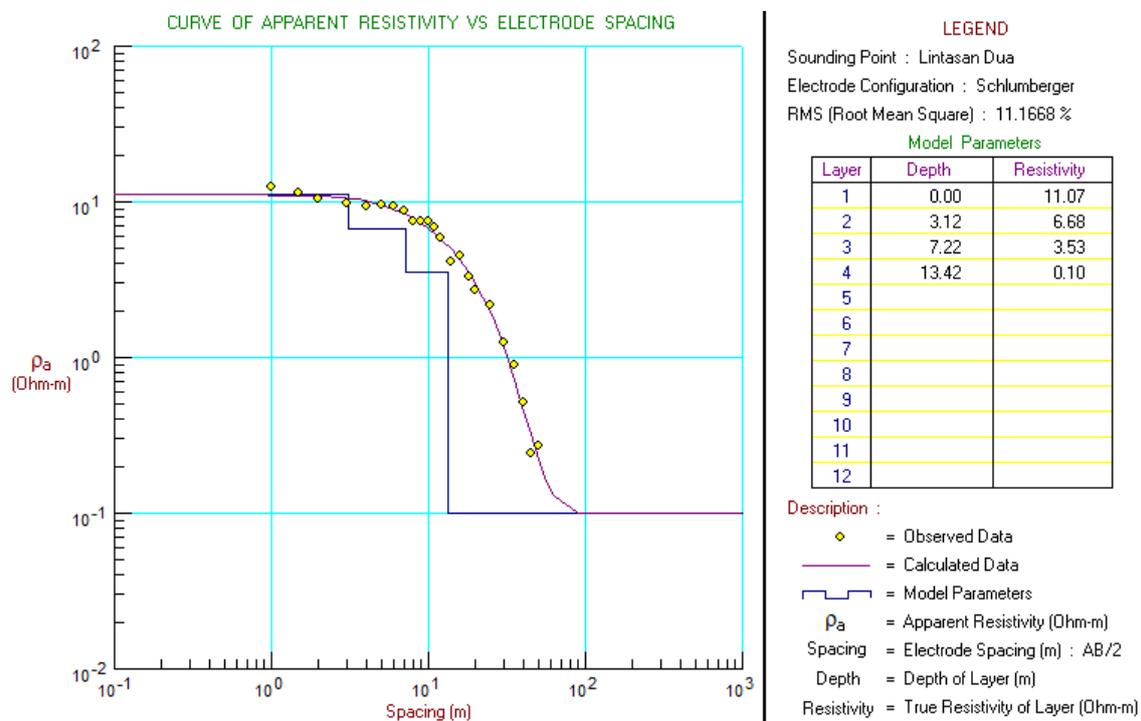
laut pada kedalaman 0,70 – 3,42 meter. Lapisan ketiga dengan nilai resistivitas 0,35 Ωm dan 0,04 Ωm pada kedalaman 3,42 – 36 meter diinterpretasikan sebagai lapisan pasir yang mengandung air laut. Suatu lintasan dapat dikatakan terintrusi air laut apabila memiliki nilai resistivitas sebesar 0,5 – 5 Ωm. Faktor

jarak dari tepi pantai mempengaruhi hal ini, semakin dekat jarak pengukuran ke pantai, maka semakin rendah nilai resistivitas, dan sebaliknya, jarak pengukuran yang semakin jauh dari garis pantai maka semakin tinggi nilai resistivitasnya. Informasi mengenai kedalaman, ketebalan, resistivitas dan jenis batuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Resistivitas dan Litologi Lintasan 2

Lintasan 2 terletak pada titik koordinat 1°43'57,1" Lintang Utara 101°27'38,18" Bujur

Timur dengan panjang lintasan 100 meter. Jarak pengambilan data dari bibir pantai sekitar 300 meter. Perhitungan dan pengolahan data metode Schlumberger dengan *software Progress v3.0* menghasilkan nilai RMS-error sebesar 11,1668% dengan kedalaman lapisan hingga 20 meter dan pemodelan sebaran nilai resistansi jenis material di bawah permukaan sepanjang lintasan, seperti terlihat pada Gambar 3. Metode geolistrik konfigurasi Schlumberger digunakan untuk mengukur nilai resistivitas pada lintasan 2 yang menimbulkan beda potensial (V) dan arus listrik (I).



Gambar 3. Interface progress hasil pengolahan data lintasan 2.

Tabel 2. Interpretasi data lintasan 2.

Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ohm-meter)	Jenis Batuan
1	0 – 3,12	3,12	11,07	Lempung
2	3,12 – 7,22	4,10	6,68	Pasir
3	7,22 – 13,42	6,20	3,53	Intrusi air laut
4	13,42 – 20	6,58	0,10	Pasir mengandung air laut

Berdasarkan Gambar 3. Lapisan bawah permukaan lintasan 2 memiliki nilai resistivitas ini berkisar antara 11,07 – 0,10 Ωm . Lapisan pertama memiliki nilai resistivitas 11,07 Ωm pada kedalaman 0 – 3,12 meter sebagai lapisan lempung. Lapisan kedua dengan nilai

resistivitas 6,68 Ωm pada kedalaman 3,12 – 7,22 meter sebagai lapisan pasir. Lapisan ketiga dengan nilai resistivitas 3,53 Ωm terdampak oleh intrusi air laut pada kedalaman 7,22 – 13,42 meter. Lapisan keempat dengan nilai resistivitas 0,10 Ωm pada kedalaman 13,42 – 20

meter merupakan lapisan pasir yang mengandung air laut. Informasi mengenai

kedalaman, ketebalan, resistivitas dan jenis batuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Hasil analisis kualitas air berdasarkan pH dan baku mutu.

Kode Sampel	Titik Koordinat	pH	Baku Mutu
1	1°43'45,2" LU 101°27'26,2" BT	7,5	6,5 – 9,0 (PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990)
2	1°43'51,8" LU 101°27'31,1" BT	7,0	
3	1°43'54,4" LU 101°27'35,2" BT	8,22	
4	1°43'57,7" LU 101°27'37,7" BT	3,40	
5	1°44'02,2" LU 101°27'40,1" BT	7,6	

Tabel 4. Hasil analisis kualitas air berdasarkan salinitas dan baku mutu.

Kode Sampel	Titik Koordinat	Salinitas (%)	Baku Mutu
1	1°43'45,2" LU 101°27'26,2" BT	0,54	Air tawar < 0,05% Air payau 0,05 – 3% Air asin 3 – 5 % Air laut > 5%
2	1°43'51,8" LU 101°27'31,1" BT	0,27	
3	1°43'54,4" LU 101°27'35,2" BT	0,14	
4	1°43'57,7" LU 101°27'37,7" BT	0,32	
5	1°44'02,2" LU 101°27'40,1" BT	0,22	

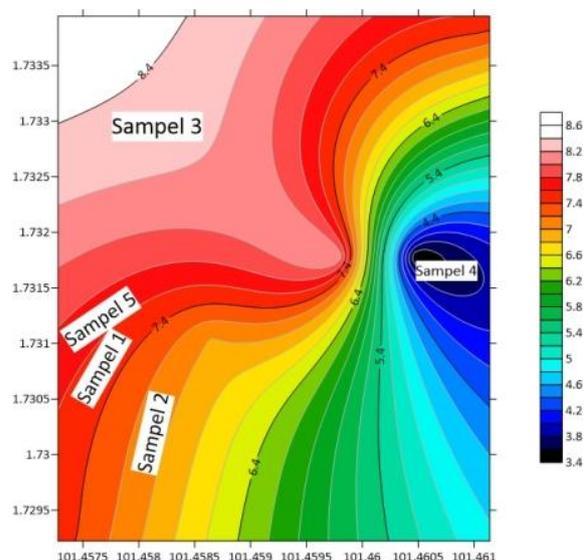
Analisis Parameter Uji Kualitas Air

kualitas air tanah pada titik-titik lokasi pengambilan sampel tersebut di uji dengan beberapa parameter yaitu pH dan salinitas. Hasil kualitas air berdasarkan pH dan salinitas dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Analisis pH

pH air normal berkisar antara 6,5 – 8,5. Tabel 3 menampilkan hasil sampel yang diuji dengan pH meter dan menunjukkan bahwa pH ketiga sampel bersifat basa (pH > 7), menghasilkan satu sampel yang bersifat netral (pH = 7), dan menghasilkan satu sampel yang bersifat asam (pH < 7). Air menjadi asam disebabkan karena nilai pH yang rendah, sehinggamakhluk hidu tidak ada yang dapat bertahan hidup dalam kondisi tersebut. Selain

itu, terjadinya korosi pada pipa berbahan logam yang akan menyebabkan air yang mengalir melalu pipa tersebut mengandung logam terlarut. Peta Kontur pH dapat dilihat pada Gambar 4.

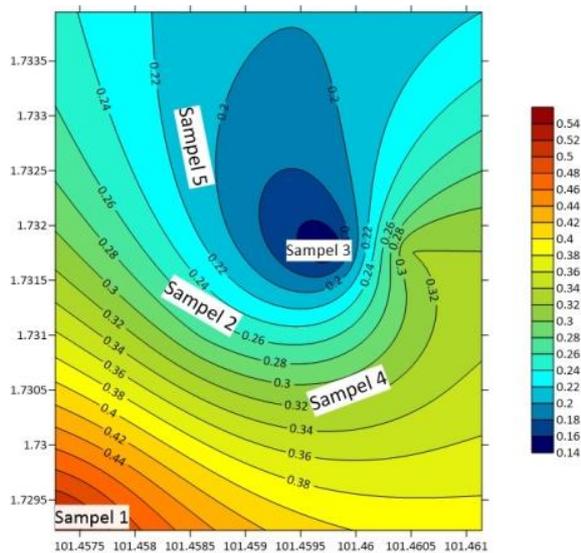


Gambar 4. Peta kontur pH.

Nilai pH rendah pada penelitian ini didapatkan pada sumur galian. Hal ini disebabkan oleh rembesan yang berasal dari tempat buangan kotoran manusia sehingga menyebabkan pH menjadi lebih rendah. Selain itu, didapatkan nilai pH yang bersifat basa pada sumur bor. Konsumsi air dengan kadar pH rendah dalam jangka panjang akan mengakibatkan gangguan pencernaan bahkan kematian pada manusia dan hewan.

Analisis Salinitas

Klasifikasi tingkat salinitas air tanah untuk parameter salinitas terbagi menjadi air tawar dengan nilai salinitas 0,05%, air payau dengan salinitas berkisar 0,05 – 3‰, air asin dengan salinitas 3 – 5‰, dan air atau air laut dengan salinitas > 5‰. Menurut teori ini, semua sampel air sumur warga mengandung air payau. Peta Kontur Salinitas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta kontur salinitas.

Pada Gambar 5 menggambarkan pola sebaran nilai Salinitas di sekitar Pantai Kelurahan Tanjung Kapal, Kecamatan Rupert, Riau. Peta kontur 1D dapat dilihat secara jelas perbedaan lokasi yang memiliki salinitas rendah dan salinitas tinggi. Lokasi yang memiliki salinitas tinggi ditandai dengan warna biru muda dan salinitas rendah berwarna biru tua. Jika air sumur tersebut digunakan untuk

kebutuhan utama, seperti air minum, masalah kesehatan seperti hipertensi atau gangguan ginjal akan berkembang seiring waktu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran nilai resistivitas di lokasi penelitian diinterpretasikan untuk lintasan 1 nilai lapisan tanah berkisar antara 1,13 – 0,04 Ωm dengan kedalaman mencapai 36 meter dan RMS-error sebesar 6,3720%. Lintasan 2 memiliki nilai resistivitas lapisan tanah berkisar antara 11,07 – 0,10 Ωm dengan kedalaman mencapai 20 meter dan RMS error sebesar 11,1668%. Pada lintasan 1 yang terdampak intrusi air laut pada lapisan 2 yang memiliki nilai resistivitas 0,60 Ωm dengan kedalaman 0,70 – 3,42 m dan pada lintasan 2 yang terdampak intrusi air laut pada lapisan 3 yang memiliki nilai resistivitas 3,53 Ωm dengan kedalaman 7,22 – 13,42 m. Pengaruh intrusi air laut menyebabkan air tanah disekitar lokasi penelitian terasa payau yang disebabkan oleh kadar garam yang relatif rendah. Kualitas air secara umum terdiri dari parameter pH sebesar 20% tidak sesuai dengan standart baku mutu dan parameter salinitas sebesar 100% air payau.

REFERENSI

- Supriyadi, S., Yulianto, A., & Haryanto, A. (2011). Research of Model Scale Seawater Intrusion using Geoelectric Method. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, **22**(3).
- Fitrianto, T. N., Supriyadi, S., Taufiq, U. A., Mukromin, T. M., & Wardana, A. P. (2018). Identifikasi potensi air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger di Kelurahan Bapangsari Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, **15**(2), 100–104.
- Triadi, T., & Indra, K. (2009). Permasalahan airtanah pada daerah urban. *Teknik*, **30**(1), 48–57.
- Defrianto, D., Lihayardi, L., & Malik, U.

- (2022). Analysis of Lightning Events Due to Rainfall and Wind Speed in Pekanbaru City. *Science, Technology & Communication Journal*, **2**(3), 89-93.
5. Santoso, J. (2002). *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: ITB.
 6. Parinata, B. (2015). Ekplorasi Air tanah dengan Metode Tahanan Jenis Menggunakan Software IPI2WIN di Desa Nagrak Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
 7. Simbolon, S., & Malik, U. (2022). Analisa Distribusi Air Bawah Tanah Di Kelurahan Tangkerang Labuai Menggunakan Metode Cooper-Jacobs Dan Geolistrik Konfigurasi Schlumberger. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **19**(2), 108-112.
 8. Putra, D., & Malik, U. (2021). Identifikasi litologi bawah permukaan menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole di wisata Hapanasan Desa Pawan Kabupaten Rokan Hulu. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **18**(2), 106-110.
 9. Loke, M. H. (1999). *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*. Penang: Geotomo Software.
 10. Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.



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