

Pemetaan Intrusi Air Laut terhadap Air Tanah Di Pantai Gandoriah Menggunakan Metode Geolistrik

Mela Rahmadani*, Afdal

Laboratorium Fisika Bumi dan Atmosfer, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia, melarahmadanibewmranal@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 22 Agustus 2022

Direvisi: 19 Oktober 2022

Diterima: 24 Oktober 2022

Kata kunci:

Gandoriah

Geolistrik

Intrusi Air Laut

Keywords:

Gandoriah

Geoelectricity

Seawater Intrusion

Penulis Korespondensi:

Mela Rahmadani

Email:

melarahmadanibewmranal@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk memetakan intrusi air laut di kawasan wisata pantai Gandoriah, kota Pariaman. Data yang digunakan merupakan data primer hasil pengambilan data di lapangan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner 2 dimensi. Akuisisi data dilakukan pada 3 lintasan yaitu Lintasan 1 dan 2 berada sejajar dengan pantai dan Lintasan 3 tegak lurus dengan pantai. Dari penampang tahanan jenis bawah permukaan diduga telah terjadi intrusi air laut di pantai Gandoriah pada kedalaman 1,25 m-13,4 m. Daerah intrusi air laut berada di bagian Barat Laut daerah penelitian sejauh 120 m dari bibir pantai.

A research to map seawater intrusion in the Gandoriah beach tourism area, Pariaman city has been carried out. The data used is primary data from the results of data collection in the field using the geoelectric method of resistivity with a 2 dimensional Wenner configuration. Data acquisition conducted on 3 lines, 2 parallel to the beach and Line 3 is perpendicular to the beach. Resistivity cross section of the subsurface show seawater intrusion have occurred on the Gandoriah beach at a depth of 1.25 m – 13.4 m. The seawater intrusion area is in the northwest as far 120 m from the shoreline.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Pantai Gandorih merupakan salah satu pantai yang berada di Kelurahan Pasir, Kecamatan Pariaman Tengah, Kota Pariaman. Perpaduan pantai yang strategis, panorama laut yang indah dan konturnya yang landai, membuat pantai ini menjadi salah satu objek wisata pantai yang paling banyak diminati. Kawasan wisata ini mempunyai potensi pariwisata untuk dapat dikembangkan lebih jauh, karena kondisi pantainya yang menarik dan indah. Seiring dengan perkembangan kawasan wisata tersebut maka kebutuhan air bersih akan terus meningkat. Seiring peningkatan kebutuhan air bersih, maka eksploitasi air tanah akan semakin besar. Hal ini dapat mengakibatkan persediaan air tanah semakin berkurang. Berkurangnya kandungan air tanah pada lapisan akuifer dapat mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan hidrostatik air tawar dan air asin. Bila tekanan hidrostatik air tawar berkurang maka terjadi intrusi air asin yang meningkatkan kadar garam pada akuifer (Saila & Azmeri, 2013).

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa pantai Gandorih yang terletak di kota Pariaman merupakan jenis pantai berpasir (*Sandy Beaches*) yang termasuk dalam kawasan yang mempunyai kerentanan cukup tinggi terhadap banjir Rob (Ondara *et al.*, 2018). Banjir rob adalah kejadian atau fenomena alam, dimana air laut masuk ke daratan pada waktu permukaan air laut mengalami pasang (Marfai *et al.*, 2017). Selain itu, pantai Gandorih juga merupakan kawasan yang mempunyai kondisi hutan mangrove dalam kondisi rusak berat 80 % (Darlan & Kamiludin, 2008). Kerusakan hutan mangrove ini dapat menyebabkan air laut mudah menuju ke daratan karena tidak ada yang menghalangi lajunya air laut baik pasang air laut atau gelombang air laut. Hal inilah yang dapat memicu terjadinya intrusi air laut (Widada, 2010).

Berdasarkan survei wawancara yang telah dilakukan dengan masyarakat di sekitar kawasan wisata pantai Gandorih, air tanah yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari diduga telah tercemar oleh air laut karena kondisi air yang cenderung payau. Intrusi air laut adalah masuk atau menyusupnya air laut ke dalam pori-pori batuan yang disebabkan oleh pengambilan air tanah yang berlebihan sehingga pori-pori batuan yang semula diisi oleh air tawar dapat terganti oleh masuknya air laut dan menyebabkan air tanah berubah menjadi air payau atau asin (Darwis, 2018). Intrusi air laut dapat menyebabkan dampak dalam berbagai aspek kehidupan diantaranya gangguan kesehatan, penurunan kesuburan tanah, kerusakan bangunan dan lain sebagainya (Widada, 2010).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya intrusi air laut terhadap air tanah adalah metode geolistrik tahanan jenis (*Resistivity*) dengan menggunakan konfigurasi Wenner. Metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Wenner dapat memberikan gambaran lapisan bawah permukaan dalam arah lateral sehingga cukup berhasil dalam mengidentifikasi adanya intrusi air laut terhadap air tanah.

Pada beberapa penelitian sebelumnya, yaitu Astutik *et al.*, (2016), Pryambodo & Prihantono (2017) dan Pujianiki & Simpen (2018), telah mengidentifikasi intrusi air laut menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner. Penelitian yang dilakukan oleh Astutik *et al.*, (2016) mendapatkan harga hambatan jenis yang mengandung air laut berkisar antara 0,40 Ω m hingga 6,40 Ω m dengan kedalaman 10 m hingga 19,6 m. Pryambodo & Prihantono (2017) memperoleh harga hambatan jenis berkisar antara 3,41 Ω m hingga 21,1 Ω m dengan kedalaman 20 m. Pujianiki & Simpen, (2018) mendapatkan nilai hambatan jenis batuan yang terintrusi air laut berkisar 0,5 Ω m hingga 30 Ω m pada kedalaman 5-10 m. Berdasarkan penelitian di atas dan belum adanya data atau informasi terkait dengan penelitian di pantai Gandorih, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi sebaran intrusi air laut di kawasan wisata tersebut menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner.

II. METODE

Lokasi penelitian adalah daerah pesisir pantai Gandorih yang berada di Kelurahan Pasir, Kecamatan Pariaman Tengah, Kota Pariaman. Pengambilan data geolistrik dilakukan dengan konfigurasi Wenner pada 3 lintasan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Lintasan 1 dan 2 sejajar dengan pantai dan Lintasan 3 tegak lurus dengan pantai. Lintasan 1 dan 2 memiliki panjang 200 m dengan 129 datum point, jarak elektroda terpendek adalah 5 m dan Lintasan 3 memiliki panjang 80 m dengan jumlah titik datum 38 dan jarak elektroda terpendek 5 m. Lintasan 1 terletak pada koordinat 0°37'32.30" LS dan 100°6'57.00" BT sampai 0°37'25.98" LS dan 100°6'55.52" BT. Lintasan 2 terletak pada koordinat

0°37'32.69" LS dan 100°6'54.90" BT sampai 0°37'26.27" LS dan 100°6'53.74" BT. Lintasan 3 terletak pada koordinat 0°37'25.26" LS dan 100°6'55.32" BT sampai 0°37'24.81" LS dan 100°6'57.88" BT.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan survei pada daerah penelitian untuk melihat kondisi daerah penelitian. Survei dilakukan untuk menentukan lintasan pengukuran. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya G-Sound (GL-4100) *Resistivitymeter* digunakan untuk mengukur arus dan tegangan listrik, elektroda arus dan elektroda potensial, aki 12 volt, palu, empat gulung kabel dengan panjang 50 m dan laptop.

Adapun tahapan pengambilan data adalah elektroda-elektroda arus A dan B dan tegangan M dan N ditancapkan pada posisi sesuai dengan data pada tabel akuisisi untuk titik data yang pertama, injeksikan arus dengan menekan tombol *Inject* pada alat *Resistivitymeter* selama 4 sampai 5 detik, selanjutnya dicatat kuat arus (I) dan beda potensial (ΔV) yang terukur pada alat *Resistivitymeter*. Langkah ini diulangi untuk datum point selanjutnya sampai datum point yang terakhir. Setelah pengambilan data, data-data yang diperoleh diolah menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*, *Notepad* dan *Res2DInv*. Pengolahan data diawali dengan menghitung faktor geometri konfigurasi Wenner menggunakan Persamaan 1

$$K = 2\pi a \quad (1)$$

dengan a adalah spasi elektroda. Selanjutnya menghitung nilai resistivitas semu (*Apparent Resistivity*) menggunakan Persamaan 2

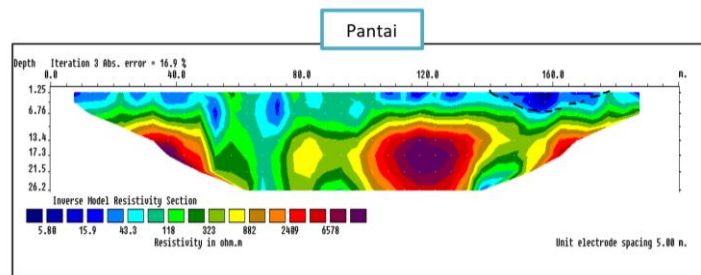
$$\rho_a = KR \quad (2)$$

dengan ρ_a adalah nilai resistivitas semu, R adalah resistansi dan K adalah faktor geometri. Selanjutnya data-data yang diperoleh disusun dengan *Notepad* dan disimpan dalam ekstensi *.dat*. Kemudian dilakukan inversi data dengan menggunakan *Software Res2DInv* yang akan menampilkan penampang lintang lapisan di bawah permukaan lintasan pengukuran. Penampang lintang lapisan di bawah permukaan ini akan diinterpretasikan dan dilakukan analisis.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Lintasan 1

Penampang lintang lapisan di bawah Lintasan 1 ditampilkan pada Gambar 2. Dari hasil penampang model tersebut dapat dilihat bahwa nilai error yang diperoleh setelah dilakukan iterasi sebanyak 3 kali adalah 16,9 % dan penetrasi kedalaman pengukuran mencapai 26,2 m. Gambar 2 menunjukkan bahwa distribusi tahanan jenis lapisan di bawah permukaan Lintasan 1 berkisar antara 5,80 Ωm – 6578 Ωm . Berdasarkan nilai resistivitasnya, lapisan di bawah permukaan Lintasan 1 terdiri atas 6 jenis batuan. Jenis batuan pertama dengan nilai resistivitas berkisar 5,80 Ωm – 6,07 Ωm yang berwarna biru tua diinterpretasikan sebagai batuan lempung berpasir yang mengandung air payau keasinan. Lapisan ini tersusun dari 7 % material berukuran lempung, 50 % material berukuran pasir dan 43 % material berukuran lanau. Lapisan ini didominasi oleh material pasir yang mempunyai potensi air tanah yang cukup besar karena lapisan tersebut berupa lapisan yang dapat menyimpan cadangan air dalam jumlah besar (Sugito *et al.*, 2019). Jenis batuan kedua dengan rentang nilai resistivitas yang berada dalam rentang nilai resistivitas berkisar 15,9 Ωm – 28,7 Ωm yang berwarna biru muda diinterpretasikan sebagai air dalam lapisan alluvial. Jenis batuan ketiga, keempat dan kelima dengan rentang nilai resistivitas berkisar 43,3 Ωm – 882 Ωm diinterpretasikan sebagai alluvium yang terdiri dari lempung, lanau, pasir, kerikil & pasir kasar. Jenis batuan keenam dengan rentang nilai resistivitas berkisar 2409 Ωm – 6578 Ωm yang berwarna orange dan ungu tua diinterpretasi sebagai granit dan batu pasir kuarsa. Lapisan batuan granit dan batu pasir kuarsa ini merupakan lapisan batuan keras (Edge, 1931).

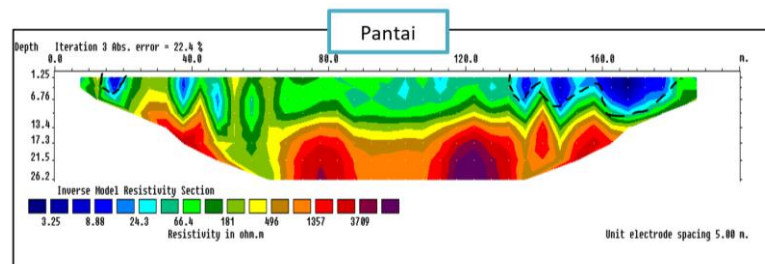


Gambar 2 Penampang Lintang Lapisan di Bawah Lintasan 1

Pada Gambar 2 dapat dilihat terdapat anomali nilai resistivitas yang rendah yaitu 5,80 Ωm – 6,07 Ωm yang divisualisasikan dengan warna biru tua yang diduga sebagai lapisan yang terintrusi air laut. Berdasarkan literatur, nilai resistivitas yang rendah menandakan telah adanya intrusi air laut ringan (Pujianiki and Simpen, 2018). Intrusi air laut yang terlihat pada Gambar 2 berada pada jarak 157,5 m – 167,5 m dari titik awal pengukuran dengan kedalaman 1,25 m – 10 m dari permukaan tanah.

3.2 Lintasan 2

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai error yang diperoleh setelah dilakukan iterasi sebanyak 3 kali adalah 22,4 % dengan penetrasi kedalaman pengukuran mencapai 26,2 m. Lapisan di bawah permukaan Lintasan 2 menunjukkan bahwa lapisan memiliki nilai resistivitas berkisar 3,25 Ωm – 3709 Ωm yang divisualisasikan dengan range warna biru tua hingga ungu tua. Lapisan di bawah permukaan Lintasan 2 terdiri atas 6 jenis batuan yaitu pasir dan kerikil yang mengandung air asin, air dalam lapisan alluvial, alluvium yang terdiri dari lempung, lanau, pasir & kerikil dan batuan granit & batu pasir kuarsa (Edge, 1931).

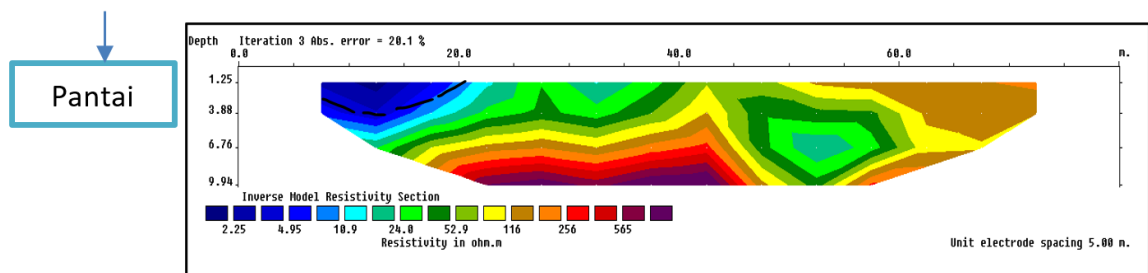


Gambar 3 Penampang Lintang Lapisan di Bawah Lintasan 2

Berdasarkan penampang lintang resistivitas lapisan pada Gambar 3 dan berdasarkan literatur dapat diketahui bahwa yang diduga sebagai lapisan yang terintrusi air laut berupa batuan pasir dan kerikil dengan nilai resistivitas berkisar $3,25 \Omega\text{m} - 7,23 \Omega\text{m}$ yang tersebar pada jarak 27,5 m, 137,5 m – 147,5 m dan 167,5 m – 177,5 m dari titik awal pengukuran dengan kedalaman 1,25 m – 13,4 m dari permukaan tanah. Intrusi air laut yang tersebar pada lintasan 2 ini tidak terlalu luas, namun dalam status ringan (Pujianiki & Simpen, 2018).

3.3 Lintasan 3

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai RMS error yang diperoleh pada Lintasan 3 ini adalah 20,1 % dengan penetrasi kedalaman pengukuran mencapai 9,94 m. Distribusi nilai resistivitas lapisan di bawah permukaan Lintasan 3 berkisar $2,25 \Omega\text{m} - 565 \Omega\text{m}$ yang divisualisasikan dengan range warna biru tua sampai ungu tua. Lapisan di bawah permukaan Lintasan 3 terdiri atas 5 jenis batuan yaitu pasir dan kerikil yang mengandung air asin, air dalam lapisan alluvial, alluvium yang terdiri dari lempung, lanau, pasir dan kerikil, pasir dan kerikil kering, granit, dan batu pasir kuarsa. Berdasarkan penampang lintang resistivitas batuan (Gambar 4) dan literatur (Edge, 1931) dapat diketahui bahwa yang diduga sebagai lapisan terintrusi air laut berupa batuan pasir dan kerikil dengan nilai resistivitas berkisar $2,25 \Omega\text{m} - 4,96 \Omega\text{m}$ yang berada pada jarak 7,5 m – 12,5 m dari titik awal pengukuran dengan kedalaman 1,25 m – 6,76 m dari permukaan tanah. Intrusi air laut pada Lintasan 3 diduga mencapai 120 m dari bibir pantai.



Gambar 4 Penampang Lintang Lapisan di Bawah Lintasan 3

3.4 Analisis Intrusi Air Laut dari 3 Lintasan

Penyebaran intrusi air laut pada Lintasan 2 lebih dalam dan luas dibandingkan dengan Lintasan 1. Kedalaman intrusi air laut yang terlihat pada Lintasan 2 dimulai dari kedalaman 1,25 m – 13,4 m sedangkan kedalaman intrusi yang terlihat pada Lintasan 1 lebih dangkal yaitu pada kedalaman 1,25 m – 10 m dari permukaan tanah. Hal ini dikarenakan Lintasan 2 lebih dekat dari bibir pantai dibandingkan dengan Lintasan 1. Untuk Lintasan 3, kedalaman intrusi air laut yang terdeteksi yaitu 1,25 m – 6,7 m dari permukaan tanah. Secara umum kedalaman intrusi air laut yang terdeteksi dari ketiga lintasan yaitu berada pada kedalaman yang dangkal dan menyebar hingga 120 m dari bibir pantai.

Penyebaran intrusi air laut dari ketiga lintasan berada pada lapisan akuifer tak tertekan (*Unconfined Aquifer*) dengan litologi berupa pasir dan kerikil. Pasir dan kerikil diduga telah terjadi intrusi air laut dikarenakan mempunyai permeabilitas yang tinggi untuk meloloskan fluida (Muslim *et al.*, 2021). Nilai permeabilitas kerikil $> 10 \text{ mm/dt}$ dan pasir $10 - 10^{-4} \text{ mm/dt}$ (Liliwanti *et al.*, 2016). Permeabilitas batuan sangat berpengaruh terhadap terjadinya intrusi air laut. Semakin besar nilai permeabilitas suatu batuan maka semakin mudah untuk dilewati air resapan dari laut.

Tingginya tingkat kerentanan banjir Rob yang terjadi pada daerah penelitian juga merupakan salah satu penyebab intrusi air laut pada lapisan akuifer dangkal. Hal ini dikarenakan terjadi banjir Rob yang bisa mencapai kenaikan 6 m dari atas permukaan tanah (Ondara *et al.*, 2018). Akibat adanya banjir Rob yang terjadi karena pasang surut air laut yang terjadi di daerah penelitian, air laut menyusup ke dalam akuifer dangkal sehingga terjadi degradasi kualitas air tanah pada akuifer menjadi payau.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diduga telah terjadi intrusi air laut di pantai Gandorih dengan status ringan pada kedalaman 1,25 m – 13,4 m dari permukaan tanah. Daerah intrusi air laut berada di bagian Laut

sejauh 120 m dari bibir pantai. Semakin jauh dari pantai kedalaman intrusi air laut semakin dangkal dan luasnya semakin berkurang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kemristekdikti yang telah mendanai penelitian ini dan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, P., Wahyono, C., Sadok, S., Program, S., Fisika, S., Matematika, F., Ilmu, D., *et al.* (2016), "Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Di Desa Kampung Baru, Tanah Bumbu", *Jurnal Fisika FLUX*, Vol. 13 No. 2, pp. 2514–1713.
- Darlan, Y. and Kamiludin, U. (2008), "Penelitian Lingkungan Pantai Dan Logam Berat Perairan Pariaman-Padang-Bungus Teluk Kabung Sumatera Barat", *Jurnal Geologi Kelautan*, Vol. 6 No. 1, pp. 12–22.
- Darwis. (2018), *Pengelolaan Air Tanah Di Indonesia*, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada (UGM), available at: https://www.researchgate.net/profile/Heru_Hendrayana/publication/275533360_Ketahanan_Air-Pengelolaan_Airtanah_di_Indonesia_2007_Heru_Hendrayana/links/553f36390cf20184050faacb.pdf.
- Edge, A.B. (1931), *Applied Geophysics, Nature*, Vol. 127, available at: <https://doi.org/10.1038/127783a0>.
- Liliwanti, Silvianengsih and Satwarningrat. (2016), "Kestabilan Lereng Berdasarkan Intensitas Curah", Vol. XIII No. 2.
- Marfai, M.A., Mardiatno, D., Cahyadi, A., Nucifera, F. and Prihatno, H. (2017), "Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan", *Jurnal Bumi Lestari*, Vol. 13(2) No. December 2018, pp. 244–256.
- Muslim, Azwar, A. and Muhardi. (2021), "Identifikasi Sebaran Intrusi Air Laut di Sekitar Area Pelabuhan Internasional", *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, Vol. 11 No. 1, pp. 19–26.
- Ondara, K., Rahmawan, G.A. and Pitri, Y.A. (2018), "Kerentanan Pesisir Kota Pariaman, Sumatera Barat Menggunakan Pemodelan Numerik Hidro-Oseanografi", *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan*, No. September, pp. 13–24.
- Pryambodo, D.G. and Prihantono, J. (2017), "Pendugaan Air Payau Dengan Tomografi Geolistrik Di Pulau Karimunjawa Jawa Tengah", *Jurnal Kelautan Nasional*, Vol. 12 No. 1, p. 27.
- Pujianiki, N.N. and Simpen, I.N. (2018), "Aplikasi Geolistrik pada Pemetaan Daerah Intrusi Air Laut di Pantai Candidasa", *Media Komunikasi Teknik Sipil*, Vol. 24 No. 1, p. 29.
- Saila, M. and Azmeri, dan. (2013), "a-137 Pengaruh Intrusi Air Laut Terhadap Akuifer Pantai Pada Kawasan Wisata Pantai Iboih Sabang (187a)", *Universitas Sebelas Maret (UNS)-Surakarta*, Vol. 7 No. 7, pp. 24–26.
- Sugito, Hartono, Irayani, Z. and Abdullatif, R.. (2019), "Eksplorasi potensi akuifer menggunakan metode geolistrik resistivitas di desa plana kec. somagede kab. banyumas", Vol. 7 No. November, pp. 12–22.
- Widada, S. (2010), "Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Kota Pekalongan", *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, Vol. 12 No. 1, pp. 45-52–52.