

Identifikasi Intrusi Air Laut dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner di Daerah Pantai Mertasari Sanur Denpasar

Identification of Seawater Intrusion by Geoelectrical Method of Wenner Configuration in Mertasari Beach, Sanur, Denpasar

Bayun Kurniawan, I Ketut Sukrasa*, I Ketut Putra

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Email: bayunkurniawan@unud.ac.id; [*iketutsukrasa@unud.ac.id](mailto:iketutsukrasa@unud.ac.id); putra_jongrang@rocketmail.com

Abstrak – Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana intrusi air laut terjadi di daerah Pantai Mertasari, Sanur, Denpasar dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner. Pengukuran dilakukan pada 5 lintasan dengan menggunakan resistivity meter tipe Naniura NDR 300HF. Hasil pengukuran pada lintasan 1 dan 2 menunjukkan bahwa telah terjadi intrusi air laut dengan nilai resistivitas 0,233 ohm.m dan 0,202 ohm.m. Pada lintasan 3 juga telah terdeteksi intrusi air laut dengan nilai resistivitas 0,268 ohm.m pada jarak terjauhnya adalah 1013 m dari lintasan 1. Pada lintasan 4 dengan nilai resistivitas 2,11 ohm.m dan 5 dengan nilai resistivitas 1,58 ohm.m menunjukkan bahwa lintasan tersebut belum terintrusi air laut. Hasil analisa sampel air sumur pada lintasan 1 dan 2 menunjukkan nilai salinitas yang tinggi yang menandakan telah terjadi intrusi air laut, Sedangkan air sumur pada lintasan 3 nilai salinitasnya rendah dan tidak dikategorikan sebagai air laut karena jarak sumurnya 1041 m dari lintasan 1.

Kata kunci: Intrusi air laut, geolistrik, konfigurasi Wenner, resistivity meter, air sumur.

Abstract – Research has been conducted to determine the extent to which saltwater intrusion occurs in the area of Mertasari Beach, Sanur, Denpasar by using the Wenner configuration geoelectric method. Measurements are carried out on 5 track paths using a resistivity meter, the Naniura NDR 300HF type. The results of measurement on track paths 1 and 2 shows that saltwater intrusion has occurred with a resistivity of 0.233 ohm.m and 0.202 ohm.m. On track path 3 the saltwater intrusion has also occurred with a resistivity value of 0.268 ohm.m with the furthest intruded distance being 1013 m from track path 1. On track path 4 with a resistivity of 2.11 ohm.m, and on track path 5 with a resistivity of 1.58 ohm.m, there has not been any evidence of saltwater intrusion. Analysis results from the ground well water samples on track paths 1 and 2 have also shown a high level of salinity which indicate saltwater intrusion has occurred, while the ground well water on track path 3 is not categorized as saltwater because the distance of the well is 1041 m from the track path 1.

Keywords: Saltwater intrusion, geoelectricity, Wenner configuration, resistivity meter, ground well water.

1. Pendahuluan

Pantai Mertasari merupakan salah satu pantai yang berada di kota Denpasar. Selain karena keindahan pantainya, kawasan Mertasari adalah kawasan yang padat penduduk. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk berdampak pula pada peningkatan akan kebutuhan air pada kawasan tersebut. Sumber air tawar yang digunakan di kawasan tersebut kebanyakan masih berasal dari sumur bor. Bila pengambilan air tanah ini dilakukan terus menerus dikhawatirkan akan terjadi intrusi air laut di daerah Pantai Mertasari.

Intrusi air laut merupakan suatu peristiwa penyusupan atau meresapnya air laut atau air asin ke dalam air tanah. Intrusi air tanah pada pesisir pantai ditandai dengan keadaan air yang tidak bersih dan rasanya asin [1]. Untuk itu perlu dilakukan antisipasi dengan cara melakukan penelitian mengenai intrusi air laut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan metode geolistrik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana intrusi air laut ini terjadi di daerah Pantai Mertasari Sanur. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik konfigurasi wenner dan juga menganalisis tingkat keasinan air sumur. Hasil yang didapatkan akan membantu menjawab apakah ada intrusi air laut di kawasan Pantai Mertasari Sanur, Denpasar.

2. Landasan Teori

2.1 Intrusi air laut

Intrusi air laut adalah masuknya air laut atau air asin ke dalam air tanah atau air tawar. Kasus intrusi air laut merupakan masalah yang sering terjadi di daerah pesisir pantai. Intrusi air laut ini ditandai dengan keadaan air sumur yang rasanya menjadi asin. Fenomena masuknya air laut ke dalam air tanah ini disebabkan akibat perbedaan berat jenis antara air laut yakni sebesar 1.025 kg/m^3 dan berat jenis air tawar adalah 1.000 kg/m^3 [2].

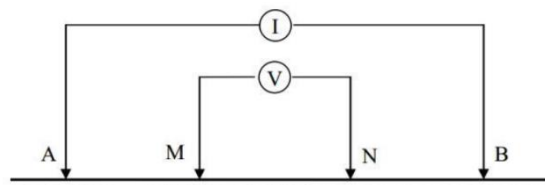
Salah satu indikator terjadinya intrusi adalah tingkat salinitas larutan. Salinitas merupakan konsentrasi total ion yang terdapat di perairan [3]. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan ionida digantikan oleh klorida, dan semua bahan organik telah dioksidasi. Terdapat empat klasifikasi nilai salinitas yang disajikan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Klasifikasi nilai salinitas [4].

| No | Salinitas (mg/L) | Jenis Air | Keterangan |
|----|------------------|------------|-----------------------------|
| 1 | < 0,05 | Air tawar | Air danau, Air Sungai |
| 2 | 0,05 – 3,00 | Air payau | Campuran air asin dan tawar |
| 3 | 3,00 – 5,00 | Air saline | Air Asin |
| 4 | >5 | Brine | Air Garam |

2.2 Geolistrik

Geolistrik adalah ilmu geofisika yang mempelajari sifat-sifat listrik material di bawah permukaan bumi. Metode geolistrik ini mengukur beda potensial listrik yang mengalir akibat penginjeksian arus listrik ke bawah permukaan bumi [5]. Pengukuran dilakukan dengan cara memasang dua elektroda arus listrik dan juga dua elektroda potensial listrik sesuai aturan letak elektroda dan dialiri arus listrik searah (*direct current*), sehingga dihasilkan nilai beda potensial listrik dan arus listrik dari permukaan tanah [6]. Pada saat mengukur dengan geolistrik, bumi akan dianggap homogenistropis dimana material penyusun permukaan bumi dianggap sama [7]. Perumusan teoritis geolistrik didasarkan pada perhitungan nilai potensial listrik dan arus listrik yang diinjeksikan ke bawah permukaan bumi [8].



Gambar 1. Susunan pemasangan letak elektroda arus dan potensial pada permukaan bumi.

Jarak pemasangan letak elektroda arus dan potensial pada permukaan bumi berbeda-beda tergantung konfigurasi yang digunakan. Beda potensial antara M dan N dapat ditentukan dengan Persamaan 1 [9].

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right] \quad (1)$$

Berdasarkan pada Persamaan 1, maka dapat dihitung nilai resistivitas (ρ) material di bawah permukaan tanah menggunakan Persamaan 2 [9].

$$\rho = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

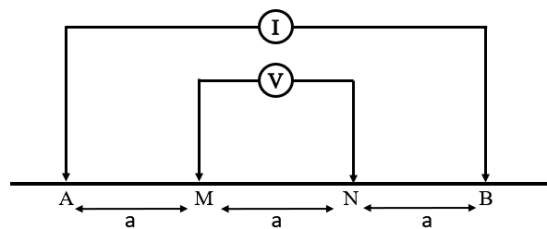
atau

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

Dengan ρ adalah resistivitas (ohm.m), K adalah faktor geometri (m), ΔV adalah beda potensial listrik (V) dan I adalah arus listrik (A).

2.3 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi Wenner merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam penelitian geolistrik dengan susunan jarak spasi yang sama panjang yaitu $AM = MN = NB = a$. Target kedalaman yang mampu dicapai pada metode ini adalah $a/2$. Dalam akuisisi data lapangan susunan elektroda arus dan potensial diletakkan simetri dengan titik soundingnya (titik amat). Adapun letak susunan elektroda pada konfigurasi Wenner ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Susunan letak elektroda jenis Wenner.

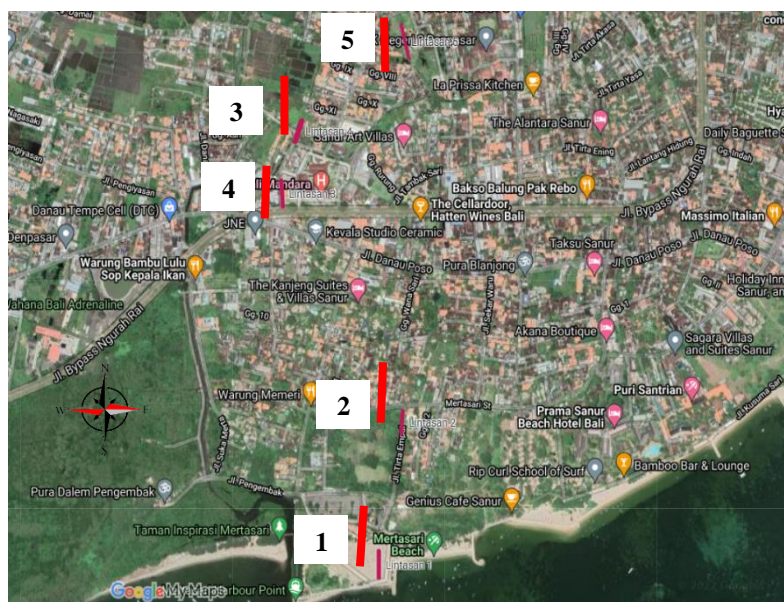
Berdasarkan Persamaan 3 maka nilai faktor geometri untuk konfigurasi Wenner dapat ditentukan menggunakan Persamaan 4 [9].

$$K = 2\pi a \quad (4)$$

dengan a adalah jarak elektroda (m).

3. Metode Penelitian

Pengukuran geolistrik konfigurasi Wenner dilakukan menggunakan resistivity meter tipe Namira NDR 300 HF. Jumlah elektroda yang digunakan adalah 24 buah dimana 12 buah elektroda arus dan 12 buah elektroda potensial. Pengukuran dilakukan di 5 lintasan yang berbeda. Lintasan 1 dan 3 memiliki jarak antar elektroda yang sama yaitu 3 meter dengan panjang lintasan 69 meter. Lintasan 2 dan 4 menggunakan jarak antar elektrodanya 2,5 meter mendapatkan lintasan sepanjang 57,5 meter dan lintasan 5 mendapatkan total lintasan 92 meter dengan jarak antar elektrodanya 4 meter. Adapun desain lintasannya seperti tampak pada Gambar 3.



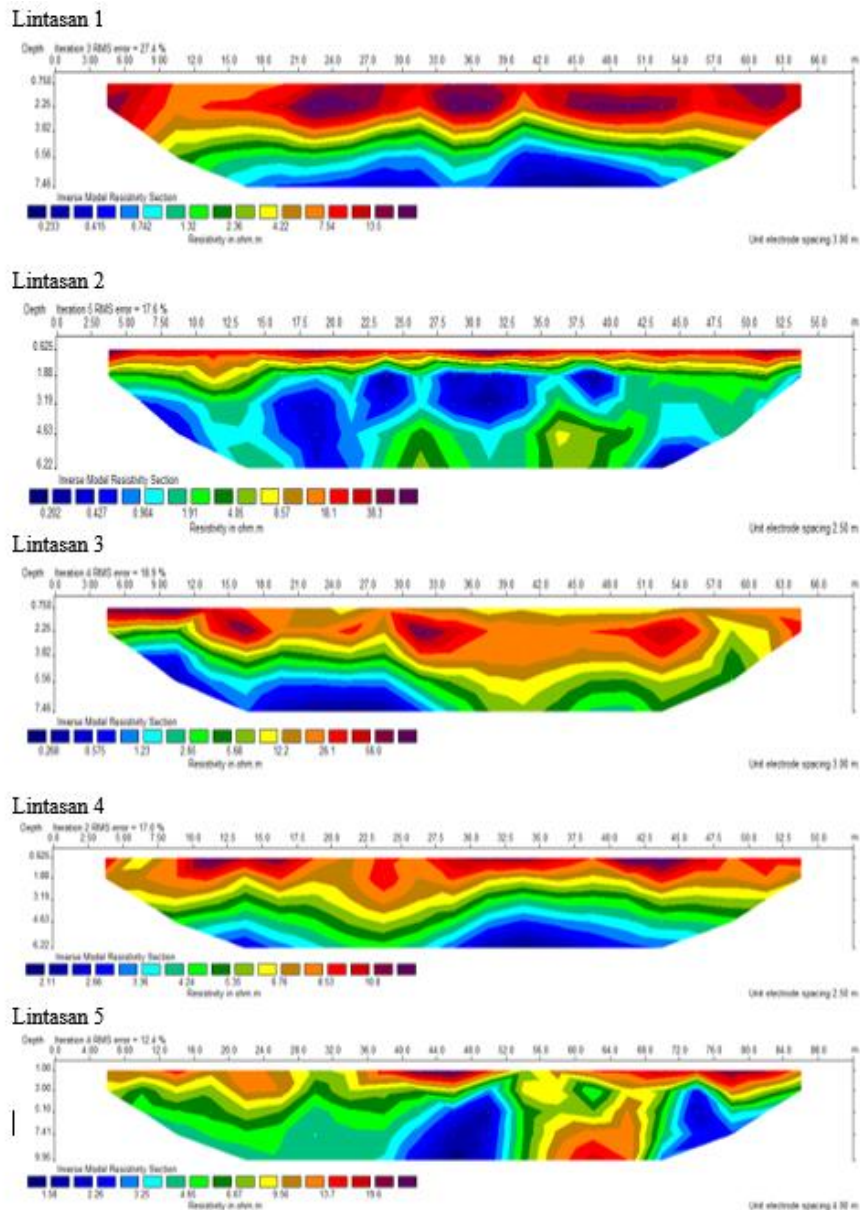
Gambar 3. Lintasan pengukuran geolistrik (Google Maps, 2022).

Pengukuran ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai arus listrik, potensial listrik, jarak elektroda dan panjang lintasan. Selanjutnya menghitung nilai faktor geometri menggunakan Persamaan 4 dan juga menghitung nilai resistivitas semu menggunakan Persamaan 3. Nilai resistivitas semu yang didapatkan akan diolah menggunakan *software Res2dinv* untuk memperoleh gambaran bawah permukaan tanah. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengambilan sampel air sumur yang nantinya akan di uji di Laboratorium Analitik Universitas Udayana.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Pengukuran geolistrik

Berdasarkan analisis *software Res2dinv*, diperoleh gambaran permukaan tanah bawah pada 5 lintasan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Gambaran hasil pengolahan geolistrik menggunakan *software Res2dinv* pada 5 lintasan.

Berdasarkan pada Gambar 4, intrusi air laut ditunjukkan dengan nilai resistivitas diantara 0,2 – 0,3 ohm.m. Hasil pengukuran lintasan 1 yang berada di koordinat 115°15'1,3" BT sampai 115°15'1,5" BT dan 8°42'46,8" LS sampai 8°42'44,6" LS telah terjadi intrusi air laut dengan nilai resistivitas 0,233 ohm.m pada kedalaman 5,56 m. Intrusi juga telah terjadi di lintasan 2 di koordinat 115°15'3,3" BT

sampai 115°15'3,5" BT dan 8°42'34,4" LS sampai 8°42'32,6" LS dengan resistivitas 0,202 ohm.m pada kedalaman 1,88 m.

Lintasan 3 pada koordinat 115°14'52,4" BT sampai 115°14'52,2" BT dan 8°42'15" LS sampai 8°42'12,8" LS dengan nilai resistivitas 0,268 ohm.m pada kedalaman 7,46 m. Pada lintasan 3 ini daerah yang memiliki nilai resistivitas 0,268 ohm.m hanya sampai 27 meter dari awal lintasan 3 atau berjarak 1013 meter dari titik awal lintasan 1, ini menandakan hanya sebagian lintasan yang sudah terintrusi air laut. Lintasan 4 yang berada di 115°14'53,5" BT sampai 115°14'54,1" BT dan 8°42'9,4" LS sampai 8°42'7,5" LS dan lintasan 5 yang berada di koordinat 115°15'4" BT sampai 115°15'3,4" BT dan 8°42'2,3" LS sampai 8°41'59,4" LS belum ada nilai resistivitas yang menunjukkan telah terjadi intrusi air laut.

4.2 Analisa sampel air sumur

Setelah dilakukan uji sampel air sumur yang diperiksa di laboratorium analitik didapatkan data seperti pada Tabel 2. Dari Tabel 2 didapatkan bahwa sampel air sumur di lintasan 1 dan 2 memiliki nilai 30 dan 8 mg/L, selanjutnya pada lintasan 3, 4 dan 5 nilainya masih 0. Dari data ini mengindikasikan bahwa tingkat salinitas di sampel lintasan 1 dan 2 melebihi angka 5 mg/L, maka dipastikan air sumur pada lintasan 1 dan 2 memiliki kadar garam yang tinggi melebihi air tawar pada umumnya.

Tabel 2. Hasil uji salinitas air sumur pada kelima lintasan.

| Lintasan | Parameter | Metode Ukur | Hasil Uji (mg/L) | Koordinat |
|----------|-----------|---------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | Salinitas | Refraktometer | 30 | 115°15'1,3" BT dan °42'46,8" LS |
| 2 | Salinitas | Refraktometer | 8 | 115°15'1,9" BT dan 8°42'31,9" LS |
| 3 | Salinitas | Refraktometer | 0 | 115°14'52,2" BT dan 8°42'13,2" LS |
| 4 | Salinitas | Refraktometer | 0 | 115°14'53,7" BT dan 8°42'9,4" LS |
| 5 | Salinitas | Refraktometer | 0 | 115°15'2,8" BT dan 8°41'59,2" LS |

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik, nilai resistivitas pada lintasan 1, 2 dan 3 menunjukkan telah terjadi intrusi air laut dengan jarak terjauh adalah 1013 meter dari awal lintasan 1. Berdasarkan hasil uji air sumur juga didapatkan nilai salinitas air sumur di lintasan 1 dan 2 masuk ke kategori air laut, sedangkan pada air sumur lintasan 3 bernilai 0 (kategori air tawar) karena jarak sumurnya 1041 m dari lintasan pertama.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyelesaian jurnal ini.

Pustaka

- [1] R. Afrianita, T. Edwin dan A. Alawiyah, Analisis Intrusi Air Laut dengan Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Air Sumur Gali di Kecamatan Padang Utara. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, vol. 14, no. 1, 2017, pp. 62-72.
- [2] W. Redana, *Air Tanah*, Udayana University Press, Denpasar, 2014.
- [3] Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin Jakarta (PAHIAA Jakarta), *Klasifikasi Keasinan Perairan*, Jakarta, 1986.
- [4] R. Budiyo, Pengaruh Salinitas Terhadap Pertumbuhan Ikan Sidat Fase Glass Eel Sebagai Alternatif Teknologi Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla bicolor bicolor*). *Skripsi*, FMIPA UNS, 2013.
- [5] Nurhidayah, Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Mengetahui Pencemaran Limbah Pabrik di Sekitar Sungai di Daerah Genuk, *Skripsi*, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, 2013.
- [6] Telford WM, Geldart LP, Sheriff RE, In *Applied Geophysics* 2nd ed. Cambridge: University Press, 1990, pp. 522-577.
- [7] A.R. Anindya, Hidrostratigraf Akuifer dan Estimasi Potensi Airtanah Bebas Guna Mendukung Kebutuhan Air Domestik Desa Sembungan, *Majalah Geografi Indonesia*, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, vol. 32, no. 1, 2018, pp. 108-114.

- [8] Irhamni, S. Pandia, E. Purba, W. Hasan, Kandungan Logam Berat pada Air Lindai tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota banda Aceh, *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, Banda Aceh, vol. 13, April 2017, pp. 19-22.
- [9] Arbain, NK Mardana, IB Sudana, pengaruh Air Lindai Tempat Pembuangan Sampah Suwung terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitarnya di Kelurahan Pedungan Kota Denpasar, *Ecotrophic*, vol. 3, no. 2, 2015, pp. 55-60.