

**Citra Penampang Tahanan Jenis Untuk Identifikasi Zona *Interface* Air Laut Kawasan Pesisir Pantai Kelurahan Toronipa, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara**

**Syamsul Razak Haraty<sup>1\*</sup>, Dandi Retno<sup>1</sup>, Pou Anda<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia*

---

\*Email korespondensi: [syamsul.r.haraty@uho.ac.id](mailto:syamsul.r.haraty@uho.ac.id)

---

**SARI**

Telah dilakukan survey geolistrik di daerah Toronipa, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan profil litologi 1D dan 2D pada kawasan pesisir pantai Kelurahan Toronipa. Survey geolistrik ini juga bertujuan untuk menentukan zona interface dan kedalaman lapisan batuan yang terintrusi air laut. Metode yang digunakan dalam survey geolistrik ini adalah konfigurasi Schlumberger dan Wenner-Schlumberger. Desain lintasan geolistrik sebanyak tiga titik sounding dan dua lintasan dengan panjang bentangan bervariasi. Pengolahan data resistivitas menggunakan Progress 3.0 dan Res2Div. Hasil interpretasi menunjukkan lapisan pasir kerikil dengan nilai resistivitas 39,72-143,43  $\Omega$ m, lempung berpasir dengan nilai resistivitas 8,08-17,15  $\Omega$ m, pasir dengan butiran kasar terdapat lempung jenuh dengan nilai resistivitas 0,55-1,85  $\Omega$ m, pasir kasar dengan kerikil dengan nilai resistivitas 2,87-179  $\Omega$ m. Batugamping dengan nilai resistivitas 601,17-2671  $\Omega$ m, dan zona terintrusi air laut dengan nilai resistivitas 0,00027-2,87  $\Omega$ m. Zona interface terbentuk akibat menyusupnya air laut ke dalam pori batuan dan mencemari air tanah yang terkandung di dalamnya.

**Kata kunci:** Geolistrik, intrusi air laut, *interface*, resistivitas, Toronipa

**ABSTRACT**

*A geoelectric survey has been conducted in Toronipa, Soropia District, Konawe Regency, Southeast Sulawesi. This study aims to determine 1D and 2D lithological profiles in the coastal area of Toronipa Village. This geoelectric survey also determines the interface zone, and the depth of rock layers intruded by seawater. The method used in this geoelectric survey is the Schlumberger and Wenner-Schlumberger configuration. Geoelectric traverse design consists of three sounding points and two traverses with varying lengths. Resistivity data processing using Progress 3.0 and Res2Div. The interpretation results show a layer of gravel sand with a resistivity value of 39.72-143.43 m, sandy clay with a resistivity value of 8.08-17.15 m, and sand with coarse grains containing saturated clay with a resistivity value of 0.55-1.85 m., coarse sand with gravel with a resistivity value of 2.87-179 m. Limestone with a resistivity value of 601.17-2671 m, and a seawater intrusion zone with a resistivity value of 0.00027-2.87 m. The interface zone is formed due to the infiltration of seawater into the rock pores and contaminating the groundwater contained therein.*

**Keywords:** *Geoelectric, seawater intrusion, Interface, resistivity, Toronipa*

---

## 1 Pendahuluan

Kawasan pesisir adalah suatu kawasan yang labil dan mudah mengalami perubahan, karena merupakan tempat bertemunya daratan dan lautan (interface), dimana garis pertemuan itu dinamakan dengan garis pantai (Soraya dkk., 2012). Salah satu contoh kawasan pesisir yang ada di Sulawesi Tenggara adalah kawasan Toronipa yang terletak di Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe. Toronipa merupakan salah satu kawasan pesisir yang dijadikan objek wisata berupas pasir putih yang membentang sepanjang 4 km yang bersentuhan langsung dengan garis pantai. Kawasan Toronipa saat ini menunjukkan adanya gejala perubahan garis pantai yang berdampak terhadap zona interface (Halim dkk., 2016).

*Interface* adalah batas antara air tanah yang tawar dan air laut yang asin (Winarso dan Prayogo, 2011). Pada zona batas ini terjadi hubungan keseimbangan antara air tanah dan air laut. Zona *interface* menyebabkan menyusupnya air laut ke dalam pori-pori batuan dan mencemari air tanah yang terkandung di dalamnya sehingga menyebabkan airtanah terintrusi menjadi air payau bahkan air asin (Wardhana dkk., 2017). Aktivitas yang menyebabkan intrusi air laut di antaranya pemompaan yang berlebihan, karakteristik airtanah ke laut, serta fluktuasi air tanah di daerah pantai (Abu-Heen dan Muhsen, 2016). Oleh karena itu, diperlukan perhatian lebih untuk mengetahui kedalaman dan batas zona *interface* di wilayah pesisir dengan pendekatan multidisiplin ilmu salah satunya adalah dengan pendekatan metode geofisika.

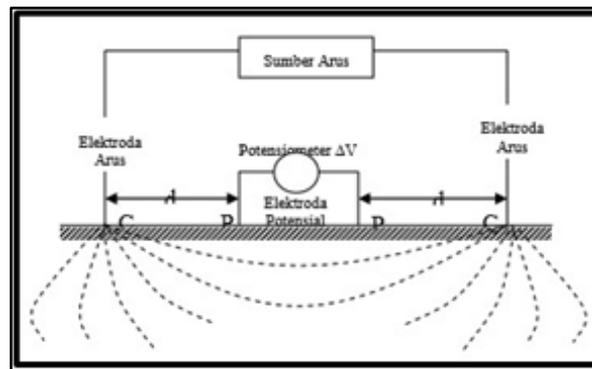
Metode geolistrik resistivitas adalah metode yang parameter terukurnya adalah nilai resistivitas batuan dengan cara menentukan perubahan resistivitas terhadap kedalaman (Bukhari dkk., 2017). Metode ini digunakan untuk eksplorasi dangkal misalnya pencarian air tanah, struktur geologi, litologi, penyelidikan mineral, dan keperluan geofisika lingkungan lainnya seperti penentuan zona intrusi air laut (Costall dkk., 2018). Untuk kasus intrusi air laut, nilai resistivitas yang dijadikan acuan adalah nilai resistivitas air laut dimana nilai resistivitas ini menunjukkan angka yang lebih kecil karena banyak mengandung ion natrium dan klorida (Supriyadi dkk., 2017).

Berdasarkan susunan elektrodanya, dikenal beberapa jenis konfigurasi dalam metode resistivitas yaitu konfigurasi Wenner, konfigurasi Schlumberger, konfigurasi Dipole-Dipole, dan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Semua teknik pengukuran ini memiliki keunggulan masing-masing. Namun, pada penelitian ini hanya digunakan dua konfigurasi yaitu konfigurasi *Schlumberger* dan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.

Konfigurasi *Schlumberger* sering digunakan dalam survei hidrogeologi dan sangat efektif digunakan untuk menentukan profil 1D suatu perlapisan batuan yang tepresentasikan oleh variasi nilai resistivitas batuan (Pujianiki dkk., 2019, Abu-Heen dan Muhsen, 2016). Adapun Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan gabungan dari teknik *sounding* dan *mapping*, serta memiliki kedalaman penetrasi yang lebih besar (Bukhari dkk., 2017). Dengan pengukuran menggunakan kedua konfigurasi ini diharapkan mampu memberikan gambaran informasi batas *interface* antara air tawar, payau, dan air asin secara efektif yang biasanya ditemukan pada akuifer pesisir pantai (Vann dkk., 2020)

## 2 Tinjauan Pustaka

Prinsip dalam metode resistivitas adalah menginjeksikan arus listrik (sekitar 1-10mA) ke dalam bumi melalui elektroda arus (sepasang elektroda) dan respon yang diterima berupa beda potensial yang diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik, dapat diperoleh variasi harga resistivitas listrik pada lapisan di bawah titik ukur (Pujianiki dkk., 2019). Pada pengukuran geolistrik tahanan jenis, biasanya digunakan dua buah elektroda arus C di permukaan. Besarnya potensial pada titik P di permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda tersebut (Gambar 1). Pada konfigurasi Schlumberger idealnya jarak MN dibuat sekecil-kecilnya, sehingga jarak MN secara teoritis tidak berubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak AB sudah relatif besar maka jarak MN hendaknya turut diubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak AB (Wardhana dkk., 2017).



Gambar 1 Desain pengukuran geolistrik resistivitas (Wardhana dkk., 2017)

Pada konfigurasi schlumberger besarnya nilai faktor geometri dinyatakan dalam Pers. 1. Sedangkan Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan modifikasi dari bentuk antara pengukuran geolistrik mapping dimana pengukuran mapping menggunakan metode Wenner (pengukuran lateral) dan geolistrik sounding yang pengukurannya menggunakan metode Schlumberger mempunyai kedalaman penetrasi lebih besar (Bukhari dkk., 2017). Berdasarkan pers. 1 dapat ditentukan faktor geometri untuk konfigurasi Wenner-Schlumberger (Pers. 2). Atas dasar azas kelistrikan tersebut maka setiap jenis batuan memiliki kemampuan tertentu dalam menghantarkan arus listrik yang dinyatakan dalam besaran resistivitas (Tabel 1).

$$K = \pi \frac{\left[ \left( \frac{AB}{2} \right)^2 \cdot \left( \frac{MN}{2} \right)^2 \right]}{2 \left( \frac{MN}{2} \right)} \quad (1)$$

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

## 3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di kelurahan Toronipa, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe. Penelitian mencakup perentasan lintasan survey dan akuisis data. Didesain lima lintasan yang mencakup dua lintasan *mapping* dan tiga lintasan *sounding* (Gambar 2). Peralatan yang digunakan berupa resistivitymeter *single channel*. Tahap utama meliputi tahap akuisisi data dan tahap pengolahan data. Akuisisi dilakukan pada penampang berarah utara-selatan dengan

panjang 600 meter untuk konfigurasi Schlumberger dan 250 meter untuk konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pengolahan dan inversi data pengukuran dilakukan dengan piranti lunak Progress dan Res2DInv.

Tabel 1 Berbagai nilai resistivitas batuan dan tanah (Telford dkk., 1990)

Material	Resistivity ( $\Omega m$ )	Conductivity (Siemen/m)
<b><i>Igneous and metamorphic rocks</i></b>		
Granite	$5 \times 10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$
Basalt	$10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 10^{-3}$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2.5 \times 10^{-8} - 1.7 \times 10^{-3}$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$	$5 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
<b><i>Sedimentary rocks</i></b>		
Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$	$2.5 \times 10^{-4} - 0.125$
Shale	$20 - 2 \times 10^3$	$5 \times 10^{-5} - 0.05$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$	$2.5 \times 10^{-3} - 0.02$
<b><i>Soils and waters</i></b>		
Clay	1 – 100	0.01 – 1
Aluvium	10 – 800	$1.25 \times 10^{-3} - 0.1$
Groundwater (fresh)	1 – 100	0.01 – 0.1
Sea water	0.2	5



Gambar 2 Desain survei daerah penelitian

#### 4 Hasil dan Pembahasan

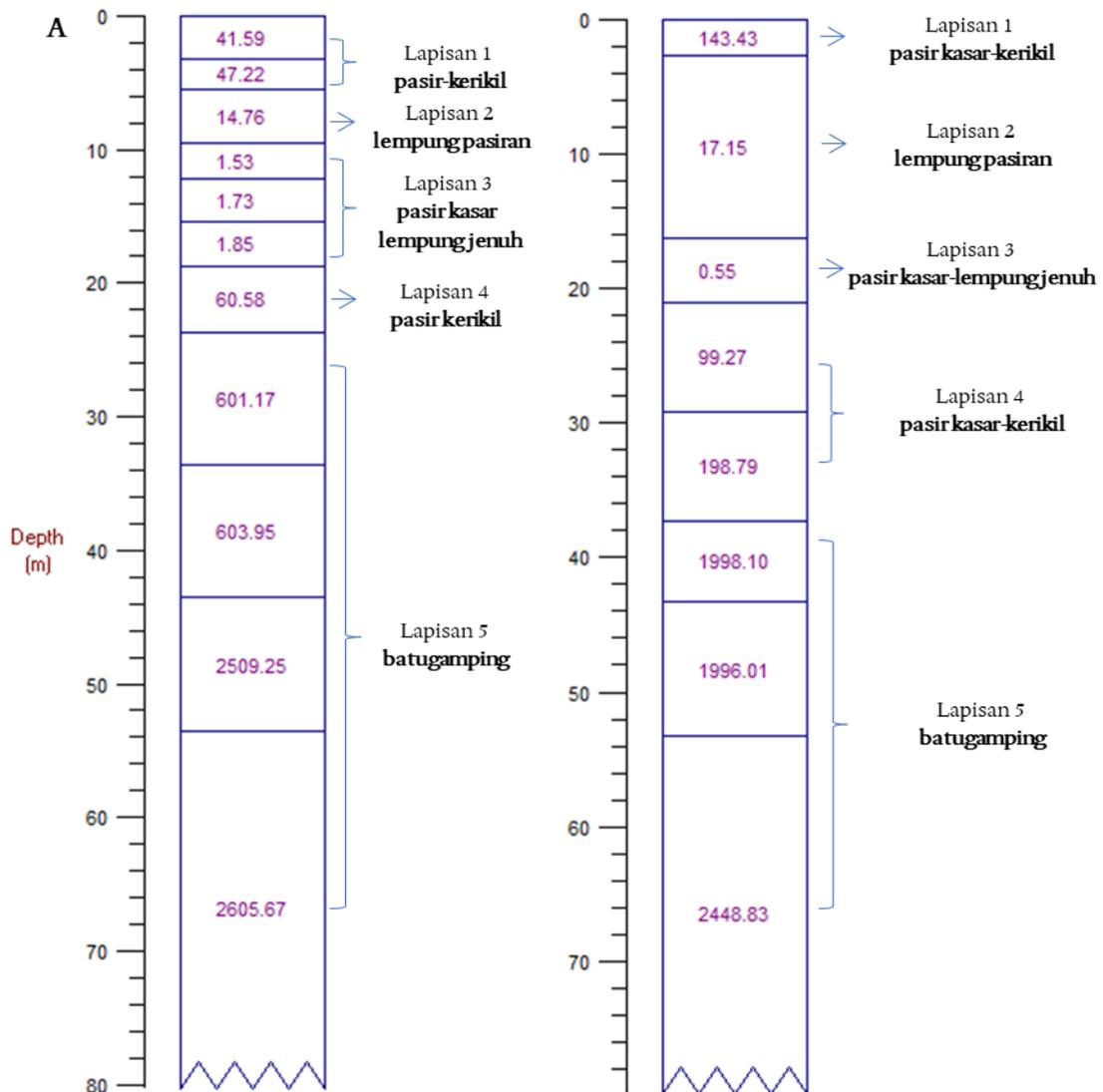
Penelitian ini telah dilakukan di daerah Toronipa, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara, dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi schlumberger dan konfigurasi Wenner-Schlumberger yang bertujuan untuk mengetahui profil litologi secara 1D dan 2D di kawasan pesisir Pantai Toronipa, serta zona *interface* kedalaman lapisan yang terintrusi air laut. Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh lima lintasan dengan pengukuran 1D berjumlah tiga lintasan, dengan panjang lintasan masing-masing 600 meter. Pengukuran 2D berjumlah dua lintasan dengan panjang lintasan masing-masing 250 meter.

##### 4.1 Lintasan Sounding Konfigurasi Schlumberger

Lintasan 1 menunjukkan nilai RMS error sebesar 15.15%. Lintasan ini menunjukkan profil litologi lima lapisan (**Gambar 3**). Lapisan pertama pada kedalaman 0-5 m serta ketebalan lapisan kisaran 5 m dengan nilai resistivitas sebesar 41.59-47.22  $\Omega\text{m}$  yang diidentifikasi sebagai lapisan batupasir dan kerikil. Lapisan ini dekat dengan permukaan dan dapat meloloskan fluida karena lapisan ini berbutir kasar, secara hidrogeologi lapisan ini tidak terintrusi air laut. Lapisan kedua berada pada kedalaman 5-9 m dengan ketebalan lapisan 4 m dengan nilai resistivitas 14,76  $\Omega\text{m}$  diidentifikasi sebagai lapisan batulempung berpasir, secara hidrogeologi lapisan ini tidak terintrusi air laut. Lapisan ketiga berada pada kedalaman 9-18 m, dengan ketebalan lapisan 9 m dengan nilai resistivitas sebesar 1.53-1.85  $\Omega\text{m}$  yang diidentifikasi sebagai lapisan batupasir berbutir kasar dan terdapat lempung jenuh. Secara hidrogeologi lapisan ini terintrusi air laut. Hal ini disebabkan lapisan batupasir ini dapat mengalirkan air tanah, namun dengan gerakan lambat. Hal ini dikarenakan terdapat lapisan lempung sebagai sisipan yang bersifat impermeable, sehingga air terjaga pada lapisan di atasnya karena sifatnya menahan fluida. Lapisan keempat berada pada kedalaman 18-23 m, serta ketebalan lapisan 5 m dengan nilai resistivitas 60.58  $\Omega\text{m}$  yang diidentifikasi sebagai lapisan batupasir kerikil. Secara hidrogeologi lapisan ini tidak terintrusi air laut. Lapisan kelima berada pada kedalaman 23-78 m dengan ketebalan lapisan 55 m dengan nilai resistivitas sebesar 601.17-2605.67  $\Omega\text{m}$  yang diidentifikasi sebagai lapisan batugamping yang merupakan lapisan batuan dasar dengan nilai resistivitas tinggi. Batuan ini memiliki sifat yang kompak sehingga tidak dapat meloloskan fluida. Secara hidrogeologi lapisan ini tidak terintrusi air laut.

Lintasan 3 Schlumberger menunjukkan nilai RMS error sebesar 18.78%. Lintasan ini menunjukkan profil litologi lima lapisan. Lapisan pertama pada kedalaman 0-2 m serta ketebalan lapisan kisaran 2 m dengan nilai resistivitas sebesar 143,43  $\Omega\text{m}$  diidentifikasi sebagai lapisan pasir dan kerikil, lapisan ini dekat dengan permukaan dan dapat meloloskan fluida karena lapisan ini berbutir kasar. Secara hidrogeologi lapisan ini tidak terintrusi air laut. Lapisan kedua berada pada kedalaman 2-16 m dengan ketebalan lapisan 14 m dengan nilai resistivitas 17,15  $\Omega\text{m}$  diidentifikasi sebagai lapisan lempung berpasir, secara hidrogeologi lapisan ini tidak terintrusi air laut. Lapisan ketiga berada pada kedalaman 16-21 m, dengan ketebalan lapisan 5 m dengan nilai resistivitas sebesar 0.55  $\Omega\text{m}$  diidentifikasi sebagai lapisan pasir berbutir kasar dan terdapat lempung jenuh. Secara hidrogeologi lapisan ini terintrusi air laut oleh hadirnya lapisan sedimen pasir ini dapat mengalirkan air tanah namun dengan gerakan lambat, karena lapisan lempung sebagai sisipan yang bersifat *impermeable*. Lapisan keempat berada pada kedalaman 21-37 m, serta ketebalan

lapisan 16 m dengan nilai resistivitas 99,26-198,79  $\Omega\text{m}$  diidentifikasi sebagai lapisan sedimen pasir kerikil. Secara hidrogeologi lapisan ini tidak terintrusi air laut. Lapisan kelima berada pada kedalaman 37-78 m dengan ketebalan lapisan 41 m, nilai resistivitas >1996.01  $\Omega\text{m}$  diidentifikasi sebagai lapisan batugamping sebagai batuan dasar dengan nilai resistivitas yang tinggi. Secara hidrogeologi lapisan ini tidak terintrusi air laut (**Gambar 3**).

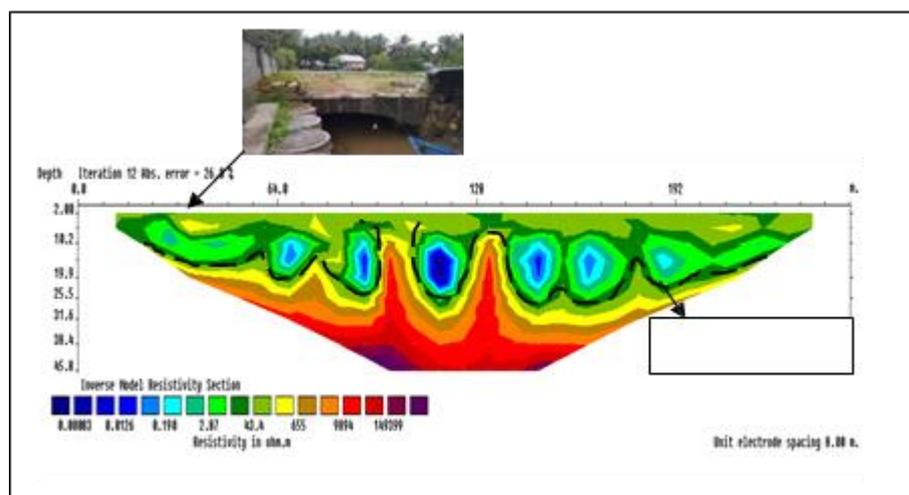


**Gambar 3** Profil litologi bawah permukaan pada (A) lintasan 1 dan (B) lintasan 3

#### 4.2 Lintasan Mapping Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

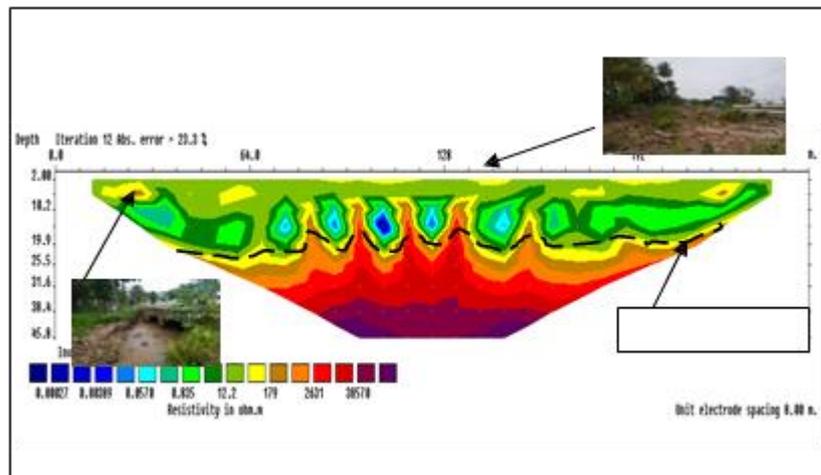
Pada lintasan 4, zona resistivitas dengan nilai resistivitas 0.00083-2.87  $\Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai lapisan yang terintrusi air laut (payau). Lapisan ini berada pada kedalaman yang bervariasi 10,2 hingga 25,5 meter sepanjang bentangan 20-192 meter yang ditunjukkan dengan warna biru tua hingga biru muda. Lapisan ini diduga sebagai lapisan yang dapat menampung fluida, karena nilai resistivitasnya sangat kecil. Zona resistivitas dengan nilai resistivitas 2,87-43,4

$\Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai lapisan yang tersusun atas sedimen pasir kasar, kerikil, dan terdapat lempung berpasir (**Gambar 4**). Lapisan ini berada pada kedalaman bervariasi pada 2 hingga 32 meter sepanjang bentangan 0-250 m yang ditunjukkan dengan warna hijau tua hingga hijau muda. Lapisan ini umumnya bersifat lepas dan memiliki pori yang cukup baik meloloskan air. Zona resistivitas dengan nilai resistivitas  $>655 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai batugamping (batuan dasar). Lapisan ini berada pada kedalaman 10-40 meter yang ditunjukkan dengan warna kuning hingga ungu tua. Batuan yang ada pada lapisan ini bersifat kompak. Akibatnya batuan ini bersifat *impermeable* yang ditandai dengan nilai resistivitas yang besar.



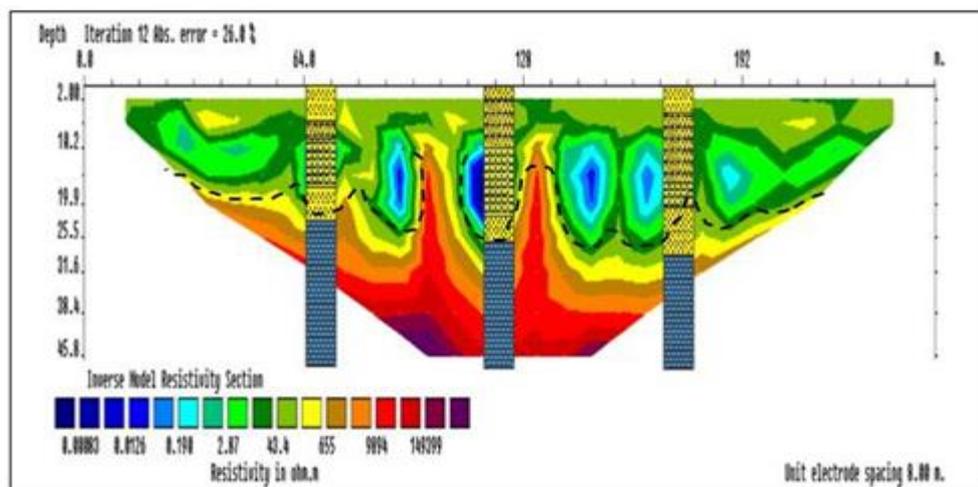
**Gambar 4** Penampang hasil inversi 2D dengan efek topografi lintasan 4

Pada lintasan 5, zona resistivitas dengan nilai resistivitas  $0.00027-0.835 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai lapisan yang terintrusi air laut (payau). Lapisan ini berada pada kedalaman yang bervariasi 10,2 hingga 25,5 meter sepanjang bentangan 20-250 meter yang ditunjukkan dengan warna biru tua hingga hijau tua. Lapisan ini diduga sebagai lapisan yang dapat menampung fluida dikarenakan nilai resistivitasnya yang sangat kecil. Zona resistivitas dengan nilai resistivitas  $12,2 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai lapisan lempung berpasir. Lapisan ini berada pada kedalaman yang bervariasi dari 2 hingga 25,5 meter sepanjang bentangan 0-250 meter yang ditunjukkan dengan warna hijau tua hingga hijau muda. Material ini umumnya bersifat lepas dan memiliki pori yang cukup baik sehingga mampu meloloskan air. Zona resistivitas dengan nilai resistivitas  $179 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai pasir kasar dengan kerikil. Lapisan ini berada pada kedalaman yang bervariasi dari 2 hingga 26 meter sepanjang bentangan 0-250 meter yang ditunjukkan dengan warna kuning hingga jingga. Lapisan ini umumnya bersifat lepas dan memiliki pori yang cukup baik dengan sisipan lempung sehingga mampu meloloskan air. Zona resistivitas dengan nilai resistivitas  $>2671 \Omega\text{m}$  diinterpretasikan sebagai batugamping. Lapisan ini berada pada kedalaman 10-40 meter yang ditunjukkan dengan warna kuning hingga ungu tua. Batuan yang ada pada lapisan ini bersifat kompak dicirikan oleh nilai resistivitas yang besar. Diduga lapisan ini merupakan batuan dasar (**Gambar 5**).



**Gambar 5** Penampang hasil inversi 2D dengan efek topografi lintasan 5

Korelasi antara penampang resistivitas 1D dan 2D dibuat untuk menggambarkan penyebaran zona intrusi dan zona *interface* berdasarkan nilai resistivitas serta untuk mengetahui kecocokan dan keselarasan antar penampang 1D dan 2D. Korelasi dilakukan pada lima lintasan pengukuran yang terdiri dari pengukuran 1D (L1, L2, L3) dan pengukuran 2D (L4, L5). Berdasarkan analisis data zona intrusi memiliki litologi lapisan pasir dengan butiran kasar terdapat lempung jenuh dengan nilai resistivitas 0,00027-2,87  $\Omega$ m. Dengan keberadaan zona intrusi, zona *interface* dapat ditentukan. Zona *interface* merupakan batas atau pertemuan antara air laut dan air tawar terintrusi (Fetter, 2001). Proses terjadinya intrusi air laut berkaitan dengan proses perubahan *interface*. *Interface* dapat mengarah ke arah laut dan juga ke arah darat bergantung volume air tanah. Jika volume air tawar lebih besar maka *interface* akan mengarah ke laut, sedangkan volume air tawar lebih kecil maka *interface* akan mengarah ke darat (Costall dkk., 2018). Dari penjelasan tersebut dapat ditentukan bahwa zona *interface* yang ada di lokasi penelitian berada pada semua lintasan pengukuran dengan kedalaman 9-25,5 m (**Gambar 6**).



**Gambar 6** Korelasi lintasan 4 dengan lintasan sounding 1, 2, dan 3

## 5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan di daerah penelitian menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger dan Wenner-Schlumberger dapat disimpulkan bahwa:

1. Profil litologi 1D daerah penelitian berupa lapisan pasir dan kerikil dengan nilai resistivitas 9,72-198,79  $\Omega\text{m}$ , lempung pasir dengan nilai resistivitas 8,08-17,25  $\Omega\text{m}$ , pasir dengan butiran kasar terdapat lempung jenuh dengan nilai resistivitas 0,55-1,85  $\Omega\text{m}$ , lapisan batugamping dengan nilai resistivitas 601-1996,01  $\Omega\text{m}$ . Pada profil litologi 2D berupa zona intrusi air laut dengan nilai resistivitas 0,00027-2,87  $\Omega\text{m}$ , lapisan pasir kasar, kerikil, dan lempung berpasir dengan nilai resistivitas 2,87-179  $\Omega\text{m}$ , dan batugamping 655-2671  $\Omega\text{m}$ .
2. Zona *interface* pada daerah penelitian berada pada kedalaman 25,5 m sedangkan kedalaman lapisan yang terintrusi air laut di kawasan pesisir Pantai Toronipa berada pada kedalaman 10,2-25,5 m.

## Referensi

- Abu-Heen, Z. H. & Muhsen, S. 2016. Application of Vertical Electrical Sounding for Delineation of Sea Water Intrusion into the Freshwater Aquifer of Southern Governorates of Gaza Strip, Palestine. *IUG Journal of Natural Studies*, 24(2), pp. 7-20.
- Bukhari, Saputra, A. D., Pratama, A. H., Abdullah, F., Yanis, M. & Ismail., N. 2017. Identifikasi Struktur Berpotensi Longsor Berdasarkan Model Listrik 2D Prosiding SEMIRATA 2017 Bidang MIPA BKS-PTN Wilayah Barat, Jambi, Universitas Jambi. pp. 942-953.
- Costall, A., Harris, B. & Pigois, J. P. 2018. Electrical Resistivity Imaging and the Saline Water Interface in High-Quality Coastal Aquifers. *Surveys in Geophysics*, 39(4), pp. 753-816. <https://doi.org/10.1007/s10712-018-9468-0>
- Fetter, C. W. 2001. *Applied Hydrogeology* New Jersey, Pearson.
- Halim, Halili & Afu, L. A. 2016. Studi perubahan garis pantai dengan pendekatan penginderaan jauh di wilayah pesisir Kecamatan Soropia. *Jurnal Sapa Laut*, 1(1), pp. 24-31. <https://doi.org/10.33772/jsl.v1i1.927>
- Pujianiki, N. N., Dharma, I. G. B. S. & Wijayantari, I. A. M. 2019. Analisis Intrusi Air Laut pada Sumur Gali di Kawasan Candidasa Karangasem. *Jurnal Spektran*, 7(1), pp. 105-114.
- Soraya, D., Suhara, O. & Taofiqrohman, A. 2012. Perubahan Garis Pantai Akibat Kerusakan Hutan Mangrove di Kecamatan Blanaka dan Kecamatan Legonkulon Kabupaten Subang. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(2), pp. 355-364.
- Supriyadi, Khumaedi & Putro, A. S. P. 2017. Geophysical and Hydrochemical Approach for Sea Water Intrusion in North Semarang Central Java Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, 12(31), pp. 134-140.
- Telford, W. M., Geldart, L. P. & Sheriff, R. E. 1990. *Applied Geophysics* (2 ed.). London, Cambridge University Press.
- Vann, S., Puttiwongrak, A., Suteerasak, T. & Koedsin, W. 2020. Delineation of Seawater Intrusion Using Geo-Electrical Survey in a Coastal Aquifer of Kamala Beach, Phuket, Thailand. *Water*, 12(2), pp. <https://doi.org/10.3390/w12020506>

- Wardhana, R. R., Warnana, D. D. & Widodo, A. 2017. Penyelidikan Intrusi Air Laut Pada Air Tanah Dengan Metode Resistivitas 2D di Daerah Surabaya Timur. Jurnal Teknik ITS, 6(1), pp. 81-83. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.22283>
- Winarso, M. A. G. & Prayogo, T. 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. Jurnal Penginderaan Jauh, 8, pp. 71-80.