

IDENTIFIKASI SEBARAN INTRUSI AIR LAUT WILAYAH MANGGAR BARU BALIKPAPAN TIMUR

Fathony Akbar Pratikno¹, Iwan Prabowo¹, Jamaluddin¹

¹Progam Studi Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan

E-mail: fathony16@sttmigas.ac.id

ABSTRACT

The resistivity geoelectric method is very suitable for determining the condition of the earth's subsurface by studying the properties of the electric current contained in a rock. Seawater intrusion can occur naturally to a certain degree in most coastal aquifers, due to the hydraulic relationship between groundwater and seawater. This study was conducted by collecting subsurface data by measuring the resistivity value of the rock. In addition, surface observations were made directly by observing the condition of the groundwater level in the wells of the community in coastal areas. Manggar Baru Subdistrict is an area on the east coast of Balikpapan City. Due to its location, this area is very likely to experience seawater intrusion. The objective of this research is looking for intrusion zones in the research area that can affect the quality of groundwater below the surface. This study is directed at providing recommendations for the use of clean water for everyday life. Based on the resistivity value of the modeling results, it can be seen that seawater has intruded the research area. This is indicated by the very small resistivity value (0.168-0.469 Ωm) shown in the deep blue area in the modelings, and the depth of 3-9 meters below the earth surface.

Keywords: *aquifer, resistivity, seawater intrusion, Manggar Baru,*

ABSTRAK

Metode geolistrik tahanan jenis sangat cocok digunakan untuk mengetahui keadaan bawah permukaan bumi dengan cara mempelajari sifat-sifat aliran listrik yang terkandung dalam suatu batuan. Intrusi air asin dapat terjadi secara alami hingga derajat tertentu pada sebagian besar akuifer pantai, dikarenakan adanya hubungan hidrolis antara air tanah dan air laut. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data bawah permukaan dengan melakukan pengukuran nilai resistivitas batuan. Selain itu observasi lapangan dengan secara langsung dengan melihat kondisi muka air tanah yang ada pada sumur – sumur masyarakat di wilayah pesisir pantai. Daerah Kelurahan Manggar Baru merupakan daerah yang berada di pesisir timur Kota Balikpapan. Karena lokasinya yang berada di pesisir, daerah ini sangat mungkin terjadi peristiwa intrusi airlaut. Penelitian ini diarahkan untuk mencari zona intrusi di daerah penelitian yang dapat mempengaruhi kualitas air tanah bawah permukaan. Berdasarkan nilai resistivitas hasil permodelan, dapat diketahui bahwa air laut sudah mengintrusi daerah penelitian Hal ini ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang kecil kecil (0.168-0.469 Ωm) ditunjukkan daerah yang berwarna biru tua pada hasil permodelan, dan berada pada kedalaman 3-9 meter dibawah permukaan tanah..

Kata kunci: akuifer, resistivitas, intrusi airlaut, Manggar Baru

PENDAHULUAN

Intrusi air laut dapat terjadi apabila keseimbangan air dibawah permukaan terganggu. Hal-hal yang menyebabkan intrusi air laut antara lain pemompaan yang berlebih, karakteristik pantai dan batuan penyusunnya, kekuatan airtanah ke laut, serta fluktuasi airtanah di daerah pantai. Proses intrusi dapat terjadi ketika dilakukan pengambilan airtanah dalam jumlah yang berlebihan. Bila intrusi sudah menyusup pada sumur gali, maka sumur tersebut akan berasa asin, sehingga tidak memungkinkan lagi dipakai untuk memenuhi keperluan sehari-hari. Intrusi biasanya terjadi di daerah pesisir pantai dengan litologi yang tersusun atas mayoritas pasir. Apabila terjadi ketidakseimbangan antara airtanah dan airlaut, maka akan berpotensi terjadi intrusi airlaut (Muhardi, et. al., 2020; Herdyansah and Rahmawati, 2017).

Dibandingkan metode eksplorasi geofisika yang lain, metode geolistrik resistivitas merupakan metode yang paling kecil dalam penggunaan biaya. Selain biaya yang terjangkau, hasil yang diperoleh tergolong cukup akurat, karena itulah metode ini sangat umum digunakan. Terdapat beberapa contoh penerapan pada metoda ini antara lain Eksplorasi Panas Bumi, Hidrologi, Eksplorasi Mineral, Geofisika Lingkungan, Geofisika Teknik, dll.(Wardhana, et. al., 2017).

Metode geolistrik adalah metode geofisika yang memanfaatkan sifat-sifat kelistrikan untuk menginterpretasikan permukaan bawah bumi. Metode geolistrik itu sendiri merupakan salah satu metode geofisika aktif karena prinsip utamanya yaitu menginjeksikan arus listrik yang berasal dari luar sistem ke dalam tanah. Metode resistivitas atau sering juga disebut tahanan jenis merupakan salah satu dari tiga kelompok metode geolistrik yang sering diterapkan. Metode tahanan jenis sangat cocok digunakan untuk mengetahui keadaan bawah permukaan bumi dengan cara mempelajari sifat-sifat aliran listrik yang terkandung dalam suatu batuan (Santoso, 2002).

Nilai resistivitas yang terukur bukan merupakan nilai resistivitas untuk satu lapisan saja, hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar. Menurut Telford (1990), berikut adalah persamaan untuk menentukan resistivitas semu.

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

Dimana ρ_a adalah resistivitas semu, K adalah faktor geometri, ΔV adalah beda potensial dan I adalah kuat arus listrik yang diinjeksikan. Untuk kasus medium non-homogen, bumi diasumsikan berlapis-lapis dengan masing-masing lapisan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda-beda. Resistivitas semu adalah resistivitas dari sebuah medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kelurahan Manggar Baru, Kecamatan Balikpapan Timur, Kota Balikpapan. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2023.

Artikel diterima 03 Oktober 2024. Online 30 Oktober 2024.

Tahapan Penelitian

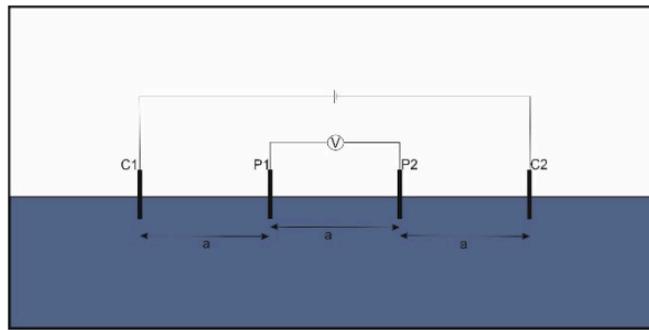
Proses penelitian ini dibagi dalam 3 tahapan, tahap yang pertama adalah survei pendahuluan, kedua adalah proses akuisisi data dan ketiga adalah pengolahan dan analisa data.

A. Survei Pendahuluan

Kegiatan survei merupakan langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian kali ini. Kegiatan dalam survei lapangan meliputi pengamatan lokasi survei, sehingga dapat diperoleh informasi awal yang akan dibutuhkan dalam proses penelitian.

B. Akuisisi Data

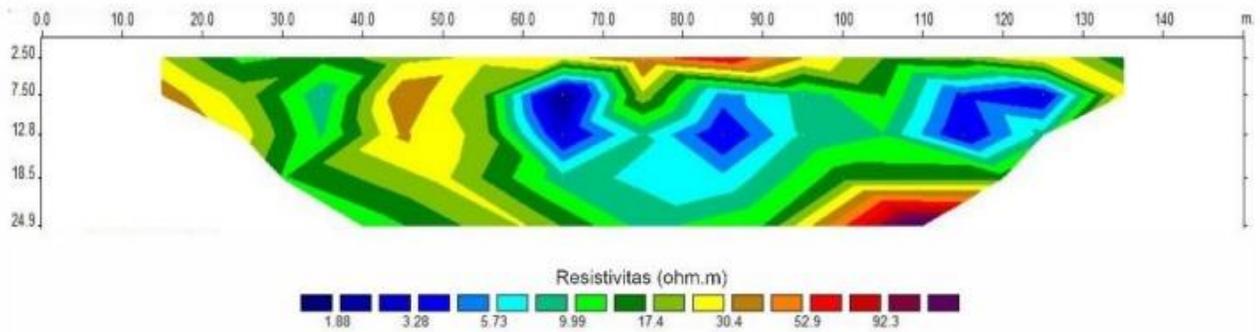
Metode pengambilan data pada penelitian ini digunakan metode resistivitas 2D konfigurasi Wenner. Pengambilan data menggunakan 2 buah elektroda arus (C1, C2) dan 2 elektroda potensial (P1, P2) dengan konfigurasi elektroda digambarkan seperti pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Susunan elektroda Konfigurasi Wenner (Loke, 2001)

C. Pengolahan dan Analisa

Pengolahan data geolistrik menggunakan beberapa *software* komputer antara lain Microsoft Excel. Data yang diperoleh dari survei kemudian diolah dalam *software* Res2dinv untuk menghasilkan permodelan bawah permukaan 2 dimensi.

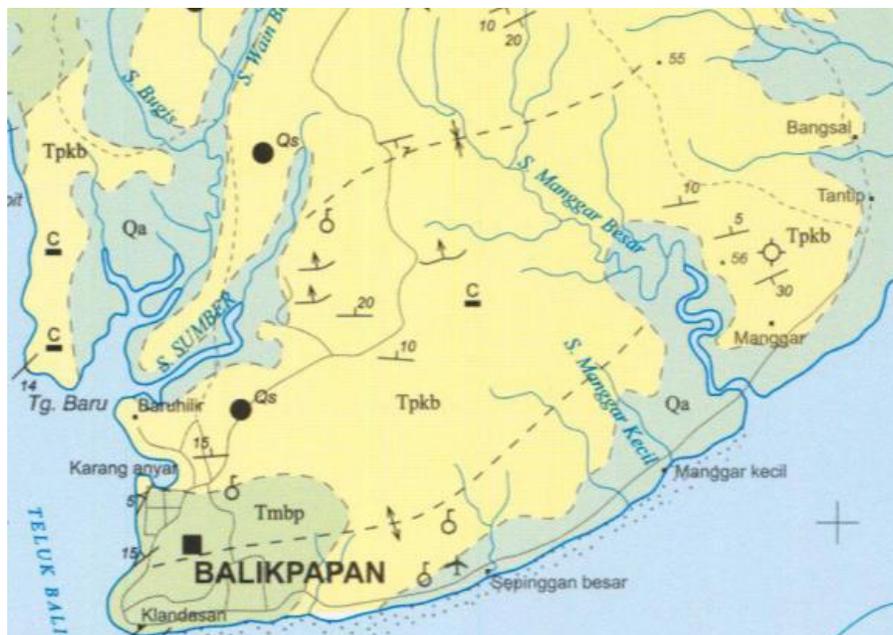


Gambar 2. Contoh Permodelan Bawah Permukaan 2 Dimensi (Sastrawan, 2020)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Geologi Daerah Penelitian

Secara geologi regional, daerah penelitian berada di kawasan Aluvium. Dimana Aluvium (Qa) sendiri terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur sebagai hasil endapan dari sungai, rawa pantai dan delta. Satuan ini sebagian besar tersebar disepanjang pantai timur dari Kota Balikpapan terutama daerah Manggar, Lamaru, Teritip dan di kirikanan Sungai Wain dan Sungai Sumber.



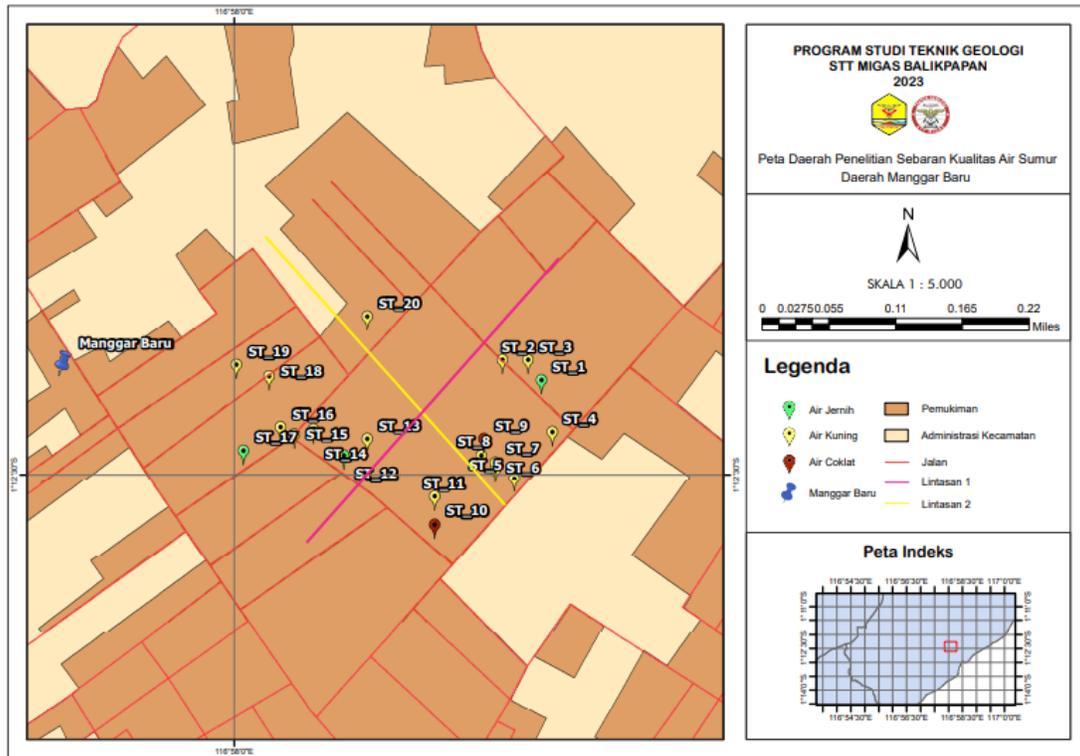
Gambar 3. Geologi Regional Daerah Penelitian (Hidayat and Umar, 1994)

Litologi daerah penelitian didominasi oleh lempung pasiran dan juga pasir, dimana litologi ini cenderung memiliki porositas dan permeabilitas yang baik. Lokasi penelitian juga berada tidak

jauh dari laut dan muara sungai (± 1 km), dimana kondisi ini sangat memungkinkan untuk terjadinya dampak intrusi yang dibuktikan dengan adanya sumur warga yang airnya berasa asin.

Pengambilan Sampel Air Sumur

Gambar 4 di bawah ini merupakan peta sebaran titik pengambilan sampel air sumur rumah warga di daerah penelitian. Sampel yang diambil berupa sampel air sumur yang berada di sekitar rumah warga.



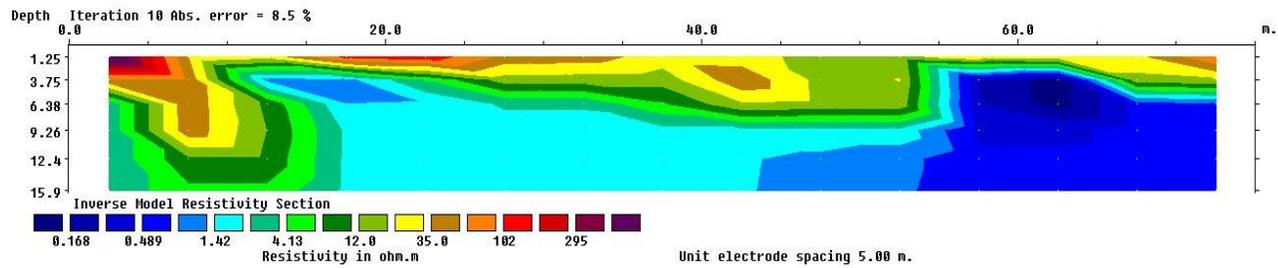
Gambar 4. Peta Sebaran Kualitas Air Sumur Daerah Manggar Baru

Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan sampel air sumur yang terdapat di beberapa rumah warga, seperti terlihat pada Gambar 4. Dari peta tersebut terlihat sebaran air sumur warga dengan berbagai macam warna sampel berbeda, ditandai dengan pin berwarna hijau (air jernih), kuning (air kuning) dan coklat (air coklat). Sampel yang diambil berjumlah 20 sampel air yang berasal dari air sumur warga. Berdasarkan wawancara dengan salah satu warga, dan dilakukan pengecekan rasa air, ditemukan satu sumur warga yang airnya berasa asin (sudah tercampur air laut) yaitu pada ST_20.

Permodelan 2D Lintasan 1

Lintasan 1 memiliki panjang lintasan 75 meter dengan spasi masing-masing elektroda minimal 5 meter, titik awal lintasan ini berada di koordinat 116°58'12.277" N, 1°12'26.352" E dan membentang ke arah Tenggara-Barat Laut, dengan titik mula-mula (titik nol) berada di sebelah Tenggara. Berdasarkan permodelan dengan menggunakan *software* Res2Dinv diperoleh model

bawah permukaan seperti Gambar 5. di bawah ini :

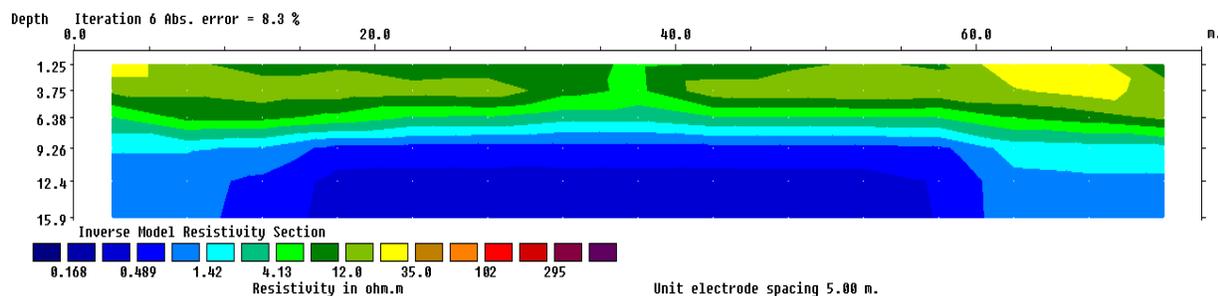


Gambar 5. Permodelan Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 1

Permodelan ini dihasilkan dengan melakukan 10 kali iterasi dan memperoleh kedalaman maksimal 15.9 m, dengan rentang nilai resistivitas 0.168-295 Ω m, dan RMS error sebesar 8.5%. Dari Gambar 4. diatas dapat dilihat daerah yang berwarna biru tua (■) dengan nilai resistivitas 0.168-0.469 Ω m. Daerah inilah yang diduga sebagai zona yang mengalami dampak intrusi air laut, yang mana zona ini berada cukup dekat dengan permukaan yaitu berada pada kedalaman 3.75 m, sehingga sangat mungkin untuk mengkontaminasi sumur warga, yang rata-rata berada pada kedalaman sekitar 3-5 meter.

Permodelan 2D Lintasan 2

, Lintasan 2 ini juga memiliki panjang lintasan 75 meter dengan spasi masing-masing elektroda minimal 5 meter. Titik awal lintasan ini berada di koordinat 116°58'13.728" N, 1°12'28.008" E dan membentang ke arah Barat Daya-Timur Laut, dengan titik mula-mula (titik nol) berada di sebelah Barat Daya. Berdasarkan permodelan dengan menggunakan *software* Res2Dinv diperoleh model bawah permukaan seperti Gambar 6 di bawah ini :



Gambar 6. Permodelan Resistivitas Bawah Permukaan Lintasan 2

Permodelan ini dihasilkan dengan melakukan 6 kali iterasi dan memperoleh kedalaman maksimal 15.9 m, dengan rentang nilai resistivitas 0.168-35 Ω m, dan RMS error sebesar 8.3%. Dari

Gambar 5. diatas dapat dilihat daerah yang berwarna biru tua (■) dengan nilai resistivitas 0.168-0.469 Ω m. Pada lintasan 2 ini terlihat daerah yang memiliki resistivitas rendah lebih tersebar secara merata di sepanjang lintasan, mulai dari titik nol sampai titik 75 m. Daerah inilah yang diduga sebagai zona yang mengalami dampak intrusi air laut. Kedalaman zona intrusi pada lintasan 2 ini, di mulai dari kedalaman \pm 9.3 m.

Pembahasan

Berdasarkan permodelan resistivitas 2 dimensi dapat dilihat bahwa, baik di lintasan 1 maupun di lintasan 2, terdapat zona yang diduga sebagai lapisan tanah yang terkena dampak dari intrusi air laut. Berdasarkan hasil inversi *software* Res2dinv, Zona ini ditandai dengan nilai resistivitas yang kecil (0.168-0.469 Ω m), hal ini dikarenakan pada air asin/ *saline water* lebih mudah menghantarkan arus listrik dibandingkan dengan *fresh water*, karena kandungan mineral garam pada *saline water* bisa menjadi konduktor, sehingga nilai resistivitasnya menjadi rendah.

Anomali tahanan jenis rendah yang berbentuk lapisan yang tidak menerus identik dengan karakteristik lapisan lempung. Lempung memiliki karakteristik nilai tahanan jenis yang rendah, namun saat lempung tercemari oleh air laut nilai tahanan jenis lempung akan semakin rendah dari keadaan normal (Astutik, et. al., 2016).

Posisi lintasan yang berada kurang lebih 1 km dari sungai Manggar besar, artinya intrusi air laut sudah masuk cukup jauh dari bibir pantai. Dugaan intrusi air laut ini juga diperkuat dengan ditemukannya sumur gali dari salah satu warga yang berasa asin/payau. Sumur gali di wilayah sekitar daerah penelitian sudah jarang digunakan sebagai sumber air bersih.

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai tahanan jenis / resistivitas hasil permodelan, dapat diketahui bahwa air laut sudah mengintrusi sampai dengan daerah penelitian yang berjarak kurang lebih 1 km dari sungai / laut. Hal ini ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang kecil kecil (0.168-0.469 Ω m) ditunjukkan daerah yang berwarna biru tua pada hasil permodelan.

Dari hasil permodelan juga dapat dilihat bahwa air asin telah masuk sampai dengan kedalaman yang cukup dangkal dari permukaan. Pada lintasan 1 air asin masuk sampai dengan kedalaman \pm 3 m dari permukaan tanah, dan pada lintasan 2 air asin telah masuk sampai dengan kedalaman \pm 9 m dari permukaan tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan yang telah memfasilitasi dan mendanai penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, P., Wahyono, C., and Sadok, S. (2016). Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Di Desa Kampung Baru, Tanah Bumbu. *Jurnal Fisika FLUX*, 13(2), pp. 2514–1713
- Hidayat, S. and Umar (1994). Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan. Pusat Survey Geologi: Bandung.
- Herdyansah, A., and Rahmawati, D. (2017). Dampak Intrusi Air Laut Pada Kawasan Pesisir Surabaya Timur. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), pp. 253-257.
- Loke, M.H. (2001). *Tutorial : 2-D and 3-D electrical imaging surveys*. www.geoelectrical.com.
- Muhardi, Faurizal, and Widodo. (2020). Analisis Pengaruh Intrusi Air Laut terhadap Keberadaan Air Tanah di Desa Nusapati, Kabupaten Mempawah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 10(2), pp. 89-96
- Santoso, D. (2002) *Pengantar Teknik Geofisika*. ITB Press. Bandung
- Sastrawan F.D., Arisalwadi, M., and Rahmania R. (2020). Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Berdasarkan Data Resistivitas 2 Dimensi. *Jurnal Sains Terapan*. 6(2), pp. 99-105.
- Sastrawan F.D., Rahmania, and Arisalwadi, M. (2021). Studi Awal Indikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *Jurnal Fisika FLUX*. 18(2), pp. 164-169.
- Telford, W.M., Geldart L.P., and Sheriff R.E. (1990). *Applied Geophysics. Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Wardhana, R. R., Warnana, D. D., and Widodo, A. (2017). Identifikasi Intrusi Air Laut Pada Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas 2D Studi Kasus Surabaya Timur. *Jurnal Geosaintek*, 3(1), 17.