

IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT MENGGUNAKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING* DI KECAMATAN SAWA

IDENTIFICATION OF SEAWATER INTRUSION USING VERTICAL ELECTRICAL METHOD IN SAWA DISTRICT

Ervy Afriani Arliska¹, Pou Anda^{2*}, Erzam S Hasan³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo; Jalan H.E.A. Mokodompit, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia, 93232; (0401) 3194163

Received: 2022, June 8th

Accepted: 2022, October 4th

Keywords:

Geoelectric;
Intrusion;
Schlumberger;
Water;
Wells.

Correspondent Email:

pou_anda@ymail.com

How to cite this article:

Arliska, E.A., Anda, P., & Hasan, E.S. (2022). Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode *Vertical Electrical Sounding* di Kecamatan Sawa. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 08 (03), 197-209.

Abstrak. Air adalah kebutuhan dasar manusia yang digunakan untuk berbagai keperluan dalam kehidupan. Dalam sebuah komunitas, air bersih sering merupakan masalah serius manakala tidak tersedia dalam jumlah yang cukup dan memenuhi baku mutu terutama daerah-daerah tertentu yang belum memiliki pipanisasi, atau daerah pemukiman dipinggir laut. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh intrusi laut terhadap sumber air bawah tanah melalui karakteristik litologi batuan bawah permukaan serta menentukan kondisi aquifer yang mungkin terintrusi air laut berdasarkan data kualitas air sumur gali di Desa Laimeo-Ulu Kecamatan Sawa. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik tahanan jenis *Vertical Electrical Sounding* (VES) yang semakin luas penggunaannya untuk mempelajari struktur bawah permukaan. Hasil interpretasi data setiap lintasan pengukuran teridentifikasi adanya intrusi air laut yang diindikasikan oleh nilai resistivitas 0,5-5 ohm.m sebagai lapisan pasir dan kerikil. Meskipun lapisan ini diduga sebagai aquifer dan telah terintrusi air laut namun letaknya sekitar 6 - 12 dibawah permukaan sedangkan kedalaman sumur gali rata-rata 3 m. Selain itu, ada lapisan lempung yang impermeable terletak di atas lapisan yang terintrusi air laut. Dengan demikian disimpulkan bahwa air sumur gali masih tergolong sebagai air segar dan dapat dikonsumsi dan untuk berbagai keperluan lain. Adalah perlu dikombinasikan dengan metode lain untuk menilai sebaran intrusi air secara spasial atau dua dimensi.

Abstract. Water is a basic human need used for various life purposes. In a community, clean water is often a serious problem when it is not available in sufficient quantities and meets quality standards, especially in certain areas that do not have pipelines or residential areas on the edge of the sea. This study aimed to determine the effect of seawater intrusion on underground water sources through the lithological characteristics of subsurface rocks and to determine the condition of the aquifer that might be intruded by seawater based on water quality data from dug wells in Laimeo-Ulu Village, Sawa District. The method used is the *Vertical Electrical Sounding* (VES)

© 2022 JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

resistivity geoelectric method which is increasingly widely being used to study subsurface structures. The results from data interpretation for each measurement path identified seawater intrusion as indicated by a resistivity value of 0.5-5 ohm.m as a layer of sand and gravel. Although this layer is considered an aquifer and has been intruded by seawater, it is located about 6-12 below the surface, while the depth of the dug well is on an average of 3 m. In addition, there is an impermeable clay layer above the seawater intruded layer. Thus, it is concluded that dug-well water is still classified as fresh water and used for various other purposes. It is necessary to consider this method with other methods to assess the spatial or two-dimensional distribution of water intrusion.

1. PENDAHULUAN

Awal perkembangan teknik pengukuran resistivitas sejak tahun 1990 bertransformasi menjadi alat yang efektif dan efisien untuk menilai kondisi lahan pertanian yang luas (Allred dkk., 2008).

Metode pengukuran resistivitas ini selanjutnya dikenal juga sebagai metode geolistrik yang dikembangkan oleh keilmuan kebumihan untuk menilai struktur bawah permukaan bumi. Untuk kajian satu dimensi pada arah vertical dikenal sebagai metode VES (*Vertical Electrical Sounding*) dengan target umumnya adalah akuifer bawah permukaan, lapisan intrusi, lapisan bedrock, dan lain-lain (Harjito, 2014). Oleh karena, Hasan dkk. (2020) metode ini dinilai sebagai metode yang sangat efektif dalam menentukan kedalaman batuan, fluida, mineral, bahkan untuk identifikasi akuifer airtanah.

Kebutuhan air akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk, pertumbuhan pemukiman penduduk, pertanian dan industri (Anggraini dkk., 2013). Secara demografi kebanyakan penduduk bermukim di daerah-daerah pantai atau pinggir laut dan kebutuhan utama air adalah air tanah dalam bentuk sumur dan berpotensi mengalami fenomena-fenomena seperti subsidensi tanah, *cone of depression*, dan intrusi air laut (Harjito, 2014; Wardhana dkk., 2017).

Secara hidrologi, pada prinsipnya air tanah dari daratan mengalir ke laut melalui media akuifer, sedangkan air laut juga meresap ke darat karena adanya tekanan hidrostatik air laut. Alasan utama intrusi air asin ke akuifer air tawar adalah karena

akuifer ini bersentuhan langsung dengan air tawar melalui proses difusi (Santoso dkk., 2013). Intrusi atau masuknya air laut pada akuifer pantai sudah sejak lama menjadi perbincangan dan perhatian dunia. Intrusi air laut adalah merupakan masalah bagi lingkungannya dan memerlukan metode yang tepat untuk mengatasi dampak dari masalah yang ditimbulkan (Pasamba dkk., 2017).

Beberapa aspek dalam kehidupan yang dapat terkena dampak dari intrusi air laut adalah gangguan kesehatan orang dan ekosistem, penurunan kesuburan tanah, kerusakan bangunan dan masih banyak lagi (Septiardi dkk., 2019; Iqbal dkk., 2018).

Metode ini diterapkan di Desa Laimeo-Ulu Sawa, Kecamatan Sawa, Kabupaten Konawe Utara merupakan dua desa yang berada di daerah pesisir pantai. Berdasarkan keterangan masyarakat desa Laimeo-Ulu Sawa, pernah dilakukan penggalian untuk sumur bor pada kedalaman 9 meter, namun berbau dan berlumpur.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran litologi batuan bawah permukaan untuk menentukan lapisan akuifer yang terintrusi air laut di daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

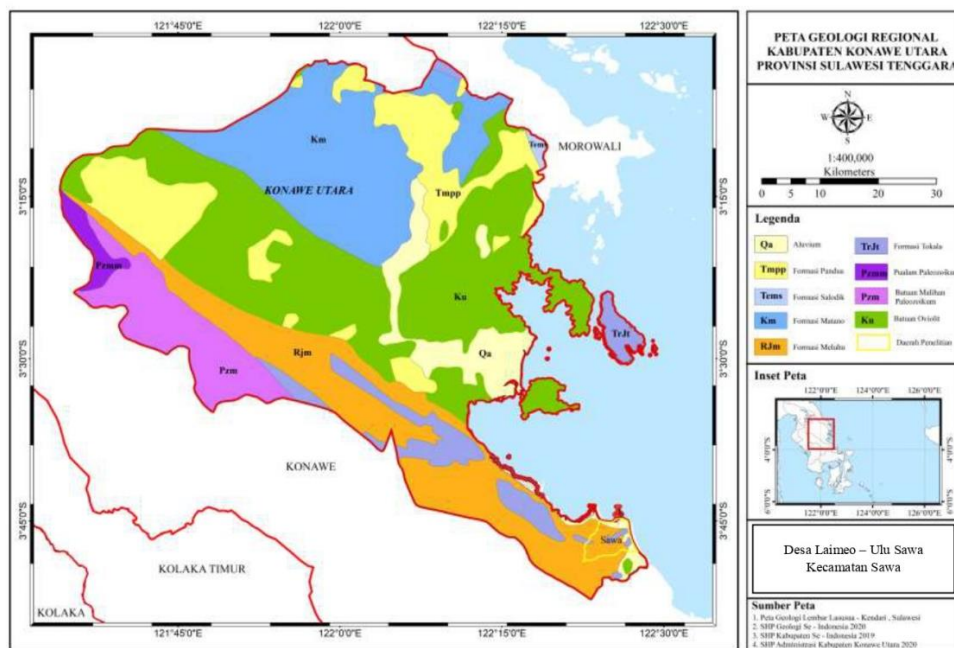
2.1. Geologi Regional Daerah Penelitian

Berdasarkan peta geologi regional daerah penelitian (**Gambar 1**) yang telah dimodifikasi dari peta geologi lembar Lasusua-Kendari, Kabupaten Konawe Utara dibagi atas beberapa formasi, diantaranya

adalah Aluvium, Formasi Pandua, Formasi Salodik, Formasi Matano, Formasi Meluhu, Formasi Tokala, Pualam Mesozoikum, Batuan Maliha Paleozoikum, dan Kompleks Ofiolit.

Daerah penelitian (Desa Laimeo-Ulu Sawa) masuk kedalam kompleks Aluvium.

Komplek Aluvium sendiri terdiri dari kerikil, pasir dan lempung. Satuan ini merupakan endapan aluvium yang terendapkan di wilayah sungai dan endapan pantai (Surono, 2013).



Gambar 1. Peta geologi regional daerah penelitian Kabupaten Konawe Utara (Rusmana dkk., 1993) yang telah disederhanakan.

2.2. Air Tanah

Hillel (2004) menjelaskan bahwa ketika air disuplai dari atas ke permukaan tanah apakah melalui hujan atau irigasi, tipikalnya penetrasi permukaan tanah dan terserap ke lapisan-lapisan yang lebih dalam dari profil tanah. terus merembes ke bawah dan akhirnya mengisi reservoir air tanah. Lapisan batuan yang dapat meloloskan air disebut *permeable*, karena mengandung kerikil, pasir, batu apung dan batu pecah-pecah dan lapisan yang tidak dapat meloloskan air disebut *impermeable* karena terdiri dari lempung dan tanah (Rosmiati dkk., 2016). **Tabel 1** adalah material penyusun akuifer yang *permeable* menurut Todd dkk. (1980).

Air tanah dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu air tanah freatik dan artesis. Air tanah freatik adalah air yang letaknya tidak jauh dari permukaan tanah dan berada di

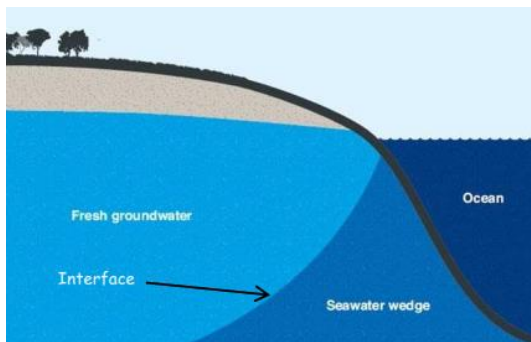
atas lapisan kedap air. Air tanah artesis adalah air tanah yang terletak jauh di dalam tanah, umumnya terletak di antara dua lapisan kedap air (Sutandi, 2012).

Tabel 1. Material penyusun akuifer yang *permeable* (Todd dkk., 1980).

Material	Permeabilitas (m/hari)
Kerikil kasar	150
Kerikil sedang	270
Kerikil halus	450
Pasir kasar	45
Pasir sedang	12
Pasir halus	2,5
Lanau	0,08
Lempung	0,0002
Batupasir halus	0,2
Batupasir sedang	3,2
Batugamping	0,94
Pasir gumuk	20

2.3. Intrusi Air Laut

Intrusi air laut adalah masuk atau menyusupnya air laut ke dalam pori-pori batuan secara alamiah di akuifer pantai menyebabkan kualitas air tanah terdegradasi (Muna, 2017). Salinitas merupakan masalah utama untuk pemukiman di daerah pantai dan ekosistem pulau, dimana tanah dan air tanah dipengaruhi intrusi air laut (Iqbal dkk., 2018). Suatu lapisan dikatakan terjadi intrusi air laut apabila nilai resistivitasnya 0.5-5 ohm.m dan diinterpretasikan sebagai pasir dan kerikil terendam air laut (Hasibuan dkk., 2013).



Gambar 2. Kondisi normal tanpa intrusi air laut (Faza, 2015).

2.4. Porositas dan Permeabilitas Batuan

Porositas bergantung pada jenis bahan, ukuran bahan, distribusi pori, sementasi, riwayat diagenetik serta komposisinya. Porositas yang baik (efektif) ditandai apabila suatu batuan bagian rongga-rongga dalam batuan saling berhubungan dan biasanya lebih kecil dari rongga-rongga pori (Ridha & Darminto, 2016). Tabel klasifikasi porositas dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Klasifikasi porositas (Febrian dkk., 2015).

Porositas (%)	Kualitas
0-5	Porositas sangat buruk
5-10	Porositas buruk
10-15	Porositas sedang
15-20	Porositas baik
>20	Porositas sangat baik

2.5. Resistivitas

Sears dkk. (1982) menjelaskan bahwa rapat arus J dalam sebuah konduktor

bergantung pada medan listrik E , dan sifat dari konduktor. Umumnya kebergantungan J terhadap E agak kompleks tetapi untuk beberapa material seperti logam kedua besaran itu dapat digambarkan berbanding langsung. Jadi rasio E terhadap J adalah konstan, yang didefinisikan sebagai resistivitas ρ dari suatu material, menjadi

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (1)$$

Hubungan ini berlaku juga pada material konduktor yang pembawa muatannya berupa ion seperti bumi.

Jika L panjang konduktor, A luas penampang, dan ΔV adalah beda tegangan antar ujung konduktor (**Gambar 3**) maka dapat didefinisikan arus I dan beda potensi ΔV sebagai:

$$I = JA \quad (2)$$

$$\Delta V = EL \quad (3)$$

Penyelesaian persamaan ini untuk J dan E masing-masing kemudian substitusi dalam persamaan (1) menghasilkan:

$$\frac{V}{L} = \rho \frac{I}{A} \text{ atau } \frac{V}{I} = \rho \frac{L}{A} \quad (4)$$

Persamaan (4) tak lain adalah hukum Ohm, yaitu:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (5)$$

Untuk menghitung nilai resistivitas, persamaan (4) diatur kembali sebagaimana yang sering dalam metode geolistrik (Loke, 2004) yaitu:

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (6)$$

Nilai resistivitas tanah atau airtanah yang telah tercemar oleh air laut akan semakin berkurang (Sastrawan dkk., 2021).

2.6. Metode Geolistrik VES

Metode geolistrik dapat diterapkan karena sifat medium bumi yang dapat mengalirkan arus listrik. Metode dilakukan dengan cara mengukur potensial, dan arus listrik yang terbaca pada alat ukur potensial dan alat ukur arus setelah diinjeksikan masing-masing melalui dua buah elektroda logam. Metode geolistrik adalah metode yang sering digunakan untuk

mempelajari keadaan geologi di bawah permukaan bumi yaitu, lapisan akuifer, lapisan bedrock, lapisan intrusi, dll (Wijaya, 2015)

Untuk kajian 1-dimensi pada arah vertikal, metode ini dikenal dengan nama metode VES (*Vertical Electrical Sounding*). Karena faktor non isotropik perlapisan batuan bawah permukaan, nilai resistivitasnya memiliki variansi yang lebar. Batuan yang mengandung mineral logam nilainya berkisar 8-10 ohm.m hingga 107 ohm-m. Jika suatu batuan memiliki komposisi mineral yang berbeda-beda maka rentang resistivitas yang dihasilkan akan bervariasi (Pujianiki & Simpen, 2018).

Harga resistivitas batuan ditentukan oleh masing-masing dari komposisi batuan (Ardaneswari dkk., 2016). Nilai resistivitas batuan ditunjukkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Nilai resistivitas batuan (Telford, dkk., 1990).

Material	Resistivitas (Ω m)
Pasir dan kerikil terendam air laut	0,5-5
Air Laut (sea water)	0,2
Air Tanah	0,5-150
Air payau	0.3-1
Lempung	1-100
Pasir	1-1000
Tembaga	1-1,7
Magnesium	4,2
Aluvium	10-800
Kerikil	100-600
Batu Pasir	200-8000
Kuarsa	$4 \times 10^{10} - 2 \times 10^{14}$

2.7. Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi tradisional Schlumberger adan simetri (Allred dkk., 2008) tipikalnya mempunyai elektroda arus disisi luar dan elektroda potensial diletakkan di bagian dalam interior dari konfigurasi.

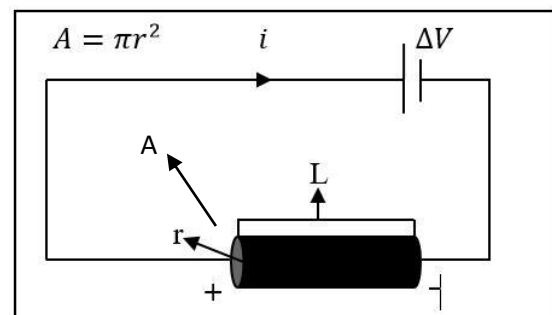
Jarak antara elektroda arus dengan faktor besar lebih besar dari jarak antara elektroda potensial. Dalam prakteknya adalah mudah dalam memindahkan elektroda arus luar lebih jauh, sementara posisi elektroda potensial dijaga konstan, menjadikan susunan Schlumberger salah satu yang terbaik yang tersedia untuk

menentukan variasi resistivitas dengan kedalaman (Allred dkk., 2008).

Nilai resistivitas semu (ρ_a) menurut konfigurasi ini dapat dihitung menggunakan persamaan:

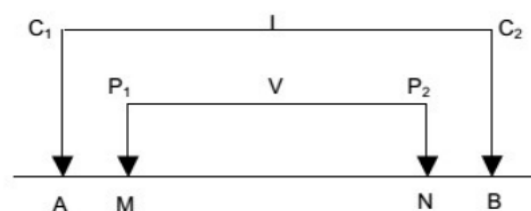
$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} \pi(n)(n+1)a \quad (7)$$

dimana a sebuah nilai jarak, n faktor pengali jarak.



Gambar 3. Model pergerakan arus listrik di dalam bumi (Syukri, 2020).

Prinsip konfigurasi *Schlumberger* adalah 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 diubah (Suharso, 2018). Ilustrasi susunan elektroda pada konfigurasi *Schlumberger* adalah pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Konfigurasi *Schlumberger* (Reynolds, 1998).

3. METODE PENELITIAN

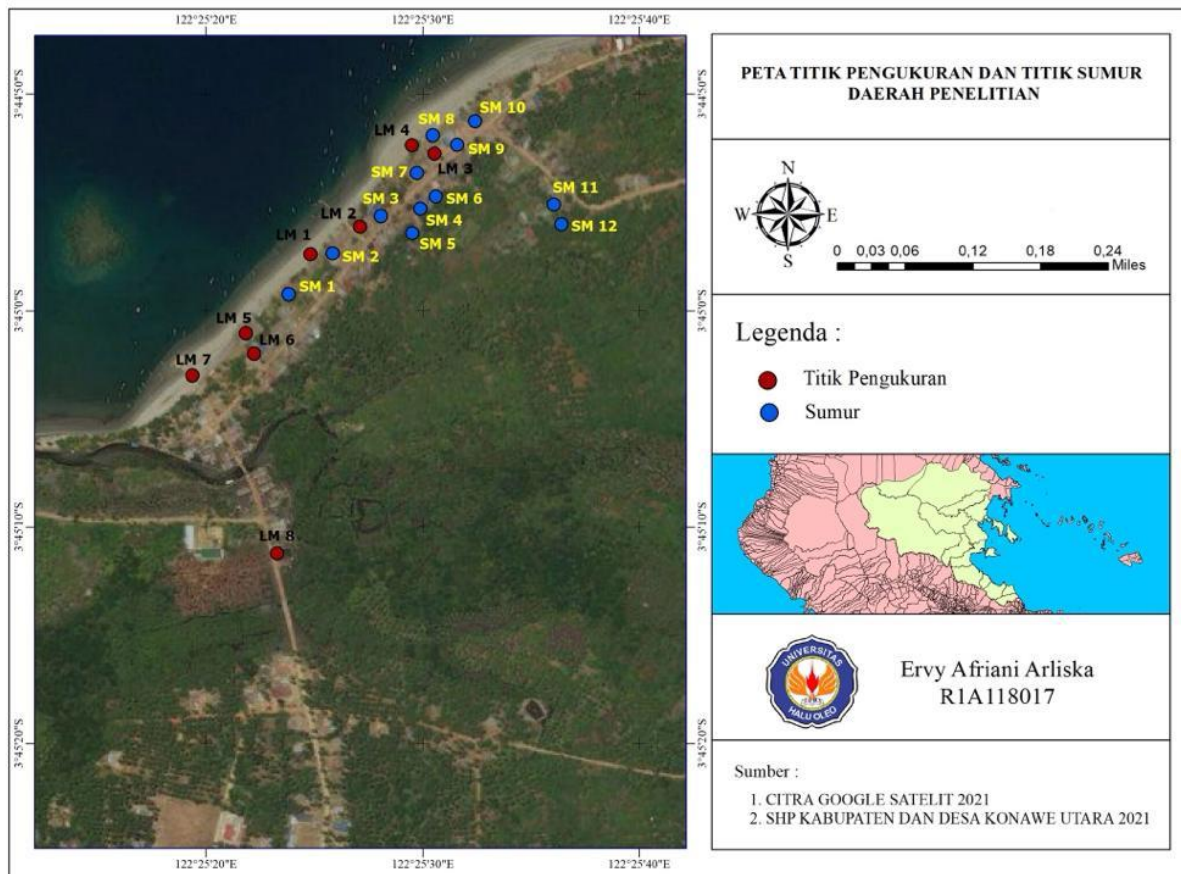
Lokasi penelitian bertempat di Desa Laimeo-Ulu Sawa, Kecamatan Sawa, Kabupaten Konawe Utara. Peta lokasi penelitian tertuang pada **Gambar 5**. Penelitian melibatkan 8 lintasan atau titik pengukuran. Parameter fisika utama yang diukur adalah resistivitas. Pengolahan data dan analisis data dilakukan di Laboratorium

Geofisika dan Pertambangan Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan Universitas Halu Oleo.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* IP2WIN yang nantinya akan memberikan gambaran 1D tiap titik pengukuran. Hasil pengolahan 1D akan memberikan informasi mengenai kondisi bawah permukaan daerah penelitian, kemudian akan dilakukan tahap

analisis untuk mengidentifikasi lapisan yang terintrusi air laut.

Nilai resistivitas semu dari data lapangan yang telah didapatkan kemudian diolah kembali menggunakan *software* IP2WIN untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya dan gambaran 1D tiap titik pengukuran. Dari nilai resistivitas sebenarnya tersebut dapat diidentifikasi lapisan yang terintrusi air laut.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian.

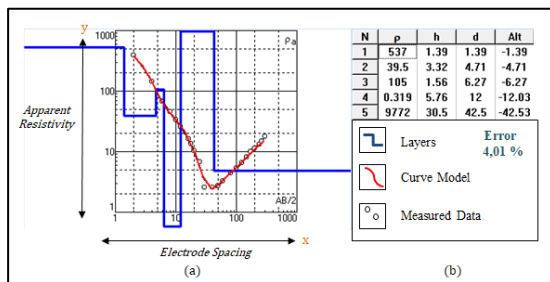
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil pengolahan Data

Berdasarkan hasil pengolahan 1 dimensi di tiap lintasan menunjukkan variasi jenis lapisan pada titik-titik tertentu. Beberapa lintasan teridentifikasi mempunyai 5, 4, dan 3 jenis lapisan. Lapisan yang teridentifikasi merupakan lapisan *top soil*, pasir, pasir dan kerikil terendam air laut, batupasir dan lempung. Berpatokan pada distribusi nilai

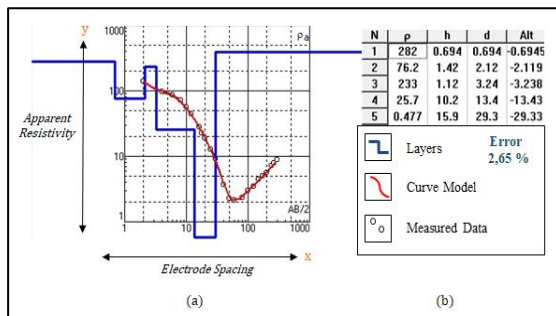
resistivitas menurut kedalaman, secara rinci diuraikan profil setiap lapisan.

Titik 1 merupakan lapisan dengan keterdapatan intrusi air laut pada lapisan keempat, berada pada kedalaman 6,25-12 meter dan memiliki ketebalan 5,76 meter. Kurva dan table resistivitas Model 1 dimensi untuk Titik 1 ditunjukkan pada **Gambar 6**.



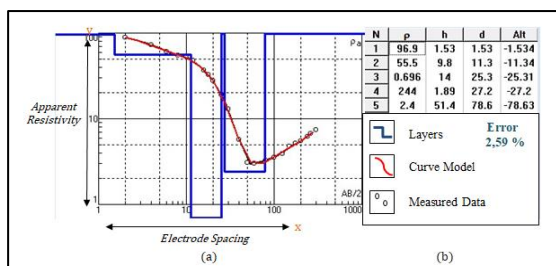
Gambar 6. Kurva dan tabel resistivitas titik 1.

Pada titik 2 merupakan lapisan dengan keterdapatan intrusi air laut pada lapisan kelima, berada pada kedalaman 13,4-29,3 meter dan memiliki ketebalan 15,9 meter. Ilustrasi profil pada titik ini, Model 1-dimensi nya diberikan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Kurva dan tabel resistivitas pelapisan titik 2.

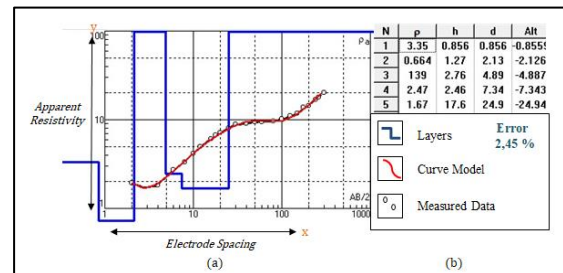
Titik 3 merupakan lapisan dengan anomali intrusi air laut di duga pada lapisan ketiga, berada pada kedalaman 11,3-25,3 meter dan memiliki ketebalan 14 meter. Model 1 dimensi untuk Titik 3 dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Kurva tabel resistivitas titik 3.

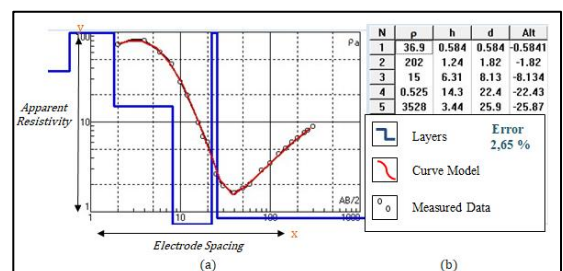
Titik 4 merupakan lapisan dengan keterdapatan intrusi air laut pada lapisan kedua, keempat, dan kelima, dan berada pada kedalaman yang bervariasi. Lapisan

yang diidentifikasi sebagai lapisan intrusi air laut, terdapat lapisan pasir yang merupakan lapisan *permeable* atau tembus air. Model 1 dimensi untuk Titik 4 dapat dilihat pada **Gambar 9**.



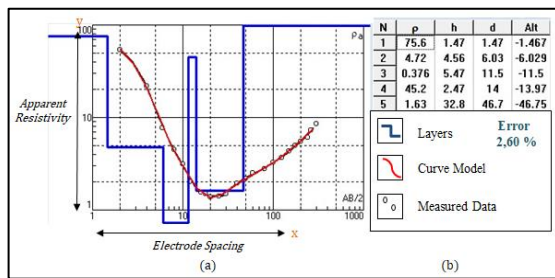
Gambar 9. Kurva tabel resistivitas titik 4.

Titik 5 merupakan lapisan dengan anomali intrusi air laut di duga pada lapisan keempat, berada pada kedalaman 8,13-22,4 meter dan memiliki ketebalan 14,3 meter. Model 1 dimensi untuk Titik 3 dapat dilihat pada **Gambar 10**.



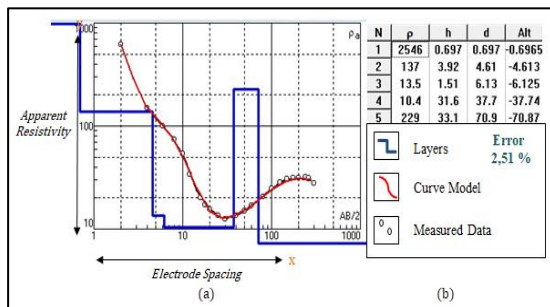
Gambar 10. Kurva tabel resistivitas titik 5.

Titik 6 merupakan lapisan dengan keterdapatan intrusi air laut pada lapisan ketiga dan kelima, dan berada pada kedalaman yang bervariasi. Lapisan yang diidentifikasi sebagai lapisan intrusi air laut, terdapat lapisan lempung yang merupakan lapisan *impermeable*. Model 1 dimensi untuk Titik 6 dapat dilihat pada **Gambar 11**.



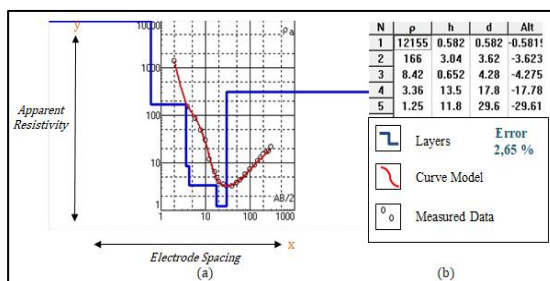
Gambar 11. Kurva dan tabel resistivitas titik 6.

Titik 7 merupakan lapisan yang tidak terdapat anomali intrusi air laut di namun terdapat lapisan pasir yang mempunyai persentase besar sebagai lapisan yang mudah terintrusi dan merupakan lapisan *permeable* Model 1 dimensi untuk Titik 7 dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Kurva tabel resistivitas titik 7.

Titik 8 merupakan lapisan dengan anomali intrusi air laut di duga pada lapisan keempat dan kelima, berada pada kedalaman 4,28-29,6 meter dan memiliki ketebalan 25,3 meter. Model 1 dimensi untuk Titik 8 dapat dilihat pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Kurva tabel resistivitas titik 8.

4.2. Hasil Interpretasi

Berpedoman pada **Tabel 6** (Telford dkk, 1990), setiap interpretasi untuk memperoleh gambaran tentang struktur bawah permukaan di lokasi penelitian. Hasil interpretasi disajikan dalam **Tabel 7** sampai dengan **Tabel 14**.

4.3. Pembahasan

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Hasibuan dkk. (2013) dilaporkan bahwa suatu lintasan yang mempunyai nilai resistivitas 0,5-5 ohm-m terjadi intrusi dan diinterpretasi sebagai lapisan pasir dan kerikil yang terendam air laut. Hasil penelitian Astutik dkk. (2016) juga menunjukkan nilai resistivitas 0,40-6,40 ohm.m sebagai lapisan yang teridentifikasi sebagai intrusi air laut. Nilai resistivitas sebesar 0,560-4,40 ohm.m diidentifikasi oleh Muslim dkk. (2021) sebagai lapisan akuifer bebas berupa lapisan pasir yang telah terintrusi air laut dikarenakan sifat pasir yang mudah untuk meloloskan air laut.

Model 1D menggambarkan beberapa rentang nilai resistivitas yang pada kedalaman tertentu menunjukkan perubahan berupa penurunan nilai resistivitas sehingga di duga adanya intrusi air laut pada daerah penelitian. Menurut Sastrawan dkk. (2021) air tanah yang tercemari oleh air laut akan mengalami penurunan nilai resistivitas. Hal ini menyebabkan terlihatnya perbedaan nilai resistivitas air tanah yang tercemari air laut dan yang tidak tercemar

Jarak pengukuran dari garis pantai berpengaruh pada besar-kecilnya nilai resistivitas. Makin dekat dengan garis pantai makin kecil nilai resistivitasnya dan sebaliknya.

Tabel 7. Interpretasi Litologi Batuan Titik 1

Lapisan	Resistivitas (ohm.m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi Litologi
1	537	0-1,39	1,39	<i>Top soil</i>
2	39,5	1,39-4,71	3,32	Lempung
3	105	4,71-6,25	1,56	Pasir
4	0,319	6,25-12	5,76	Pasir dan kerikil terendam air laut
5	9772	12-42,5	30,5	Batupasir

Tabel 8. Interpretasi Litologi Batuan Titik 2

Lapisan	Resistivitas (ohm.m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi litologi
1	282	0-0,694	0,694	<i>Top soil</i>
2	76,2	0,694-2,12	1,42	Lempung
3	233	2,12-3,24	1,12	Pasir
4	25,7	3,24-13,4	10,2	Lempung
5	0,477	13,4-29,3	15,9	Pasir dan kerikil terendam air laut

Tabel 9. Interpretasi Litologi Batuan Titik 3

Lapisan	Resistivitas (ohm.m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi Litologi
1	96,9	0-1,53	1,53	<i>Top soil</i>
2	55,5	1,53-11,3	19,8	Lempung
3	0,696	11,3-25,3	14	Pasir dan kerikil terendam air laut
4	244	25,3-27,2	1,89	Pasir
5	2,4	27,2-78,6	51,4	Pasir dan kerikil terendam air laut

Tabel 10. Interpretasi Litologi Batuan Titik 4

Lapisan	Resistivitas (ohm.m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi Litologi
1	3,35	0-0,856	0,856	<i>Top soil</i>
2	0,664	0,856-2,13	1,27	Pasir dan kerikil terendam air laut
3	139	2,13-4,89	2,76	Pasir
4	2,47	4,89-7,34	2,46	Pasir dan kerikil terendam air laut
5	1,67	7,34-24,9	17,6	Pasir dan kerikil terendam air laut

Tabel 11. Interpretasi Litologi Batuan Titik 5

Lapisan	Resistivitas (ohm.m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi Litologi
1	36,9	0-0,584	0,584	<i>Top soil</i>
2	202	0,584-1,82	1,24	Pasir
3	15	1,82-8,13	6,31	Lempung
4	0,525	8,13-22,4	14,3	Pasir dan kerikil terendam air laut
5	3528	22,4-25,9	3,44	Batupasir

Tabel 12. Interpretasi Litologi Batuan Titik 6

Lapisan	Resistivitas (ohm.m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi Litologi
1	75,6	0-1,47	1,47	<i>Top soil</i>
2	4,72	1,47-6,03	4,56	Lempung
3	0,376	6,03-11,5	5,47	Pasir dan kerikil terendam air laut
4	45,2	11,5-14	2,47	Lempung
5	1,63	14-46,7	32,8	Pasir dan kerikil terendam air laut

Tabel 13. Interpretasi Litologi Batuan Titik 7

Lapisan	Resistivitas (ohm.m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi Litologi
1	2546	0-0,697	0,697	<i>Top soil</i>
2	4137	0,697-4,61	3,92	Pasir
3	013,5	4,61-6,13	1,51	Lempung
4	10,4	6,13-37,7	31,6	Lempung
5	229	37,7-70,9	33,1	Pasir

Tabel 14. Interpretasi Litologi Batuan Titik 8

Lapisan	Resistivitas (ohm.m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi Litologi
1	12155	0-0,582	0,582	<i>Top soil</i>
2	166	0,582-3,62	3,04	Pasir
3	8,42	3,62-4,28	40,652	Lempung
4	3,36	4,28-17,8	13,5	Pasir dan kerikil terendam air laut
5	1,25	17,8-29,6	11,8	Pasir dan kerikil terendam air laut

Berdasarkan hasil citra 1D menggunakan *software* IP2WIN, setiap lintasan pengukuran terdapat adanya anomali berupa intrusi air laut yang ditandai dengan lapisan pasir dan kerikil dengan nilai resistivitas antara 0,5-5 ohm.m. Hal ini didukung dengan lokasi daerah penelitian yang masuk ke dalam kompleks aluvium dengan struktur batuan berupa pasir, kerikil, kerakal dan batupasir.

Santoso dkk. dalam penelitiannya pada tahun 2013, mengatakan bahwa batuan yang memiliki permeabilitas dan porositas yang baik seperti batupasir dan kerikil di area pesisir pantai memiliki kemungkinan besar sebagai batuan yang mudah terintrusi air laut.

Keberadaan intrusi air laut pada daerah penelitian memiliki kedalaman yang berbeda-beda. Intrusi air laut yang teridentifikasi paling dangkal berada pada

lintasan 8 dengan kedalaman 4,28-17,8 meter, sementara keberadaan intrusi air laut yang paling dalam berada pada lintasan 2, yaitu pada kedalaman 13,4-29,3 meter.

Walaupun demikian, kualitas air sumur warga berdasarkan data kualitas sumur di daerah penelitian pada tahun 2019 menunjukkan bahwa air sumur tersebut masih tergolong sebagai *freshwater*. Hal ini karena nilai konduktivitas, TDS, pH, dan salinitas masih memenuhi syarat baku mutu air untuk keperluan sanitasi dan konsumsi sesuai dengan Permenkes No. 32 Tahun 2017. Didukung dengan kedalaman sumur yang sangat dangkal dan belum mencapai kedalaman teridentifikasinya lapisan yang terintrusi air laut. Keterdapatannya lapisan lempung yang selalu berada di atas lapisan yang teridentifikasi sebagai lapisan yang intrusi air laut merupakan salah satu faktor penyebab mengapa data kualitas air pada

sumur gali belum menunjukkan adanya air laut yang mencemari. Sebab lempung merupakan lapisan yang *impermeable* atau kedap air dan memiliki porositas dan permeabilitas buruk, sehingga lapisan yang terintrusi air laut masih tertahan akibat adanya lapisan ini. Menurut Permana (2019) warna kekuningan atau keruh pada air sumur gali warga disebabkan oleh lapisan lempung atau lumpur.

Hal yang menjadi kelemahan dalam penelitian ini adalah keberadaan titik pengukuran yang sedikit berjarak dengan keberadaan sumur gali yang menjadi patokan kualitas sumur, sehingga memungkinkan adanya perbedaan data. Terlebih lagi data geolistrik dengan metode VES atau *sounding* merupakan data yang hanya mampu melihat kondisi bawah permukaan dangkal secara vertikal.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat di ambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh di Desa Laimeo-Ulu Sawa, Kecamatan Sawa Kabupaten Konawe Utara teridentifikasi bahwa terdapat lima lapisan yang berbeda dengan kedalaman dan rentang nilai resistivitas yang berbeda pula, diantaranya adalah *top soil*, lempung, pasir, pasir dan kerikil terendam air laut dan batupasir. *Top soil* mempunyai nilai resistivitas berkisar >300 ohm.m, lapisan lempung dengan nilai resistivitas kisaran 4,72-72,6 ohm.m, nilai resistivitas lapisan pasir ialah 105-4137 ohm.m, lapisan selanjutnya yang diduga sebagai intrusi air laut adalah lapisan pasir dan kerikil terendam air laut dengan kisaran nilai resistivitas 0,5-5 ohm.m, lapisan yang terakhir adalah lapisan batupasir dengan nilai resistivitas 3528-9772 ohm.m.
- b. Kondisi akuifer pada sumur gali warga setempat berdasarkan kualitas sumur gali yang telah diperoleh menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017 menunjukkan bahwa air pada sumur gali tersebut masih memenuhi syarat sebagai air baku untuk keperluan

konsumsi dan sanitasi. Hal ini karena nilai salinitas pada data kualitas sumur rata-rata adalah 0,3%, pH berada pada nilai 6,65-7,29, rata-rata nilai konduktivitas adalah $0,5 \mu S/cm$, dan nilai TDS berada di bawah 1000 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allred, B.J., Daniels, J.J., Ehsani, M.R. (2008). Editors of Handbook of Agricultural Geophysics, CBC Press, Taylor & Francis Group, ISBN 978-0-8493-3728-4
- Ardaneswari, T.A., Yulianto, T., & Putranto, T.T. (2016). Analisis Intrusi Air Laut Menggunakan Data Resistivitas dan Geokimia Airtanah di Dataran Aluvial Kota Semarang. *Youngster Physics Journal*, Vol. 5, No. 4.
- Asmaranto, R. (2014). Identifikasi Potensi Akuifer Menggunakan Uji Resistivity VES (Vertical Electrical Sounding) (Studi Kasus: Desa Pohijo, Sampung-Ponorogo). *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(2), 199-206.
- Astutik, P., Wahyono, S.C., & Siregar, S.S. (2016). Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik di Desa kampung Baru, Tanah Bumbu. *Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA*, 13(2), 155-160.
[Http://dx.doi.org/10.20527/flux.v13i2.3529](http://dx.doi.org/10.20527/flux.v13i2.3529)
- Faza, M.G. (2015). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivity Untuk Pendugaan Sebaran Intrusi Air Laut di Kelurahan Klego Kota Pekalongan. [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang.
- Febrian, A.N., Wahyuni, M.G.S., & Satiawati, L. (2015). Studi Laboratorium Pengaruh Penggunaan Fluida Kompleksi $CaBr_2$ Terhadap Sifat Fisik Batuan Sandstone Sintetik. *Seminar Nasional Cendekiawan*. Universitas Trisakti
- Harjito, (2013). Metode Vertical Electrical Sounding untuk Menduga Potensi Sumberdaya Air. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, Vol. 5, No. 2, hal. 127-140, ISSN: 2085-1227.
- Hasan, M.F.R., Fransiska, C.D., Suaidi, D.A., Wisodo, H., Martina, N., & Rahmat, A. (2020). Identification of seawater intrusion using geoelectrical resistivity method in the Goa Cina Beach Malang Area, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 739. Doi: 10.1088/1755-1315/739/1/012002

- Hasibuan, F., Susilawati & Rahmatsyah. (2013). Studi Intrusi Air Laut dengan Menggunakan Metode Resistivitas Listrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Kecamatan Pantai Cermin Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Universitas Sumatera Utara*, 3(1).
- Hillel, D. (2004). Introduction to Environmental Soil Physics. Elsevier Science (USA), ISBN 0-12-348655-6, p. 494.
- Iqbal, V., Velmurugan, A., Balaji, S., Swarnan, T.P. (2018). Effect of Seawater Intrusion on Soil and Water Quality Parameter in Vulnerable Area of South Andaman Island, India. *Journal of the Andaman Science Association*, Vol. 23, Nomor 2: 119-123.
- Loke, M. H. (2004). Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys, 2004 Revised Edition. In Tutorial: 2-D and 3-D electrical Imaging Surveys (Issue July). Loke Publisher.
- Muna, L. (2017). Penentuan Zona Intrusi Air Laut Daerah Pantai Selatan Banyuwangi Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis (Studi Kasus Desa Sumberasri Kecamatan Purwoharjo Kabupaten Banyuwangi). [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Muslim, Azwar, A., & Muhandi (2021). Identifikasi Sebaran Intrusi Air Laut di Sekitar Area Pelabuhan Internasional Kijing, Kabupaten Mempawah menggunakan Metode Resistivitas. *Jurnal Fisika*, 11(1), 19-26.
<https://doi.org/10.15294/jf.v11i1.29138>
- Pasamba, O.S., Tamuntuan, G.H., & Tanauma, A. (2017). Identifikasi Intrusi Air Laut Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger Di Daerah Malalayang Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 6(2), 72-76.
<https://doi.org/10.35799/jm.6.2.2017.17797>
- Permana, A.P. (2019). Analisis Kedalaman dan Kualitas Air Tanah Di Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 15-22.
<https://doi.org/10.14710/jil.17.1.15-22>
- Prakoso, F.D. (2016). Studi Pola Sebaran Salinitas, Temperatur, dan Arus Perairan Estuari Sungai Wonokromo Surabaya [Skripsi]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pujianiki, N.N. & Simpen, I.N. (2018). Aplikasi Geolistrik pada Pemetaan Daerah Intrusi Air Laut di Pantai Candidasa. Universitas Udayana. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 29(34). doi: mkts.v 2411.17574
- Reynolds, J.M. (1998). An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. New York: John Wiley & Sons
- Ridha, M., & Darminto (2016). Analisis Densitas, Porositas dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok dengan Variasi Lokasi Menggunakan Metode Archimedes dan Software Image-J. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 12(3).
<http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v12i3.1403>
- Rosmiati, Pariabti, P. & Ihsan, N (2016). Survei Sebaran Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Di Kelurahan Bonto Raya Kecamatan Batang Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Sains Dan Pendidikan fisika*, 12(3), 330-336.
<https://doi.org/10.35580/jspf.v12i3.3061>
- Rusmana, E., Sukido, Sukarna, D., Haryono, E., & Simanjuntak, T.O. (1993). Keterangan Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi, Skala 1:250.000. Bandung: Puslitbang Geologi, Badan Geologi.
- Santoso, T., Priyantari, N., & Hiskiawan, P. (2013). Pendugaan Intrusi Air Laut Dengan Metode Geolistrik Resistivitas 1D di Pantai Payangan Desa Sumberejo Jember. *Berkala Sainstek*, 1(1), 17-19
- Sastrawan, F.D. & Arisalwadi, R.M. (2021). Studi Awal Indikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *Jurnal Fisika Flux*, 18(2), 164-169.
<https://doi.org/10.20527/flux.v18i2.9077>
- Sears, F.W., Zemansky, M.W., Young, H.D. (1982). University Physics. Sixth Edition, Addison-Wesley Series in Physics, ISBN 0-201-07195-9, p. 929.
- Septiardi, M.E., Mislan., Natalisantoo, & Inu, A. (2019). Studi Pemanfaatan Air Tanah dan Potensi Intrusi Air Laut Di Daerah Pesisir Kota Balikpapan. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 2(1).
<https://doi.org/10.30872/geofisunmul.v2i1.334>
- Suharso, K.B. (2013). Analisis Zona Akuifer pada Kawasan Karst daerah "X" Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger. [Skripsi]. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Surono (2013). Geologi Lengan Tenggara Sulawesi. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung.
- Sutandi, M.C. (2012). *Air Tanah*. Penelitian. Universitas Kristen Maranatha.
- Syukri, M. (2020). *Buku Ajar Dasar-Dasar Metode Geolistrik*. Syiah Kuala University Press. Aceh.

- Telford, W. M., Sherif, R.E., & Geldart, L.P. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University.
- Tood, D.K. (1980). *Groundwater Hydrogeology Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Wardhana, G.G. (2019). *Identifikasi Zona Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Vertical Electrical Sounding (VES) Pada Daerah Banyumas Kabupaten Pringsewu*. [Skripsi]. Universitas Lampung
- 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).
Doi: 10.12962/j23373539.v6i1.22283
- Wijaya, A.S. (2015). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November. *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55), 1-5.
<https://doi.org/10.22146/jfi.24363>