



Identifikasi Kedalaman Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas di Desa Bassiang Kecamatan Ponrang Selatan Kabupaten Luwu

Kurnia Bakri¹⁾, Fitri Jusmi^{1*)}, Aryadi Nurfalaq²⁾

¹⁾ Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

²⁾ Program Studi Informatika Fakultas Teknik Komputer Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

Email korespondensi : fitrijusmi@uncp.ac.id

ABSTRACT– This study aims to identify the depth of seawater intrusion based on the resistivity value of the detection results using the Schlumberger configuration geoelectric method in Bassiang Village, South Ponrang District, Luwu Regency. The method used in this study was a field survey with data collection carried out at 3 track points using the Schlumberger configuration resistivity geoelectric method. Field data analysis used Microsoft Excel software to obtain apparent resistivity values and then processed using IP2WIN software to obtain actual resistivity values. The results of the actual resistivity values that have been obtained from the 3 measurement path points are then correlated to display a cross-sectional view of the 2D resistivity of the study area which is used to facilitate data interpretation. The results showed that seawater intrusion into groundwater akuifer s occurred at point 1 starting from a depth of 10.84–18.92 meters and point 3 where all layers had been absorbed by sea water. Then for the point of track 2 itself, seawater intrusion into the groundwater akuifer was not found so that the area on track 2 is the best used by the community in making wells as a solution to the clean water problem.

ABSTRAK– Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kedalaman intrusi air laut berdasarkan nilai resistivitas hasil deteksi menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di Desa Bassiang Kecamatan Ponrang Selatan Kabupaten Luwu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei lapangan dengan pengambilan data dilakukan pada 3 titik lintasan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger. Analisis data lapangan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel untuk memperoleh nilai resistivitas semu dan kemudian diolah menggunakan software IP2WIN untuk memperoleh nilai tahanan jenis yang sebenarnya. Hasil nilai resistivitas sebenarnya yang telah diperoleh dari 3 titik lintasan pengukuran kemudian dikorelasikan untuk menampilkan gambaran penampang tahanan jenis 2D daerah penelitian yang digunakan untuk mempermudah penginterpretasian data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intrusi air laut ke akuifer air tanah terjadi pada titik lintasan 1 mulai dari kedalaman 10,84–18,92 meter dan titik lintasan 3 yang semua lapisannya telah terserap oleh air laut. Kemudian untuk titik lintasan 2 sendiri intrusi air laut ke akuifer air tanah tidak ditemukan sehingga daerah pada lintasan 2 adalah yang paling baik digunakan oleh masyarakat dalam pembuatan sumur sebagai solusi dari masalah air bersih.

Kata Kunci : intrusi air laut, akuifer , resistivitas, konfigurasi schlumberger

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan di bumi. Air bawah permukaan merupakan sumber daya alam (SDA) yang memiliki peranan penting bagi kelangsungan hidup manusia karena dapat

memenuhi persediaan air bersih layak pakai. Pada saat ini hanya 24% dari jumlah seluruh kebutuhan air bersih yang dapat disediakan dari air sungai, sedangkan 76% dipasok dari air tanah yang diusahakan oleh penduduk setempat maupun oleh PDAM (Haman, 2006).

Hampir seluruh kegiatan yang dilakukan oleh manusia membutuhkan air, mulai dari membersihkan diri, membersihkan tempat tinggal, menyiapkan makanan, minuman, sampai dengan aktivitas lainnya. Sehingga, kualitas airnya perlu diperhatikan dengan seksama, baik secara fisik maupun kandungan kimianya. Karena kualitas air yang baik, dapat menjadi salah satu penunjang kesejahteraan hidup manusia. Namun, walaupun air yang terdapat di alam berlimpah tapi tidak semua air tersebut dapat dimanfaatkan sebagai air minum, seperti air laut karena tingkat keasinannya melebihi batas tertentu yang diizinkan untuk dikonsumsi oleh manusia. Dampak pemanasan global yang mulai dirasakan saat ini banyak membuat permasalahan baru diantaranya terhadap meningkatnya volume air laut, yang dapat memudahkan penyebab terjadinya intrusi air laut semakin jauh ke daratan.

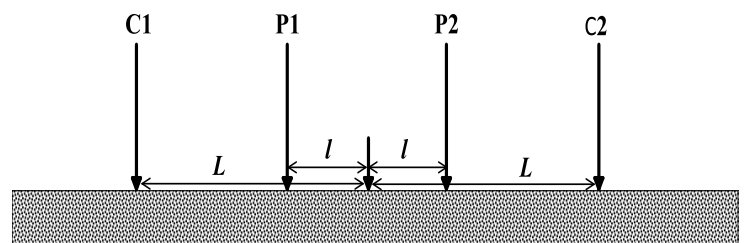
Permasalahan kualitas air bersih telah sering terjadi pada daerah yang terletak di pesisir pantai atau daerah yang tidak jauh dari laut, salah satunya di tempat tinggal penulis yaitu di daerah Desa Bassiang Kecamatan Ponrang Selatan Kabupaten Luwu yang juga terletak tidak jauh dari daerah laut mengalami keterbatasan air bersih dikarenakan terjadinya penurunan kualitas air dari air tanah yang memiliki kualitas asin. Karena adanya air tanah dengan kualitas asin, maka hal tersebut menyebabkan peningkatan kadar salinitas pada air sumur, sehingga warga banyak yang mengeluhkan akan hal ini. Beberapa upaya dari warga untuk mendapatkan air bersih dilakukan dengan pembuatan sumur gali dan sumur bor, namun warga hanya mendapatkan air sumur dengan kualitas asin. Tentunya hal ini ada kaitannya dengan adanya intrusi air laut pada akuifer di daerah tersebut.

Menanggapi permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendeteksi keberadaan air tanah di bawah permukaan yang telah mengalami pencemaran air laut sebagai akibat dari intrusi air laut ke lapisan akuifer. Salah satu cara

untuk mengetahui kedalaman intrusi air laut dengan menggunakan metode geofisika. Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bidang gelincir longsor adalah metode geolistrik tahanan jenis. Metode ini pada dasarnya mengukur harga resistivitas batuan yang dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik (I) ke bawah permukaan bumi melalui sepasang elektroda kemudian mengukur beda potensial (ΔV) yang dihasilkan sehingga resistivitas semu batuan dapat dihitung (Manrulu & Nurfalaq, 2017). Resistivitas semu ini dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

Pada konfigurasi Schlumberger idealnya jarak P1P2 dibuat sekecil-kecilnya, sehingga jarak P1P2 secara teoritis tidak berubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak C1C2 sudah relatif besar maka jarak P1P2 hendaknya diubah. Perubahan jarak P1P2 hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak C1C2.



Gambar 1. Susunan elektroda Konfigurasi Schlumberger

Faktor geometri dari konfigurasi ini diberikan oleh persamaan

$$K = \pi \frac{(L^2 - l^2)}{2l} \quad \dots (2)$$

Dimana $L = \frac{C_1 C_2}{2}$ dan $l = \frac{P_1 P_2}{2}$

Persamaan yang digunakan untuk menghitung resistivitas semu pada konfigurasi Schlumberger sebagai berikut.

$$\rho_a = \pi \frac{(L^2 - l^2)}{2l} \frac{V}{I} \quad \dots (3)$$

Metode geolistrik ini telah digunakan untuk pemetaan akuifer air tanah Kota Palopo (Nurfalaq, Putri, & Manrulu, 2020), identifikasi akuifer daerah Pallantikang

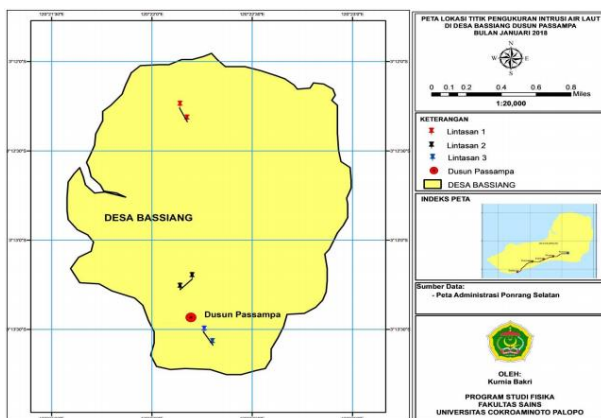
Kabupaten Jeneponto (Nurfalaq, Nawir, Manrulu, & Umar, 2018) dan identifikasi akuifer di Kecamatan Sendana (Usman, Manrulu, Nurfalaq, & Rohayu, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kedalaman intrusi air laut berdasarkan nilai resistivitas hasil deteksi metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger di Desa Bassiang Kecamatan Ponrang Selatan Kabupaten Luwu.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Bassiang Dusun Passampa Kecamatan Ponrang Selatan Kabupaten Luwu. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Peta Desa Bassiang yang menjadi lokasi penelitian

2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: resistivitymeter, sepasang elektroda arus dan elektroda potensial, meteran, kabel rol, palu geologi, GPS (*Global Positioning System*), aki, laptop atau *notebook*, peta lokasi penelitian, kamera dan alat tulis menulis.

3. Metode Kerja

a. Tahap Persiapan

Menyiapkan segala alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengukuran di lapangan.

b. Akuisisi Data

Penelitian ini dilakukan menggunakan 3 lintasan dengan panjang untuk setiap lintasan

pengukuran adalah 100 meter dengan jarak spasi antar elektroda disesuaikan berdasarkan jarak spasi konfigurasi Schlumberger. Adapun tahapan yang dilakukan dalam pengambilan data yaitu, merencanakan desain survei, menentukan lintasan pengukuran dan spasi elektroda, panjang lintasan pengukuran serta arah lintasan pengukuran menggunakan GPS kemudian memasang elektroda dengan lebar jarak spasi antar elektroda yang telah ditentukan dengan susunan elektroda disusun berdasarkan aturan konfigurasi schlumberger, lalu mengaktifkan resistivitymeter kemudian menginjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui elektroda yang sudah terpasang yaitu 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial. Variabel yang terukur pada alat geolistrik (resistivitymeter) adalah tegangan (V) dan kuat arus (I) yang mengalir dalam batuan.

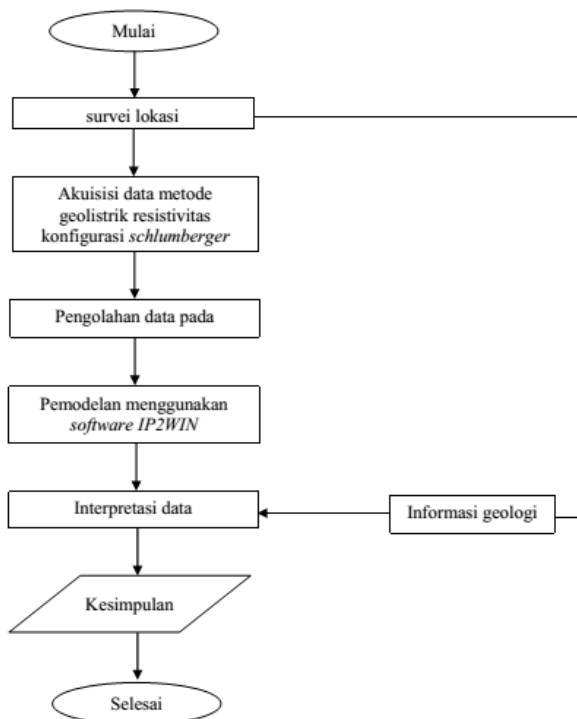
4. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan kemudian diinput ke dalam *Microsoft Excel* untuk menghitung harga resistivitas semu (ρ) menggunakan persamaan (3). Kemudian data diolah menggunakan *software* IP2WIN untuk memperoleh nilai resistivitas material bawah permukaan, ketebalan dan kedalamannya yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel yang apabila dikorelasi akan menampilkan penampang resistivitas lapisan bawah permukaan 2D.

5. Interpretasi Data

Hasil pengolahan data dan inversi data geolistrik berupa penampang tahanan jenis. Penampang tersebut memperlihatkan distribusi resistivitas material yang ada di bawah permukaan pada berbagai kedalaman beserta ukuran ketebalannya. Nilai resistivitas setiap mineral diwakili oleh gradasi warna pada penampang. Untuk mengetahui jenis mineral yang terdeteksi, nilai resistivitas yang diperoleh disesuaikan menggunakan tabel nilai resistivitas material-material bumi (Telford, Geldart, & Sheriff, 1990). Penampang bawah permukaan setiap lintasan

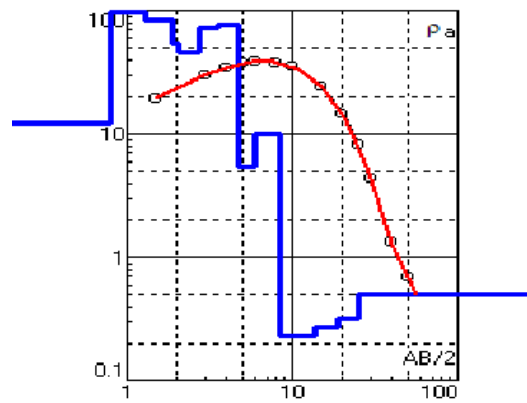
diinterpretasikan berdasarkan nilai tahanan jenis yang diperoleh dari hasil deteksi resistivitymeter yang dimodelkan menggunakan *software* IP2WIN. Sehingga, dapat diketahui kedalaman air tanah yang mengalami intrusi dan kedalaman air tanah yang bisa untuk dikonsumsi. Diagram kerja identifikasi kedalaman intrusi air laut ke akuifer dengan metode geolistrik resistivitas di Desa Bassiang Kecamatan Ponrang Selatan Kabupaten Luwu.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

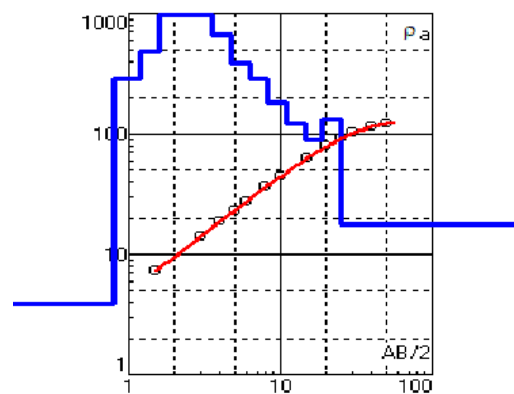
Pengukuran dilakukan dengan 3 lintasan, dimana untuk lintasan 1 yang berada pada titik koordinat $3^{\circ}12'20,06''\text{S}$ - $120^{\circ}22'12,37''\text{E}$ dan $3^{\circ}12'16,97''\text{S}$ - $120^{\circ}22'11,40''\text{E}$ pada ketinggian 10 mdpl dengan panjang lintasan 100 meter dengan kondisi bentang lahan berupa tanah yang ditumbuhi oleh pohon dan semak-semak yang dekat dengan sumur warga yang dilakukan pada pukul 14:52 WITA. Hasil model inversi penampang bawah permukaan lintasan 1 diperoleh grafik seperti pada gambar 4 dengan nilai resistivitas sebesar 0,22–107,7 $\Omega\cdot\text{m}$ dan nilai *error* sebesar 0,284%.



Gambar 4. VES lintasan 1

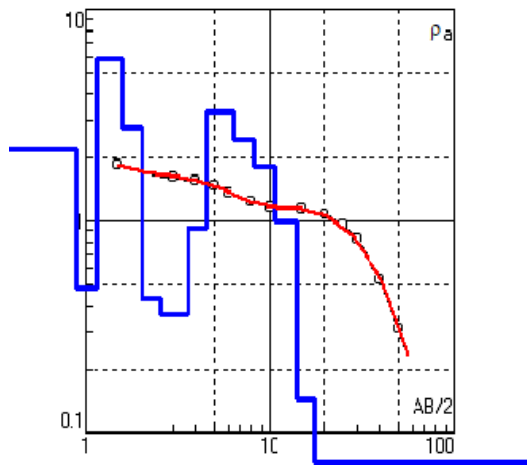
Pada lintasan 2 yang berada pada titik koordinat $3^{\circ}13'15,78''\text{S}$ - $120^{\circ}22'11,62''\text{E}$ dan $3^{\circ}13'12,82''\text{S}$ - $120^{\circ}22'13,60''\text{E}$ pada ketinggian 10 mdpl dengan panjang lintasan 100 meter kondisi bentang lahan berupa tanah yang ditumbuhi oleh pohon dan semak-semak yang dekat dengan rumah warga yang dilakukan pada pukul 17:13 WITA.

Hasil model inversi penampang bawah permukaan lintasan 2 diperoleh grafik seperti pada gambar 5 dan nilai resistivitas sebesar 3,849–1999 $\Omega\cdot\text{m}$ dan nilai *error* sebesar 0,243%.



Gambar 5. VES lintasan 2

Lintasan 3 yang berada pada titik koordinat $3^{\circ}13'33,0''\text{S}$, $120^{\circ}22'18,14''\text{E}$ dan $3^{\circ}13'31,24''\text{S}$, $120^{\circ}22'16,43''\text{E}$ pada ketinggian 10 mdpl dengan panjang lintasan 100 meter kondisi bentang lahan berupa tanah berpasir yang dekat dengan rumah warga yang dilakukan pada pukul 17:53 WITA. Hasil model inversi penampang bawah permukaan lintasan 3 diperoleh grafik seperti pada gambar 6 dan nilai resistivitas sebesar 0,01 $\Omega\cdot\text{m}$ –3,27 $\Omega\cdot\text{m}$ dan nilai *error* sebesar 0,296%.



Gambar 6. VES Lintasan 3

Pada lintasan 1 dengan nilai resistivitas mulai dari 0,50–107,7 Ωm untuk citra warna hijau pada penampang dengan rentang nilai resistivitas 5,5–12,16 Ωm diindikasikan sebagai lapisan lempung. Citra warna kuning–orange dengan rentang nilai resistivitas 46–84 Ωm diindikasikan sebagai lapisan lanau dan lanau pasir. Citra warna merah muda dengan nilai resistivitas 107,7 Ωm diindikasikan sebagai pasir-kerikilan. Kemudian untuk rentang nilai resistivitas antara 0,22–0,50 Ωm diindikasikan sebagai zona akuifer air tawar yang telah mengalami intrusi air laut, nilai tersebut berada pada lapisan ke 10–13. Pengindikasian lapisan ke 10–13 sebagai zona intrusi air laut disebabkan karena nilai resistivitas air tanah adalah 0,5 Ωm dan resistivitas air laut adalah 0,2 Ωm . Dalam keadaan statis, air tawar akan mengapung di atas air asin di daerah pantai karena air asin mempunyai densitas yang lebih tinggi dari air tawar. Lintasan 1 lapisan yang memiliki nilai resistivitas 0,22 Ωm berada pada lapisan ke-10 dan lapisan yang memiliki nilai resistivitas 0,5 Ωm berada pada lapisan ke-13 maka dapat diketahui bahwa pada lapisan ke-10 merupakan lapisan yang mengalami intrusi air laut sehingga otomatis lapisan di bawahnya juga mengalami intrusi.

Untuk lintasan 2 dengan nilai resistivitas mulai dari 3,85–1999 Ωm , lapisan penutupnya diperlihatkan dengan citra warna hijau dengan nilai resistivitas 3,89 Ωm dan

sama halnya dengan lintasan 1, lapisan dengan citra penampang warna hijau diindikasikan sebagai lapisan lempung. Lalu, untuk citra warna kuning–orange dengan rentang nilai resistivitas 17,1–89,9 Ωm diindikasikan sebagai lanau dan lanau pasir. Kemudian, untuk citra warna merah muda–merah dengan nilai resistivitas 123,3–627,9 Ωm diindikasikan sebagai lapisan pasir kerikilan hingga pasir kerakalan. Pada lintasan 2 masalah intrusi air laut tidak terjadi. Sebab, nilai resistivitas intrusi air laut berada antara nilai resistivitas air tanah dan air laut yaitu diantara 0,2 Ωm –0,5 Ωm . Kemudian berdasarkan fungsi akuifer sebagai lapisan yang dapat meloloskan air dan menyimpan air, lapisan air tanah yang baik untuk dikonsumsi berada pada akuifer dengan lapisan material pasir, pasir kerikilan, hingga pasir kerakalan. Air tanah yang berada pada material lempung hingga lanau memiliki kualitas yang kurang baik akibat material lempung apabila telah jenuh, maka tidak akan dapat lagi menyerap air dan material lanau merupakan jenis material yang masih mendekati dengan material lempung.

Lintasan 3 dengan nilai resistivitas mulai dari 0,01–3,27 Ωm , dari citra warna penampangnya yaitu warna hitam-biru dengan nilai resistivitasnya yang sangat rendah yaitu mulai dari 0,01–3,27 Ωm sudah memperlihatkan dengan jelas bahwa pada lintasan ini, intrusi air laut sudah menyusup jauh hingga kesemua lapisannya. Sebab, seperti halnya penjelasan pada lintasan 1 yaitu berdasarkan penjelasan pada kajian teori mengenai intrusi air laut menyatakan bahwa dalam keadaan statis, air tawar akan mengapung di atas air asin di daerah pantai karena air asin mempunyai densitas yang lebih tinggi dari air tawar maka pada lintasan 3, semua lapisannya telah mengalami intrusi. Adapun pada lintasan 3 dengan nilai resistivitas lebih dari 0,5 Ωm juga diindikasikan sebagai intrusi air laut disebabkan karena pada lapisan kedua yaitu lapisan setelah lapisan *top soil* (lapisan

penutup) memiliki nilai resistivitas 0,48 Ω m dan nilai tersebut belum mencapai nilai resistivitas untuk air tanah. Sebab, nilai resistivitas untuk air tanah adalah 0,5 Ω m. Sehingga, karena hal tersebut maka otomatis lapisan yang berada di bawah lapisan kedua juga telah terserap oleh air asin dan lapisan tersebut diindikasikan sebagai lapisan lempung yang terserap oleh air asin. Berdasarkan hal tersebut, maka pada lintasan 3 intrusi air laut sudah menyusup jauh kedalam akuifer air tawar dan kondisi air bawah permukaan pada lintasan 3 ini sudah berupa air payau.

Berdasarkan hasil interpretasi dari ketiga lintasan pengukuran geolistrik dapat diketahui bahwa lintasan yang tidak mengalami intrusi air laut berada pada lintasan 2 sehingga area pada lintasan 2 baik untuk digunakan dalam membuat sumur, baik sumur gali ataupun sumur bor. Namun, agar lebih baik dalam menentukan layak tidaknya air untuk dikonsumsi diperlukan uji laboratorium. Sebab, air yang layak dikonsumsi. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 menentukan kadar maksimum Na dan Cl yang diperbolehkan untuk dikonsumsi adalah 200 mg/l dan 250 mg/l. Selain itu, untuk pemakaian sumur bor masyarakat juga harus mengontrol penggunaannya, sebab pemompaan yang berlebihan dapat membuat muka air tanah turun dan membuka jalan untuk air laut masuk kedalamnya sehingga akan terjadi intrusi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan hasil interpretasi yang dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Daerah yang telah mengalami intrusi air laut terjadi pada lintasan 1 yaitu mulai dari kedalaman 13,58 - 25 meter dan lintasan 3 yang semua lapisannya telah diresapi oleh air laut.
2. Daerah yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk membuat sumur adalah pada lintasan 2 yaitu mulai dari kedalaman 1,18-25 meter. Namun, agar lebih baik

dalam menentukan layak tidaknya air untuk dikonsumsi diperlukan uji laboratorium.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pemerintah dan masyarakat Desa Bassiang yang telah mendukung penelitian ini dan segenap pihak yang tidak dapat disebutkan semuanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Haman. (2006). *Kerusakan Akibat Intrusi Air Laut di Pantai Utara Jawa Tengah*. Semarang: Balitbang Provinsi Jawa Tengah.
- Manrulu, R. H., & Nurfalaq, A. (2017). *Metode Geofisika (Teori dan Aplikasi)*. Palopo: UNCP Press.
- Nurfalaq, A., Nawir, A., Manrulu, R. H., & Umar, E. P. (2018). Identifikasi Akuifer Daerah Pallantikang Kabupaten Jeneponto dengan Metode Geolistrik. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat Volume 15 Nomor 2*, 117-127.
- Nurfalaq, A., Putri, I. K., & Manrulu, R. H. (2020). Pemetaan Akuifer Air Tanah Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal Geoelebes Volume 4 Nomor 2*, 70-78.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- Usman, B., Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., & Rohayu, E. (2017). Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat Volume 14 Nomor 2*, 65-72.