



Analisis Intrusi Air Laut Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2d Dipole Dipole Di Desa Bagan Deli Kecamatan Medan Belawan

Rappel Situmorang dan Viktor Panjaitan*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Diterima April 2016; Disetujui Mei 2016; Dipublikasikan Juni 2016

Abstrak

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui nilai resistivitas lapisan batuan di desa Bagan Deli yang diduga mengalami intrusi air laut berdasarkan nilai jenis batuan bawah permukaan. Untuk mendapatkan nilai tahanan jenis digunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Dipole-Dipole* dengan 16 elektroda dan jarak antar elektroda 5 cm. Penelitian ini dilakukan pada 2 lintasan dengan panjang masing-masing lintasan 75 meter, nilai tahanan jenis semu yang diperoleh selanjutnya diolah dengan menggunakan *Software* Res2Dinv sebagai nilai tahanan jenis yang sebenarnya, resistivitas semu diinterpretasikan sebagai struktur bawah permukaan yang dapat dikaitkan dengan daerah yang mengandung intrusi air laut. Hasil pengolahan dan interpretasi data diperoleh kedalaman maksimal 10,9 m yang terdiri dari lapisan akuifer endapan lumpur (*alluvial*) dengan volume air tawar yang sedikit bercampur pasir (*sandstone*), kerikil (*grafel*) dan batuan pasir berlumpung dan Ditemukan intrusi air laut pada kedua lintasan pengukuran dengan volume air laut yang berbeda. Pada lintasan pertama terjadi intrusi air laut yang sangat besar dan hampir terjadi pada seluruh bentangan dengan nilai resistivitas 0,691 – 4,90 Ω m hal ini dikarenakan letak pengukuran yang dekat dengan garis pantai (300 m). Pada lintasan kedua terjadi intrusi air laut yang sangat besar dan hampir terjadi pada seluruh betangan dengan nilai resistivits 0,711 – 3,74 Ω m.

Kata kunci : intrusi air laut, resistivitas, *Dipole-Dipole*

ABSTRACT

This research have aim to get the structure of the local subsurface seawater intrusion in Bagan Deli allegedly suffered by the value of subsurface rock types. To obtain resistivity value is used electrical resistivity or geoelectric resistivity method Dipole-Dipole configuration with 16 electrodes and the distance between the electrodes 5 cm. The research was conducted on 2 tracks with each track length of 75 meters, apparent

resistivity values were then processed using Res2Dinv Software . as actual resistivity value. The apparent resistivity inversion results are interpreted as subsurface structures that may be associated with areas containing sea water intrusion. From the processing and interpretation of the data obtained maximum depth of 10,9 m which consists of layers of silt aquifer (alluvial) with a little volume of fresh water mixed with sand (sandstone), gravel (gravel) and rocks sand. Found of seawater intrusion in the third trajectory measurements with different volumes of sea water. At the first pass seawater intrusion occurred fairly large with resistivity values from 0,691 to 4,90 Ω m, the second track intrusion of sea water a very large and occur in almost all bars with resistivity values from 0.711 to 3.74 Ω m this is due to the location of measurement that is close to the shoreline (44m) and the research that was once the location of the pond.

Keyword : seawater intrusion, , resistivity, dipole-dipole

How to Cite: Habibi Azka Nasution dan Khairul Amdani, (2016), Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Badan Otomatis Berbasis Arduino Uno R3 Menggunakan Sensor *Ping Parallax Ultrasonic* Dengan Tampilan Lcd (*Liquid Crystal Display*) Dan Suara, *Jurnal Einsten Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 4 (2) : 32-41.

*Corresponding author:
E-mail : habibiazka3@gmail.com

p-ISSN : 12338 – 1981
e-ISSN : 2407 – 747x

PENDAHULUAN

Perkembangan Daerah Sumatera Utara, terkhusus yang tinggal di pesisir baik di bidang industri, perusahaan, maupun perdagangan berakibat pada meningkatnya kebutuhan air bersih, yang hingga saat ini masih mengandalkan air tanah. Kebutuhan air tanah yang terus meningkat, mendesak masyarakat untuk juga terus mengusahakan ketersediannya, sehingga menyebabkan pengambilan air tanah semakin meningkat.

Air merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan manusia, karena zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar adalah air, bahkan hampir 60 – 70 % tubuh manusia mengandung air. Setiap hari manusia mengkonsumsi air bersih untuk keperluan minum minimal sebanyak 2 liter per hari. Sumber utama air yang ada dipermukaan dan bawah permukaan tanah berasal dari hujan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, menyatakan bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah kecuali air laut dan air fosil. Air yang berada diatas lapisan tanah (dalam bentuk cair) dinamakan air permukaan dan air yang berada di bawah lapisan tanah dinamakan air tanah (Gusnisar, 2012).

Kebutuhan air yang selalu meningkat sering membuat orang lupa bahwa daya dukung alam ada batasnya dalam memenuhi kebutuhan air. Kondisi sistem akuifer di dalam tanah sangat rumit, namun dapat dipelajari dan diprediksi keberadaannya. Pada musim hujan kandungan air pada akuifer meningkat sedangkan pada musim kemarau kandungan air menurun atau tidak ada sama sekali. Padahal air sangat dibutuhkan dari waktu ke waktu untuk mendukung kehidupan semua makhluk hidup di bumi (Sriyono, 2000)

Peningkatan kebutuhan air bersih sebanding dengan berkembangnya suatu daerah, maka eksploitasi air tanah akan semakin besar. Hal ini mengakibatkan persediaan air tanah semakin berkurang. Berkurangnya kandungan air tanah pada lapisan akuifer dapat mengakibatkan masuknya air laut ke dalam akuifer (Sosrodarsono, 2003).

Keberadaan industri-industri besar yang berlokasi di pelabuhan Belawan hotel berbintang, kawasan permukiman elit, dan kawasan perkantoran di sepanjang pantai Kota Belawan memenuhi kebutuhan air bersih berasal dari sumur bor atau air tanah dalam. Pembuatan sumur bor memang harus berijin dan dikenai pajak, namun banyak para pengusaha dan masyarakat membuat sumur bor tanpa melakukan proses perijinan. Keberadaan jumlah dan lokasi sumur bor semakin banyak. Oleh karena itu air bawah tanah menjadi berkurang, sehingga terjadi penurunan muka tanah di kawasan pantai Kota Belawan. Pengambilan air tanah berlebihan di kawasan pantai Belawan akan menyebabkan terjadi penyusupan air laut ke daratan. Untuk itu perlu dilakukan pemantauan kualitas air tanah dan sejauh mana intrusi air laut sudah menyusup ke dataran pantai Kota Belawan (Situmorang, 2003).

Hasil wawancara dengan beberapa masyarakat yang tinggal di desa bagan deli, masyarakat umumnya menggunakan sumur bor. Keadaan air sumur bor pada daerah tersebut warnanya sudah keruh. Kemudian rasa airnya kalau diminum sudah ada rasa asinnya. Keberadaan sarana PDAM pada daerah tersebut masih terbatas hanya berada pada kelurahan tertentu sedangkan kelurahan lain belum. Masyarakat umumnya tinggal di 100 m dari garis pantai. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan masyarakat Medan Belawan lebih terkonsentrasi pada wilayah yang dekat dengan pinggir pantai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2016 di Desa Bagan Deli Kecamatan Medan Belawan. Secara letak geografis tempat ini berada pada posisi antara $03^{\circ} 45' - 03^{\circ} 46'$ Lintang Utara dan $98^{\circ} 40' - 98^{\circ} 42'$ Bujur Timur. Dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

Sebelah Utara: berbatasan dengan Selat Malaka

Sebelah Selatan : berbatasan dengan kecamatan medan Marelan dan Kecamatan Medan Labuhan

Sebelah Timur : berbatasan dengan kabupaten Deli Serdang

Sebelah Barat: berbatasan dengan kabupaten Deli Serdang

Bahan yang digunakan merupakan lahan di Desa Bagan Deli Kecamatan Medan Belawan Kota Medan

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan titik koordinat acuan di daerah yang akan diteliti menggunakan GPS.
2. Menentukan lintasan pengukuran.
3. Menentukan lebar antar elektroda (a).
4. Melakukan pemasangan elektroda berdasarkan konfigurasi yang digunakan, yaitu konfigurasi Dipole-dipole.
5. Mengaktifkan alat ares yang kemudian akan menginjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui kabel – kabel ares.
6. Melakukan Pengukuran tegangan dan arus menggunakan geolistrik ARES (*Automatic Resistivity System*).
7. Melakukan pengambilan data yang tercatat melalui alat perekam geolistrik.
8. Mengolah data yang diperoleh Geolistrik (Resistivity meter) Ares-D4.v47, SN : 06091345(*Automatic Resistivity System*).
9. Pengolahan data dengan software surfer8.
10. Waktu awal pengukuran di base disamakan dan disesuaikan di titik pengamat, pengukuran dilakukan setiap selang waktu satu jam.

11. Hasil pengukuran dicatat dalam bentuk tabel data pengamatan geolistrik resistivitas.

12. Data yang diperoleh dianalisis dan interpretasi data.

13. Membedakan nilai tahanan jenis berdasarkan warna untuk melihat nilai resistivitas dan suseptibilitas pada setiap lapisan dari model penampang 2-D.

Analisa Data

Teknik pengambilan data dalam penggunaan metode geolistrik yaitu : Konfigurasi geolistrik metode tahanan jenis yang digunakan yaitu konfigurasi dipole-dipole dimana elektroda arus dengan elektroda potensial sama dengan n kali jarak kedua elektroda yang sama (P_1 ke P_2 atau C_1 ke C_2). Pemilihan konfigurasi ini didasarkan atas prinsip kemudahan dalam pengambilan data maupun dalam analisisnya. Cara pengambilan datanya adalah sebagai berikut:

1. Mendownload dan mengambil data dari Ares
2. Mengeksport data ke res2dinv
3. Mengolah data menggunakan res2dinv

Dari data pengukuran dan perhitungan yang didapat dilapangan, kemudian diinterpretasikan menggunakan software res2dinv untuk memperlihatkan anomali bawah permukaan area yang diukur. Software res2dinv digunakan untuk menampilkan profil (anomali 2D) sehingga data pengukuran yang kita dapat dari lapangan menggunakan Mapping. Data lapangan menggunakan geolistrik ARES (*automatic resistivity meters*) dapat diperoleh dengan cara:

1. Data hasil download yang didapatkan dari alat geolistrik Ares, akan diketahui nilai resistivitas semu.
2. Dari data tersebut diolah dengan menggunakan metode optimasi least-square non-linier yang ada pada software Res2Dinv untuk 2D.
3. Dari invers 2D tersebut diperoleh gambar penampang resistivitas yang menggambarkan atau mencitrakan distribusi resistivitas bawah

permukaan tanah yang diteliti, setiap lintasan akan didapatkan gambar penampang melintang resistivitas.

4. Dari gambar yang dihasilkan pada pengolahan dengan software Res2Dinv, akan dibandingkan berdasarkan distribusi resistivitasnya yang ditunjukkan dengan citra warna yang berbeda dan disertai dengan kedalaman lapisan tanah, kemudian dibandingkan dengan kondisi lokasi penelitian.

Untuk mengetahui nilai resistivitas semu (ρ_s) dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

Dengan faktor geometri (K) adalah :

$$K = \left[\frac{1}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1}$$

Atau

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right)}$$

Sehingga untuk mencari resistivitas semu (ρ_s) adalah

$$(\rho_s) = K \frac{\Delta V}{I}$$

Dimana :

- K = Faktor geometri
- ρ_s = Resistivitas semu (Ohm m)
- ΔV = Potensial (V)
- I = Arus (A)
- r = Jarak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan metode Dipole-dipole dilakukan dengan mengambil panjang lintasan sepanjang ± 75 meter dengan jarak elektroda 5 meter sedangkan variasi jarak antar elektroda arus (C2) dan elektroda potensial (P1) berturut-turut 5, 15, 25 meter.

Nilai resistivitas batuan/ material tidak selalu sama. Nilai resistivitas masing – masing tiap batuan yang sama belum tentu memiliki harga resistivitas yang sama, dan sebaliknya harga resistivitas yang sama dapat dimiliki oleh batuan yang berbeda Tabel 4.4 menerangkan jenis batuan berdasarkan nilai tahanan jenis batuan, untuk penelitian ini range tahanan jenis yang

digunakan berdasarkan (Telford, 1990) seperti pada Tabel 4.4

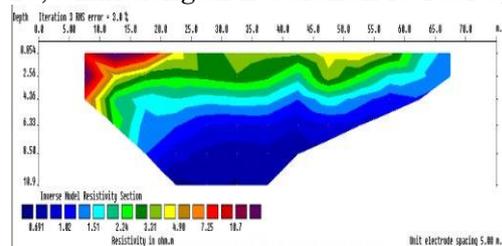
Tabel 4.4 Nilai Resistivitas Dari berbagai tipe batuan

Material	Nilai resistivas ($\Omega.m$)
Air laut	0,2
Air dalam akuifer alluvial	10 – 30
Air sumber	50 – 100
Air Tanah	0,5 – 300
Air dalam akuifer alluvial	20 – 30
Pasir dan Kerikil	1000 – 10000
Pasir dan kerikil dalam airtawar	20 – 500
Pasir dan kerikil terendam air laut	0,5 – 5
Lempung	1 – 100
Sand (Pasir)	1 – 1000
Batu pasir berlempung	50 – 300
Tuf vulkanik	20 – 100
Skis berlempung atau lapuk	100 – 300
Gneis, granit lapuk	100 – 1000
Garam batu	30 – 1×10^{13}

Sumber:(Telford,1990)

Lintasan I

Dari hasil pengolahan data lintasan 1 diperoleh penampang harga relativitas semu dari hasil inverse seperti pada Gambar 4.1 memperlihatkan penampang melintang model inversi dengan kedalaman maksimal 10,9 dan harga resistivitas berkisar antara 0,691 – 10,7 Ωm dengan kesalahan iterasi 3,0 %.



Gambar 4.1. Penampang melintang resistivitas lapisan bawah permukaan

bumi dengan konfigurasi *Dipole-Dipole*
Lintasan 1.

Lapisan pertama pada kedalaman $\pm 0,854 - 4,36$ meter bentangan $\pm 7,5-21,5$ meter yang diwakili oleh orange sampai ungu, diduga merupakan Lapisan pasir berlempung pada lapisan air tanah permukaan (*groundwater*) yang terdiri dari aluvium. Lapisan ini memiliki nilai resistivitas berkisar antara $7,25 - 10,7 \Omega m$ dengan volume air tanah permukaan yang sedikit. Hal ini disebabkan karena lapisan-lapisan dibawahnya, terutama di lokasi pantai sebagai akibat penyinaran oleh matahari yang terjadi secara langsung.

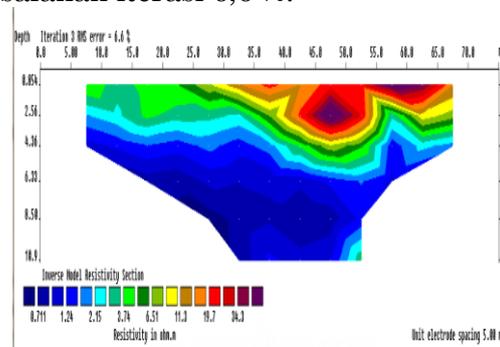
Lapisan kedua yaitu pada kedalaman $\pm 4,38 - 6,35$ meter bentangan $\pm 8 - 13,5$ meter yang diwakili oleh warna hijau sampai coklat dengan nilai resistivitas $2,24 - 4,9 \Omega m$ diduga merupakan Lapisan air tanah permukaan (*groundwater*) dalam akuifer tanah endapan lumpur (*alluvial*) yang terdiri dari campuran pasir (*sand*) dan lempung (*clay*) yang terendam air laut. Lapisan ini merupakan lapisan dengan susunan material yang lebih kompak sehingga memungkinkan untuk menyimpan air dalam volume yang lebih banyak dari pada lapisan pertama dan posisi lapisan ini terletak dibawah lapisan pertama sehingga penguapan air sebagai akibat penyinaran matahari lebih kecil.

Lapisan ketiga dengan resistivitas berkisar $\pm 0,691 - 1,51 \Omega m$ yang diwakili oleh warna biru tua hingga biru muda pada kedalaman $\pm 7,41 - 10,9$ meter bentangan $\pm 14,5 - 22,5$ meter diduga merupakan Lapisan air tanah permukaan (*groundwater*) dalam akuifer tanah endapan lumpur (*alluvial*) yang terdiri dari campuran pasir (*sand*) dan lempung (*clay*) yang terendam air laut. Hal ini karena batu pasir memiliki kandungan porus yang lebih banyak dibandingkan batuan yang lain sehingga ketebalan batu pasir akan sangat menentukan dimensi akuifer. Hal ini juga sesuai dengan nilai resistivitasnya yang

kecil dan lokasi yang tidak jauh dari garis pantai dan kemungkinan terjadinya intrusi sangat besar.

Lintasan II

Dari hasil pengolahan data lintasan II yang berjarak 310 meter dari pinggir pantai diperoleh penampang harga relativitas semu dari hasil *inverse* seperti pada Gambar 4.2 yang memperlihatkan penampang melintang model inversi dengan kedalaman maksimal 10,9 m dan harga resistivitas berkisar antara $0,711 - 34,3 \Omega.m$ dengan kesalahan iterasi 6,6 %.



Gambar 4.2. Penampang melintang resistivitas lapisan bawah permukaan bumi dengan konfigurasi *DipoleDipole* Lintasan II.

Lapisan pertama dengan nilai resistivitas $11,3 - 34,3 \Omega m$ yang diwakili oleh warna kuning hingga ungu menunjukkan bahwa resistivitasnya paling tinggi. Terletak pada kedalaman $0,854 - 2,56$ m bentangan $2,75 - 67,5$ m dan hampir disetiap bentangan, diduga merupakan lapisan air tanah permukaan (*groundwater*) dengan volume air yang sedikit bercampur dengan batuan pasir berlempung dan kerikil. Lapisan ini juga diduga merupakan lapisan impermiabel sehingga diharapkan lapisan ini berfungsi untuk menahan air tanah agar tidak turun ke lapisan bawahnya.

Lapisan kedua dengan nilai resistivitas $3,74 - 6,51 \Omega m$ yang diwakili oleh warna hijau muda sampai hijau lumut terletak pada kedalaman $0,854 - 2,57$ m dan bentangan $15 m - 67,5$ m diduga merupakan lapisan air tanah permukaan (*groundwater*) dalam akuifer

tanah endapan lumpur (*alluvia*) yang bercampur dengan batuan lempung, Lapisan ini merupakan lapisan dengan susunan material yang lebih kompak sehingga memungkinkan untuk menyimpan air dalam volume yang lebih banyak dari pada lapisan pertama dan posisi lapisan ini terletak dibawah lapisan pertama sehingga penguapan air sebagai akibat penyinaran matahari lebih kecil.

Lapisan ketiga dengan nilai resistivitas 0,711– 2,15 Ω m yang diwakili oleh warna biru tua sampai biru muda juga tersebar hampir diseluruh kedalaman dan bentangan, dengan kedalaman maksimal 10,9 meter diduga merupakan lapisan pasir dan kerikil yang terendam air laut dengan volume yang cukup besar, lapisan ini diharapkan berfungsi sebagai lapisan akuifer. Hal ini juga sesuai dengan nilai resistivitasnya yang kecil dan lokasi yang tidak jauh dari garis pantai dan kemungkinan terjadinya intrusi sangat besar.

Hasil interpretasi dengan *software Res2dinv*.

Pada Lintasan I

Pada analisis dan resistivitas yang terdapat pada Gambar 4.2 bentuk penampang melintang pada gambar di atas terlihat bahwa susunan tiap lapisan bawah permukaan tidak selalu mendatar terhadap bidang vertikal, tetapi bervariasi secara acak sesuai dengan nilai resistivitasnya masing – masing berdasarkan jenis material atau batuan yang dikandungnya. Dari keseluruhan lapisan yang ada di lintasan I ditemukan kandungan air garam sebagai akibat adanya intrusi air laut di daerah tersebut yang ditunjukkan oleh warna biru sampai coklat dengan nilai resistivitas berkisar antara 0,691 Ω .m – 4,90 Ω .m dan terletak pada kedalaman \pm 4,9 – 10,9 meter bentangan \pm 8 - 22,5 meter. Semakin kecil nilai resistivitas suatu lapisan maka akan semakin banyak kandungan airnya dan begitu pula sebaliknya. Intrusi air laut juga

sangat dipengaruhi oleh jarak suatu lokasi dengan pinggir pantai, semakin jauh jarak suatu lokasi dengan pinggir pantai maka akan semakin kecil kemungkinan terjadinya intrusi air laut, tetapi bila semakin dekat letak suatu lokasi dengan pinggir pantai maka kemungkinan terjadinya intrusi air laut akan semakin besar.

Pada Lintasan II

Pada analisis data resistivitas yang terdapat pada Gambar 4.3 masih ditemukan kandungan air garam yang diduga sebagai akibat adanya intrusi air laut, yang diwakili oleh kontur berwarna biru tua sampai hijau muda dengan nilai resistivitas berkisar antara 0,711 Ω .m – 3,74 Ω .m. Dengan melihat Tabel 4.2 diketahui nilai resistivitas yang terkena intrusi berkisar antara 0,5 Ω .m – 5 Ω .m. Hal ini dibuktikan dengan nilai resistivitas untuk material yang terendam air laut (*sea water*) dan ini hampir pada semua bentangan.

Semakin kecil nilai resistivitas suatu lapisan maka akan semakin banyak kandungan airnya dan begitu pula sebaliknya. Intrusi air laut juga sangat dipengaruhi oleh jarak suatu lokasi dengan pinggir pantai, semakin jauh jarak suatu lokasi dengan pinggir pantai maka akan semakin kecil kemungkinan terjadinya intrusi air laut, tetapi bila semakin dekat letak suatu lokasi dengan pinggir pantai maka kemungkinan terjadinya intrusi air laut akan semakin besar.

Intrusi

Dari kedua lintasan pengukuran menunjukkan telah terjadi intrusi air laut (penyusupan air laut ke arah daratan) di desa bagan deli hingga mencapai 300 meter dari garis pantai. Hal ini dapat dilihat dari nilai resistivitas batuan yang terdapat pada masing-masing lintasan pengukuran. Lintasan I nilai resistivitasnya berkisar antara 0.691 – 10,7 Ω .m dengan kesalahan iterasi 3,0 %.

Lintasan II nilai resistivitas berkisar antara 0,711 – 34,3 Ω m, dimana suatu lintasan terjadi intrusi jika nilai resistivitasnya 0,5 - 5 Ω .m. Hal ini bisa saja dipengaruhi faktor jarak dari garis pantai, kedalam sumur, kondisi batuan dan struktur tanah penyusupan akuifer tanah.

Semakin dekat jarak pengukuran dengan pantai maka nilai resistivitasnya akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya semakin jauh jarak pengukuran dari garis pantai maka nilai resistivitasnya semakin besar. Hal ini dapat kita lihat pada lintasan I yang jarak pengukurannya sejajar dan dekat dengan garis pantai (\pm 300 m) dan mempunyai nilai resistivitas terkecil adalah 0,691 Ω .m, sedangkan lintasan II yang pengukurannya tegak lurus dari garis pantai dengan jarak terdekat dengan garis pantai adalah (\pm 310 m) mempunyai nilai resistivitas terkecil 0,711 Ω .m dan semakin jauh dari garis pantai nilai resistivitasnya semakin besar.

Jika dilihat dari litologi penyusun akuifer pada kedua lintasan pengukuran mempunyai kesamaan yaitu batu pasir, pasir lempungan, tanah yang diinterpretasikan sebagai akuifer karena batu pasir merupakan batuan yang memiliki celah-celah atau rongga sehingga bias diisi oleh air dan juga dapat bergerak melalui celah-celah rongga tersebut. Endapan alluvial terdiri dari batuan bongkah, kerikil, dan lempung sebagai hasil endapan sungai dan tambak yang bersifat lepas, tidak terkonsolidasi dan bersifat poros yang menyebabkan air laut lebih mudah menyusup.

Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data pengukuran pada dua lintasan yang berbeda di Desa Bagan Deli Kecamatan Medan Belawan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdeteksi adanya kandungan air laut atau air asin pada kedua lintasan pengukuran. Sehingga ditemukan

terjadinya intrusi air laut. Hal ini dapat dilihat dari nilai resistivitasnya yaitu pada lintasan I nilai resistivitasnya 0,691 Ω .m – 10,7 Ω .m, lintasan II nilai resistivitasnya 0,711 Ω .m – 34,3 Ω .m ,dimana suatu lintasan terjadi intrusi jika nilai resistivitasnya 0, 5 Ω .m – 5 Ω .m.

2. Berdasarkan lapisan batuan pada lokasi pengukuran lintasan pertama dan kedua yang berjarak \pm 300 m dan \pm 310 m sejajar dan tegak lurus dari garis pantai dengan panjang lintasan 75 m banyak mengandung lapisan air tanah permukaan (*groundwater*) dalam akuifer tanah endapan lumpur (*alluvial*) yang terdiri dari campuran pasir (*sand*) dan lempung (*clay*) sudah terintrusi oleh air laut.
3. Pada lokasi pengukuran lintasan pertama dan kedua di desa bagan deli sudah terjadi intrusi air laut sejauh \pm 385 m dari garis pantai, semakin jauh jarak pengukuran dari garis pantai maka semakin kecil intrusi air laut yang terjadi.

Saran

1. Sebaiknya dilakukan penelitian dengan menggunakan metode yang berbeda seperti metode resistivitas tiga dimensi atau metode – metode lainnya yang hasilnya berupa pemodelan tiga dimensi
2. Memilih Objek kajian lain yang berkaitan dengan lapisan permukaan bumi seperti tentang penyebaran air, penyebaran lindi atau penyebaran polutan.
3. Sebaiknya dalam melakukan penelitian dilakukan satu hari, karena bila dilanjutkan pada hari berikutnya maka keadaan daerah tanah lokasi penelitian belum tentu sama dengan keadaan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R, M.Si., 2004, *Kimia Lingkungan*, Penerbit ANDI, Jakarta.
- Davis ,S.N, dan Wiest, R.J.M, 1996, *Hydrogeology*, Jhon Willey dan Sons, Inc, New York.

Grace, 2014. *Analisis Intrusi Air Laut dan Kandungan Logam Berat pada Air Sumur Gali dan Sumur Bor di Kecamatan Hampan Perak*. Skripsi. Unimed : Medan

Gusnisar, 2012. *Pengaruh Sumur Resapan Terhadap Kualitas Air Tanah Di Fakultas Teknik Universitas Indonesia*. Skripsi.Ui : Jakarta

Harahap, R., 2013, *Rekayasa Hidrologi*, UNIMED Press, Medan

Kirsch, Reinhard. 2009, *Groundwater Geophysics A Tool for Hydrogeology*.Springer. Berlin.

Kodoatie, J.R. (1996), *Pengantar Hidrogeologi*, Andi, Yogyakarta.

Linsley, R.K dan Franzini, J.B, (1991), *Teknik Sumber Daya Air*, Erlangga, Jakarta

Sinaga,J.M, 2011, *Analisis Intrusi Air Laut Pada Sumur Gali Di Daerah Kecamatan Lima Puluh Kabupaten BatuBara Dengan Metode Konduktivitas Listrik*,Unimed : Medan.

Situmorang,R.,2004., *Pendeteksian Intrusi Air Laut Di Sekitar Kawasan Industri Kimia Medan (KIM) Dengan Metode Konduktivitas Listrik*,Tesis,program Pasca Sarjana USU, Medan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Alat yang dirancang dapat bekerja secara baik dan otomatis tanpa perlu melakukan peresetan ulang dalam pemakaiannya.
2. Hasil pengujian kepekaan alat memiliki persentase kesalahan sebesar 1,51%, sedangkan persentase kesalahan hasil pengujian alat terhadap tinggi badan manusia bernilai 0.46%.
3. Berdasarkan perhitungan selang kepercayaan bagi rata – rata perhitungannya alat mampu bekerja dengan baik pada rentang 135,48 cm hingga 181,22 cm dengan tingkat kepercayaan 95 %, maka alat ukur tinggi badan manusia ini dapat dipergunakan untuk mengganti alat yang konvensional.

REFERENSI

- Fatmah, 2006. *Persamaan (Equation) Tinggi Badan Manusia Usia Lanjut (Manula) Berdasarkan Usia Dan Etnis Pada Enam Panti Terpilih Di DKI Jakarta Dan Tangerang Tahun 2005*, Jurnal Makara Kesehatan, Volume 10, No. 1, Juni 2006 : 7-16.
- Hardinsyah, Evi Damayanthi dan Wirna Zulianti. 2008. *Hubungan Konsumsi Susu Dan Kalsium Dengan Densitas Tulang Dan Tinggi Badan Remaja*, Jurnal Gizi Dan Pangan, Volume 3 No. 1, Maret 2008 : 43-48.
- Morris, S. A. 2001. *Measurement and Instrumentation Principle*. New Delhi: Butterwoth-Heinemann.
- Pratama, Erik Haritman dan Tjetje Gunawan. 2012. *Akuisisi Data Kinerja Sensor Ultrasonik Berbasis Sistem Komunikasi Serial Menggunakan Mikrokontroler Atmega 32*, Electrans, Vol.11, No.2, September 2012 , 36-43, ISSN 1412 – 3762.
- Salam, A.E.U., dan Cristophorus Yohannes. 2011. *Pengukur Tinggi Badan Dengan Detektor Ultrasonik*, Prosiding 2011.
- Setiawan, E. 2009. *Alat Ukur Tinggi Badan Digital Menggunakan Ultrasonic Berbasis Mikrokontroler ATmega 16 Dengan Tampilan LCD*, Jurnal Emitor, Vol. XI, No. 2, ISSN 1411-88

Habibi Azka Nasution dan Khairul Amdani, Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Badan Otomatis Berbasis Arduino Uno R3 Menggunakan Sensor *Ping Parallax Ultrasonic* Dengan Tampilan Lcd (*Liquid Crystal Display*) Dan Suara Dengan Tampilan Lcd (*Liquid Crystal Display*) Dan Suara

