APCP
Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

IDENTIFIKASI KEDALAMAN AIR TANAH DAN INTRUSI AIR LAUT DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI *SCHLUMBERGER* DI DESA BENTENG KECAMATAN MALANGKE

Fitri Jusmi[1)], Selviani Basri[2)]

Universitas Cokroaminoto Palopo
Email Korespondensi: fitrijusmi76@gmail.com

ABSTRACT-Research has been carried out in Benteng Village, Malangke District, NorthLuwu Regency by using the schlumberger configuration geoelectric method to determine the subsurface lithology related to the identification of groundwater depth and sea water intrusion in the area. In this study, each measurement path has a length of 150 meters. The resulting data is in the form of a resistance value and is used to find the apparent resistivity value. The data is then processed using IPI2win software to obtain lithological images of subsurface rocks. From the results of the inversion using IPI2win software, it can be seen that the depth of groundwater and sea water intrusion in the area. This can be seen from the results of the interpretation based on geological conditions and the resistivity value shows that seawater intrusion occurs on line 2, starting at a depth of 0.5-9.4 meters with a resistivity value of 1.7-5.9 Ωm. A good groundwater layer to be used as a borehole is on line 1, starting from a depth of 1.1-22.01 meters with a resistivity value ranging from 53.2-160.5 Ωm, because on line 1 sea water intrusion is not found.

ABSTRAK-Telah dilakukan penelitian di Desa Benteng Kecamatan Malangke KabupatenLuwu Utara dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *schlumberger* untuk mengetahui litologi bawah permukaan terkait identifikasi kedalaman air tanah dan intrusi air laut di daerah tersebut. Dalam penelitian ini, setiap lintasan pengukuran mempunyai panjang 150 meter.Data yang dihasilkan berbentuk nilai resistansi dan digunakan untuk mencari nilai resistivitas semu. Data tersebutkemudian diolah dengan menggunakan *software IPI2win* untuk mendapatkangambaran litologi batuan bawah permukaan. Dari hasil inversi menggunakan *software IPI2win* terlihat kedalaman air tanah dan intrusi air laut pada daerah tersebut. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil interpretasi berdasarkan kondisi geologi dan nilai tahanan jenis menunjukkan bahwa intrusi air laut terjadi pada lintasan 2 yaitu mulai pada kedalaman 0,5-9,4 meter dengan nilai resistivitas 1,7-5,9 Ωm. Lapisan air tanah yang baik untuk digunakan sebagai pembuatan sumurbor adalah pada lintasan 1 yaitu mulai dari kedalaman 1,1-22,01 meter dengannilai resistivitas mulai dari 53,2-160,5 Ωm, karena pada lintasan 1 tidak ditemukan intrusi air laut.
Kata kunci: air tanah, geolistrik, intrusi, Schlumberger

LATAR BELAKANG

Malangke adalah salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Luwu Utara. Sebagian besar wilayah Kecamatan Malangke merupakan kawasan pesisir yangdapat berpotensi mengalami intrusi air laut dikarenakan permasalahan intrusi airlaut sering menjadi salah satu permasalahan di kawasan pesisir dan tentunya akan berkaitan dengan masalah air bersih.

Desa Benteng juga termasuk dalam salah satu kawasan pesisir pantai di Kecamatan Malangke yang terletak di Kabupaten Luwu Utara. Desa Benteng dansekitarnya merupakan daerah lahan pemukiman, pertanian, dan tambak. Peranan air tanah di daerah tersebut sangatlah penting dalam menunjang kelangsungansektor pertanian dan kegiatan lainnya seperti kegiatan sehari-hari. Seiringberjalannya waktu, kebutuhan air tanah akan semakin meningkat. Peningkatan atau pengambilan air tanah secara berlebihan dapat mengakibatkan terjadinya intrusi air laut yang akan menurunkan kualitas air tanah di sekitar daerah tersebut (Widada, 2007).

Untuk mendapatkan air tanah yang bebas dari polusi atau pencemaran serta terjadinya intrusi air laut dan baik digunakan oleh warga untuk pembuatan sumur bor sebagai masalah air bersih, maka dapat dilakukan dengan cara menentukan letak dan kedalaman akuifer air tanah dengan menggunakan metode geolistrik.

Salah satu metode untuk mengetahui keadaan geologi bawah permukaan yaitu dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi schlumberger. Metode geolistrik merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari bumi dan lingkungannya berdasarkan sifat-sifat kelistrikan batuan. Metode inibanyak diaplikasikan dalam bidang eksplorasi air tanah, eksplorasi mineral dan mitigasi gerakan tanah (longsor).

Teori yang mendasari metode tahanan jenis atau metode geolistrik adalah hukum Ohm (Karanth, 1987). Rumus yang mendasari adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

Metode resistivitas pada da adalah pengukuran harga resisitivitas (tahanan jenis) batuan. Prinsip kerja metode ini adalah dengan menginjeksikan arus ke bawah permukaan bumi sehingga diperoleh beda potensial yang kemudianakan didapat informasi mengenai tahanan jenis batuan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan empat elektroda yang disusun berbaris, salah satu dari duabuah elektroda yang berbeda muatan digunakan untuk mengalirkan arus ke dalamtanah dan dua elektroda lainnya digunakan untuk mengukur tegangan yang ditimbulkan oleh aliran arus, sehingga resistivitas bawah permukaan dapatdiketahui (Hasruddin, 2017). Resistivitas semu ini dirumuskan dengan:

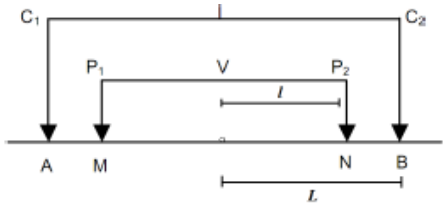
$$\rho_\alpha = K\frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

Prinsip kerja pendugaan geolistrik adalah mengukur tahanan jenis dengan mengalirkan arus listrik ke dalam batuan atau tanah melalui elektroda arus, kemudian arus diterima oleh elektroda tersebut diukur dengan voltmeter, dari harga pengukuran tersebut dapat dihitung tahanan jenis semu batuan. Tahanan jenis merupakan parameter penting untuk mengkarakterisasikan keadaan fisis bawah permukaan yang diasosiasikan dengan material dan kondisi bawah permukaan (Tood, 1995).

Konfigurasi schlumberger merupakan konfigurasi yang tersusun atas dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Elektroda arus diletakkan di bagian luar dan elektoda potensial diletakkan di bagian dalam, dan dengan jarak antar elektroda sebesar a. Pada konfigurasi ini nilai

elektroda potensial MN< nilai elektroda arus AB. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan elektroda arus kearah luar. Metode ini tidak membutuhkan bentangan yang luas dan digunakan untuk pengambilan data sounding. Jarak antara elektroda AM dan NB sama(AM=NB), sedangkan untuk jarak MN tetap.

Konfigurasi schlumberger mendasarkan pengukuran kepada kontinuitas pengukuran dalam satu penampang dan hasilnya suatu penampang semu (pseudo section). Pengukuran ini dilakukan dengan membuat variasi posisi elektroda arus (AB) dan elektroda potensial (MN), seperti ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 1. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger (Nova, 2014)

Konfigurasi ini AM=MN=NB=L, maka faktor geometri konfigurasi Schlumberger (Ks) adalah sebagai berikut:
Sedangkan tahanan jenis pada konfigurasi schlumberger adalah:

$$\rho = Ks \frac{V}{I} \quad (3)$$

$$K_s = \pi\left(\frac{AB^2 - MN^2}{2MN}\right) \quad (4)$$

Pada konfigurasi schlumberger secara prinsip adalah mengubah jarakelektroda arusnya. Namun semakin jauh elektroda arus dari elektroda potensialnya maka potensial yang akan diterima oleh elektroda arus akan mengecil. Dengan halini maka dapat dilakukan penjagaan sensitifitas pengukuran. Modifikasi tersebut dilakukan dengan memperluas elektroda potensialnya. Dampak perubahan tersebut hanya berpengaruh terhadap kurva perhitungan yang akan overlap. Namun ini tidak akan berpengaruh terhadap kehomogenan dari resistivitas materialnya. Kelemahan dari konfigurasi ini adalah pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh, sehingga diperlukan peralatan pengirim arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi. Sedangkan keunggulan konfigurasi schlumberger adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan.

Tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis yang sebenarnya dantidak tergantung pada spasi elektroda. Namun pada kenyataannya bumi tersusun atas lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Karena itu, harga resistivitas yang diukur seolah-olah merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja. Resistivitas terukur sebenarnya adalah resistivitas semu (Reynold, 1997). Secara teoritis setiap batuan memiliki daya hantar listrik dan harga tahanan jenisnya masing-masing. Batuan yang sama belum tentu mempunyai nilai tahanan jenis yang sama.

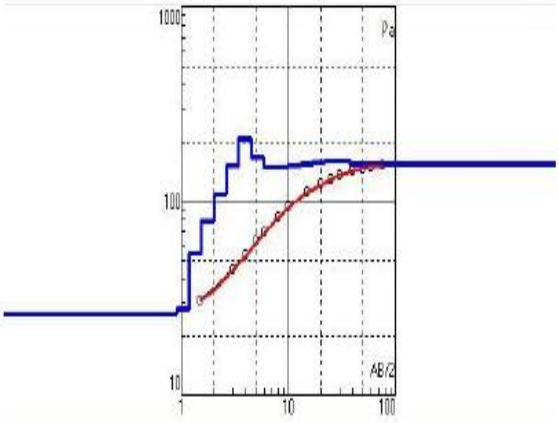
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan terdiri dari 2 lintasan dengan panjang untuk setiaplintasan pengukuran adalah 150 meter

dengan jarak spasi antar elektroda MN (5 meter) dan AB (10 meter).Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi. Makin besar jarak elektroda, maka makin dalam lapisan batuan yang dapat diselidiki. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat resistivitymeter. Adapun prosedur kerja yang dilakukan dalam pengambilan data yaitu menentukan lintasan pengukuran dan spasi elektroda, panjang lintasan pengukuran serta arah lintasan pengukuran menggunakan GPS (Global Positioning System), kemudian memasang elektroda dengan lebar jarakspasi antar elektroda yang telah ditentukan dengan susunan elektroda disusun berdasarkan aturan konfigurasi schlumberger, lalu mengaktifkan resistivitymeter dan kemudian menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah melalui elektroda yangsudah terpasang, selanjutnya melakukan pengukuran pada lintasan dan mencatatarus listrik (I) dan beda potensial (ΔV) antara 2 titik elektroda serta menghitung resistivitas semu (ϱa) hasil pengukuran.

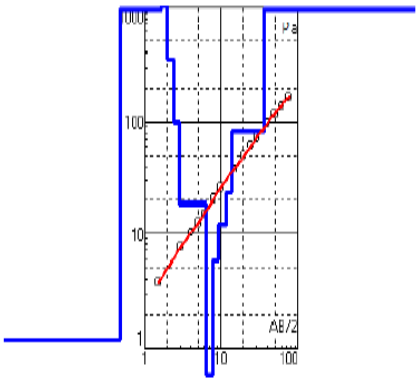
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dilakukan dengan 2 lintasan, untuk lintasan 1 terletak di DusunBuloe Desa Benteng berada pada titik koordinat 2°47′12,59″ LS - 120°26′30,83″BT dan 2°47′21,81″ LS - 120°26′24,41″ BTdengan ketinggian 13 mdpl dengan panjang lintasan 150 meter diperoleh titik lintasan sebanyak 13 titik dengankondisi bentang lahan berupa tanah yang ditumbuhi oleh pohon dan semak-semakyang dekat dengan sumur warga. Hasil model inversi penampang bawahpermukaan lintasan 1 diperoleh grafik seperti pada gambar 2 dengan nilai resistivitas sebesar 24,7-226,2 Ωm dan nilai error 0,17%.



Gambar 2. Hasil pengolahan data VES Lintasan 1

Lintasan 2 terletak di Dusun Padang Desa Benteng yang berada pada titik koordinat 2°47′21,64″ LS - 120°27′5,67″ BT dan 2°47′24,52″ LS -120°27′10,15″ BT dengan ketinggian 9 mdpl dengan panjang lintasan 150 meter diperoleh titik lintasan sebanyak 13 titik dengan kondisi bentang lahan berupa tanah berpasir yang dekat dengan rumah warga. Hasil model inversi penampang bawah permukaan lintasan 2 diperoleh grafik seperti pada gambar 12 dengan nilai resistivitas sebesar 0,4-2031 Ωm dan nilai error 0,0087%.



Gambar 3. Hasil pengolahan data VES lintasan 2

APCP
Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

Desa Benteng merupakan salah satu kawasan pesisir pantai di Kecamatan Malangke yang terletak di Kabupaten Luwu Utara. Desa Benteng dan sekitarnya merupakan daerah lahan pemukiman, pertanian dan tambak. Peranan air tanah didaerah tersebut sangatlah penting untuk keperluan hidup sehari-hari seperi makan, minum, mandi dan lainnya.

Data sekunder berupa data geologi dan data topografi Desa Benteng,diketahui bahwa pada area pengukuran terdapat lapisan alluvial seperti kerikil, kerakal, pasir, lumpur dan lempung. Lapisan alluvium merupakan suatu batuan yang paling muda dan menempati daerah pantai dan pinggiran sungai-sungai yang besar dan sesuai dengan lokasi penelitian yang berada tidak jauh dari daerah pantai. Satuan batuan ini berumur kuarter yang belum kompak dan masih terurai, yang apabilasuatu batuan memiliki nilai resistivitas yang rendah menandakan lapisan batuan tersebut tidak cukup padat dan terdapat air dengan kualitas air asin dengan kata lain terjadi intrusi oleh air laut dan sebaliknya apabila suatu lapisan batuan memiliki nilai resistivitas yang cukup tinggi, maka hal tersebut menandakan lapisan tersebut cukup padat dan terdapat air tanah yang layak dikonsumsi.

Berdasarkan nilai resistivitas dari berbagai material-material bumi (Telford et.al.,1990) air tanah memiliki nilai resistivitas 0,5-150 Ωm dan intrusi air laut dengan nilai resistivitas 0,2-50 Ωm.

Pengklasifikasian jenis batuan bawah permukaan pada lintasan 1 dan 2berdasarkan nilai resistivitasnya dapat dilihat pada tabel interpretasi lapisan bawahpermukaan berikut:

Tabel 1. Interpretasi lapisan bawah permukaan pada lintasan 1

Lapisan ke	Reistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Klasifikasi
1	24,7	0,9	Top soil
2	53,2	1,1	Air tanah
3	54,5	1,5	Air tanah
4	62,1	2,0	Air tanah
5	80,9	2,6	Air tanah
6	133	3,4	Air tanah
7	226,2	4,4	Air tanah
8	194,9	5,8	Air tanah
9	138,5	7,5	Air tanah
10	143,7	9,8	Air tanah
11	144,4	12,9	Air tanah
12	132,5	16,8	Air tanah
13	160,5	22,0	Air tanah

Tabel 2. Interpretasi lapisan bawah permukaan pada lintasan 2

Lapisan ke	Reistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Klasifikasi
1	1,2	0,4	Top soil
2	1,7	0,5	Intrusi air laut
3	2037	1,3	Batu pasir
4	1679	1,6	Batu pasir
5	1027	1,9	Batu pasir
6	361,5	2,4	Batu pasir
7	101,5	2,9	Air tanah
8	18,7	3,5	Intrusi air laut
9	18,7	4,3	Intrusi air laut
10	18,7	6,4	Intrusi air laut
11	0,3	7,8	Intrusi air laut
12	5,9	9,4	Intrusi air laut
13	12,3	7,8	Intrusi air laut

Berdasarkan hasil interpretasi yang didapatkan diketahui bahwa intrusi airlaut

tidak ditemukan pada setiap lapisan lintasan pertama dan ditemukan pada lintasan kedua yaitu mulai dari kedalaman 0,5-9,4 meter dengan nilai resistivitas1,7-5,9 Ωm, kemudian untuk lapisan air tanah pada lintasan pertama berada padakedalaman 1,1-22,01 meter dengan nilai resistivitas 53,2-160,5 Ωm dan padalintasan 2 lapisan air tanah berada pada kedalaman 2,9 meter dengan nilairesistivitas 101,5 Ωm.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Dusun Buloe dan Dusun Padang Desa Benteng, lintasan yang baik digunakan oleh warga untuk pembuatan sumurbor sebagai masalah air bersih berada pada lintasan 1, karena pada lintasan inimasalah intrusi air laut tidak ditemukan dan juga dipengaruhi dengan kondisibentang lahan berupa tanah yang ditumbuhi oleh pohon dan semak-semak.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Daerah yang telah mengalami intrusi air laut terjadi pada lintasan 2 yaitu mulaipada kedalaman 0,5-9,4 meter dengan nilai resistivitas 1,7-5,9 Ωm.
2. Lapisan air tanah yang baik digunakan oleh warga untuk pembuatan sumur borsebagai masalah air bersih berada pada lintasan 1 yaitu mulai dari kedalaman 1,1-22,01 meter dengan nilai resistivitas 53,2-160,5 Ωm, karena pada lintasanini karena pada lintasan ini masalah intrusi air laut tidak ditemukan dan juga dipengaruhi dengan kondisi bentang lahan berupa tanah yang ditumbuhi oleh pohon dan semak-semak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada mahasiswa Program Studi Fisika yang telah membantu dalam pengambilan data dan pimpinan Universitas Cokroaminoto Palopo.

DAFTAR PUSTAKA

Hasruddin. (2017). *Studi Struktur Patahan Daerah Panas Bumi Pincara Kabupaten Luwu Utara Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger.* Skripsi Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo. Palopo.

Karanth, K. R. (1987). *Groundwater Assesmen Tata Book Publishing.Mc GrawHill. New Delhi. https://books.google.com*. Diakses 20 November 2018.

Loke, M. H. (1999). *Electrical Imaging Surveys for Enviromental and Engineering Studies, A Practical Guide to 2D and 3D Surveys. Geophysical Prospecting.*

Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics. Jhon Geophysics in Hidrogeological and Wiley and Sons Ltd*. New York.

Telford, W. M., L. P. Geldart dan R. E Sherif. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. New York.

Tood, D. K. 1995. *Groundwater Hydrology Edition*. Consulting Engineers California University. New York.

Widada, S. 2017. *Gejala Intrusi Air Laut Daerah Pantai Kota Pekalongan*. Ilmu Kelautan UNDIP. Vol. 12 (1): 45-52.