



Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger Di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo

Rahma Hi. Manrulu, Aryadi Nurfalaq, dan Iis Dahlia Hamid*

Program Studi Fisika, Fakultas Sains, Universitas Cokroaminoto Palopo
Kampus 2, Jl. Lamaranginang Kota Palopo Sulawesi-selatan

*Email Korespondensi: iisdahliahamid@gmail.com

ABSTRAK-Air sangat penting dalam kehidupan karena makhluk hidup tidak dapat hidup tanpa adanya air. Identifikasi untuk mengetahui keberadaan lapisan pembawa air pada kedalaman tertentu, dapat menggunakan metode geofisika yaitu metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner dan Schlumberger. Prinsip metode resistivitas adalah dengan mengalirkan arus listrik ke dalam bumi melalui kontak dua elektroda arus, kemudian di ukur distribusi potensial yang dihasilkan. Deposit glasial pasir dan kerikil, kipas aluvial dataran banjir dan deposit delta pasir semuanya merupakan sumber-sumber air yang sangat baik. Pada konfigurasi Wenner air tanah berada di permukaan sampai kedalaman 12 m, dengan jarak elektroda 17 – 31 m dan nilai Resistivitas 30 – 100 Ω m. kemudian kembali terlihat di jarak elektroda 39 – 72 m, dengan kedalaman dari permukaan sampai 12,3 m, sedangkan pada titik berbeda menggunakan konfigurasi Wenner terlihat air tanah dalam lapisan alluvial berada sekitar kedalaman 1,053 – 11,82 m. dengan nilai resistivitas 10 – 30 Ω m. hal tersebut di atas didasarkan karena sekitar lokasi penelitian terdapat beberapa batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang bagus seperti pasir dan kerikil. serta dekatnya sumber air.

KATA KUNCI : *Air tanah, Konfigurasi Schlumberger, Konfigurasi Wenner.*

I. PENDAHULUAN

Air sangat penting dalam kehidupan karena makhluk hidup tidak dapat hidup tanpa adanya air. Jumlah penduduk yang semakin meningkat, membutuhkan jumlah air yang cukup. Suatu daerah yang memiliki air terbatas sulit untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang tinggi apalagi diwaktu musim kemarau. Air tanah merupakan salah satu sumber akan kebutuhan air bagi kehidupan makhluk di muka bumi (Halik dan Jojok 2008). Menurut Sadjab *et al.* (2012) air tanah tersimpan dalam suatu wadah (akuifer), yaitu formasi geologi yang jenuh air yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah cukup dan ekonomis.

Dalam usaha untuk mendapatkan susunan mengenai lapisan bumi, kegiatan penyelidikan melalui permukaan tanah atau bawah tanah haruslah dilakukan, agar bisa diketahui ada atau tidaknya lapisan pembawa air (akuifer). Meskipun air tanah tidak dapat secara langsung diamati melalui permukaan bumi, penyelidikan permukaan tanah merupakan awal penyelidikan yang cukup penting, paling tidak dapat memberikan suatu gambaran mengenai lokasi keberadaan air tanah tersebut. Beberapa metode penyelidikan permukaan tanah yang dapat dilakukan, diantaranya metode geologi, metode gravitasi, metode magnet, metode seismik, dan metode geolistrik. Dari metode-metode tersebut, metode geolistrik merupakan metode yang banyak sekali

digunakan dan hasilnya cukup baik (Hakim and Manrulu 2016).

Identifikasi untuk mengetahui keberadaan lapisan pembawa air pada kedalaman tertentu, dapat menggunakan metode geofisika yaitu metode geolistrik tahanan jenis. Metode geolistrik dimaksudkan untuk memperoleh gambaran mengenai lapisan tanah di bawah permukaan dan kemungkinan terdapatnya air tanah dan mineral pada kedalaman tertentu (Sedana *et al.* (2015). Tujuannya adalah untuk memperkirakan sifat kelistrikan medium atau formasi batuan bawah permukaan terutama kemampuannya untuk menghantarkan atau menghambat listrik (As'ari 2011). Metode geolistrik yang digunakan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger. Dengan menginjeksikan arus ke dalam bumi material yang memiliki resistivitas bervariasi, akan memberikan informasi tentang struktur material yang dilewati oleh arus.

Metode geolistrik resistivitas dapat digunakan untuk mendeteksi lapisan pembawa air tanah (akuifer), hal ini ditunjukkan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Halik dan Jojok (2008) melakukan penelitian pendugaan potensi air tanah di kampus Tegal Boto Universitas Jember dan berhasil mendapatkan informasi bahwa adanya akuifer yang bersifat sedang dan penyebaran luas. Andriyanil *et al.* (2010) mendeteksi sistem sungai bawah tanah pada kawasan karst di Pacitan Jawa Timur dan berhasil menduga bahwa terdapat sistem sungai bawah tanah. As'ari (2011) melakukan pemetaan air tanah di Kabupaten Jeneponto dengan Metode Geolistrik, penelitian dilakukan dengan 6 lintasan dan beberapa diantaranya dapat diduga terdapat air tanah. Model resistivitas telah menunjukkan potensial zona air tanah di beberapa tempat di lapisan atas yang dapat dieksplorasi untuk air tanah (Ratnakumari *et al.* 2012).

Penelitian di daerah kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo dilakukan untuk menentukan persebaran air tanah.

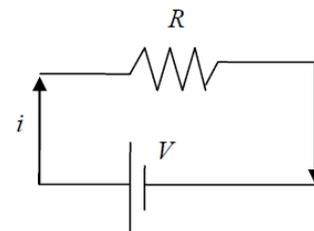
Penelitian ini menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner dan Schlumberger agar dapat memperlihatkan bagian lapisan bumi secara vertikal.

1.1. Prinsip Dasar Metode Resistivitas

Konsep dasar metode resistivitas adalah Hukum Ohm. Pada tahun 1826 George Simon Ohm melakukan eksperimen menentukan hubungan antara tegangan V pada penghantar dan arus I yang melalui penghantar dalam batas-batas karakteristik parameter penghantar. Parameter itu disebut resistansi R , yang didefinisikan sebagai hasil bagi tegangan V dan arus, sehingga dituliskan

$$V = I \cdot R \quad (1)$$

dengan R adalah resistansi bahan (ohm), I adalah besar kuat arus (ampere), dan V adalah besar tegangan (volt). Hukum Ohm menyatakan bahwa potensial atau tegangan antara ujung-ujung penghantar adalah sama dengan hasil kali resistansi dan kuat arus. Hal ini diasumsikan bahwa R tidak tergantung I , bahwa R adalah konstan (tetap). Rangkaian resistansi, kuat arus, dan tegangan ditunjukkan oleh Gambar 1 (Muallifah 2009).



Gambar 1. Rangkaian resistansi, arus dan tegangan

1.2. Metode Resistivitas

Metode Resistivitas adalah salah satu metode geolistrik yang digunakan untuk mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di bawah permukaan (Manrulu and Nurfalaq 2017). Prinsip metode resistivitas adalah dengan mengalirkan arus listrik ke dalam bumi melalui kontak dua elektroda arus, kemudian diukur distribusi potensial yang dihasilkan. Resistivitas batuan bawah permukaan dapat dihitung dengan mengetahui besar arus yang dipancarkan melalui elektroda tersebut dan besar

potensial dihasilkan. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan yang dalam, maka jarak masing-masing elektroda arus dan elektroda potensial di tambah secara bertahap. Semakin besar spasi elektroda maka efek penembusan arus ke bawah makin dalam, sehingga batuan yang lebih dalam akan dapat diketahui sifat-sifat fisisnya.

Pengukuran resistivitas batuan di pegaruhi oleh beberapa faktor seperti homogenitas batuan, kandungan air, porositas, permeabilitas, dan kandungan mineral. Hasil pengukuran yang sudah diolah kemudian dikorelasikan dengan pengetahuan geologi sehingga akan memberikan informasi mengenai keadaan geologi bawah permukaan secara logis pada daerah penelitian.

Tabel 1. Nilai Resistivitas (ρ) beberapa material

Jenis Material	Resistivitas ($\Omega.m$)
Air permukaan	80 – 200
Air tanah	30 – 100
Air dalam lapisan alluvial	10 – 30
Air sumber	50 – 100
Pasir dan kerikil	100 – 1000
Pasir dan kerikil mengandung air tawar	50 – 500
Pasir dan kerikil mengandung air asin	0,5 – 5
Batu lumpur	20 – 200
Konglomerat	100 – 500
Lempung	2 – 20
Napal	20 – 200
Batu gamping	300 – 10000
Batu pasir lempung	50 – 300
Batu pasir kuarsa	300 – 10000
Tufa gunung api	0,5 – 5
Lava	300 – 10000
Serpilh mengandung granit	0,5 – 5
Serpilh lempung selingan	100 – 300
Serpilh	300 – 3000
Gneis, granit selingan	100 – 1000
Granit	1000 – 10000

Nilai resistivitas batuan/ material tidak selalu sama. Nilai resistivitas masing – masing tiap batuan yang sama belum tentu memiliki

harga 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. Nilai resistivitas material – material atau batuan bumi dapat dilihat pada Tabel 1.

Metode geolistrik terdiri dari beberapa konfigurasi di antaranya yaitu konfigurasi Wenner, Schlumberger, Wenner-Schlumberger, Pole-pole, Dipole-dipole, dan Konfigurasi Pole-Dipole.

1.3. Air Bawah Permukaan

Air bawah permukaan adalah sejumlah air di bawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dengan sumur-sumur, terowongan atau sistem drainase, atau aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan. Kebanyakan air tanah berasal dari hujan. Air hujan yang meresap ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah, perlahan-lahan mengalir ke laut, atau mengalir langsung dalam tanah atau dipermukaan dan bergabung dengan aliran sungai.

Banyaknya air yang meresap ke tanah bergantung pada ruang dan waktu, selain itu juga dipengaruhi kecuraman lereng, kondisi material permukaan tanah dan jenis serta banyaknya vegetasi dan curah hujan. Meskipun curah hujan besar tetapi lerengnya curam, ditutupi material impermeabel, persentase air mengalir di permukaan lebih banyak dari pada meresap ke bawah. Sedangkan pada curah hujan sedang, pada lereng landai dan permukaannya permeabel, persentase air yang meresap lebih banyak.

Sebagian air yang meresap tidak bergerak jauh karena tertahan oleh daya tarik molekuler sebagai lapisan pada butiran-butiran tanah. Sebagian menguap ke atmosfer dan sisanya merupakan cadangan bagi tumbuhan selama belum ada hujan. Air yang tidak tertahan dekat permukaan menerobos ke bawah sampai zona dimana seluruh ruang terbuka pada sedimen atau batuan terisi air

(jenuh air). Air dalam zona saturasi ini dinamakan air tanah. Batas atas zona ini disebut muka air tanah. Lapisan tanah, sedimen atau batuan di atasnya yang tidak jenuh air disebut zona aerasi. Muka air tanah umumnya tidak horisontal, tetapi lebih kurang mengikuti permukaan topografi di atasnya. Apabila tidak ada hujan maka muka air di bawah bukit akan menurun perlahan-lahan sampai sejajar dengan lembah (Usman *et al.* 2017). Namun hal ini tidak terjadi, karena hujan akan mengisi lagi. Daerah dimana air hujan meresap ke bawah sampai zona saturasi dinamakan daerah rembesan. Dan daerah dimana air tanah keluar dinamakan *discharge area*.

Air tanah berasal dari berbagai sumber. Air tanah yang berasal dari resapan air permukaan disebut air meteoric. Air tanah bisa juga berasal dari air yang terjebak pada waktu pembentukan batuan sedimen disebut air konat. Air tanah yang berasal dari aktivitas magma ini disebut dengan air juvenil. Dari ketiga sumber air tanah tersebut air meteoric merupakan sumber air tanah terbesar.

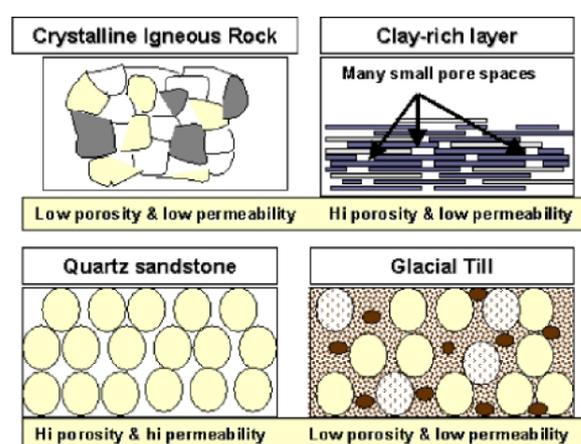
Air tanah ditemukan pada formasi geologi permeabel (tembus air) yang dikenal sebagai *akuifer* yang merupakan formasi pengikat air yang memungkinkan jumlah air yang cukup besar untuk bergerak melaluinya pada kondisi lapangan yang biasa. Air tanah juga di temukan pada *akiklud* (atau dasar semi permeabel) yaitu suatu formasi yang berisi air tetapi tidak dapat memindahkannya dengan cukup cepat untuk melengkapi persediaan yang berarti pada sumur atau mata air. Deposit glasial pasir dan kerikil, kipas aluvial dataran banjir dan deposit delta pasir semuanya merupakan sumber-sumber air yang sangat baik (Yuristina 2015).

1.4. Porositas dan Permeabilitas

Air dapat menyusup ke bawah permukaan karena batuan dasar yang padat mempunyai ruang pori-pori, seperti halnya tubuh tanah yang urai yaitu pasir dan kerikil. Pori-pori atau ruang kosong dalam batuan

dapat berupa ruang antar butiran-butiran mineral, rekahan-rekahan, rongga-rongga pelarutan, atau gelembung. Dua sifat fisik yang mengontrol besarkandungan dan pergerakan air bawah permukaan adalah porositas dan permeabilitas.

Porositas adalah perbandingan antar ruang kosong dengan seluruh volume batuan atau sedimen yang dinyatakan dalam persen (Seyhan 1977). Porositas menentukan banyaknya air yang dapat dikandung dalam batuan. Porositas dipengaruhi oleh besar dan bentuk butir material penyusun batuan tersebut, susunan butiran-butirannya dan ukuran pori (Gambar 2).



Gambar 2. Porositas dan Permeabilitas

Porositas merupakan angka tak berdimensi biasanya diwujudkan dalam bentuk prosentase (%). Umumnya untuk tanah normal mempunyai porositas berkisar antara 25%-75%, sedangkan untuk batuan yang terkonsolidasi berkisar antara 0%-10%. Material berbutir halus mempunyai porositas yang lebih besar dibandingkan dengan tanah berbutir kasar. Porositas pada material seragam lebih besar dibandingkan material beragam. Porositas dapat dibagi menjadi dua yaitu porositas primer dan porositas sekunder. Porositas primer adalah porositas yang ada sewaktu bahan tersebut terbentuk sedangkan porositas sekunder dihasilkan oleh retakan-retakan dan alur yang terurai. Pori-pori merupakan ciri batuan sedimen klastik dan bahan butiran lainnya. Pori berukuran kapiler dan membawa air yang disebut air pori.

Permeabilitas juga sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air tanah. Permeabilitas merupakan kemampuan batuan atau tanah untuk melewatkan atau meloloskan air melalui suatu media porous (Seyhan 1977). Permeabilitas tergantung pada faktor-faktor seperti besarnya rongga-rongga dan derajat hubungan antar rongga. Batuan yang porositasnya rendah umumnya permeabilitasnya pun rendah dan batuan yang porositasnya tinggi belum tentu permeabilitasnya tinggi, karena besarnya hubungan antar rongga sangat menentukan.

Demikian pula dengan daya tarik molekuler permukaan batuan yang merupakan gaya tarik menarik antara permukaan padat dan lapisan film air. Gaya tarik ini bekerja tegak lurus terhadap ruang pori. Pada tekanan yang normal air akan menempel ketat ditempatnya sehingga permeabilitas rendah. Tabel 1 memperlihatkan nilai porositas dan permeabilitas berbagai batuan.

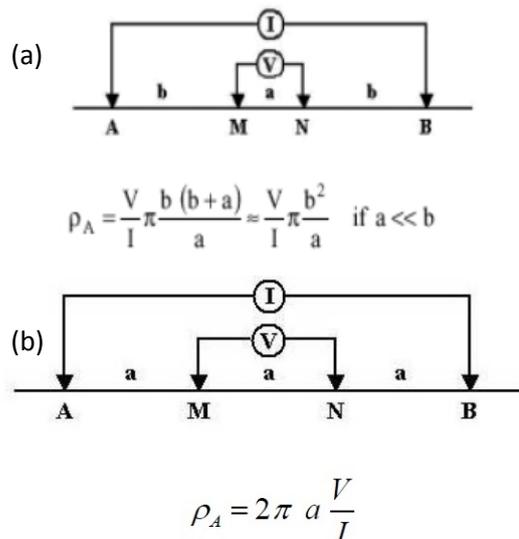
Tabel 2. Nilai porositas berbagai batuan (Srivastava and Verhoef 1992).

Batuan	Porositas (%)	Permeabilitas (cm/jam)
Lempung	45 – 55	0,0008
Pasir	35 – 40	10,42 – 187,5
Kerikil	30 – 40	625 – 1875
Pasir dan kerikil	20 – 35	-
Batu pasir	10 – 20	0,83 – 12,92
Serpilh	1 – 10	-
Batu gamping	1 – 10	3,93
Cadas/tuf	-	0,83

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian deteksi air tanah dilaksanakan di daerah sekitar Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palpo. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah geolistrik resistivitymeter, *Global Positioning System (GPS)*, dan peralatan yang di gunakan untuk pengolahan data yaitu Software Microsoft Excel, Software Notepad, *Software RES2DINV* dan software IP2WIN. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu metode geolistrik atau Resistivitas, dengan menggunakan

konfigurasi wenner dan schlumberger, adapun pemasangan elektroda arus dan potensial dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Metode geolistrik: (a) Konfigurasi Schlumberger dan (b) konfigurasi Wenner

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

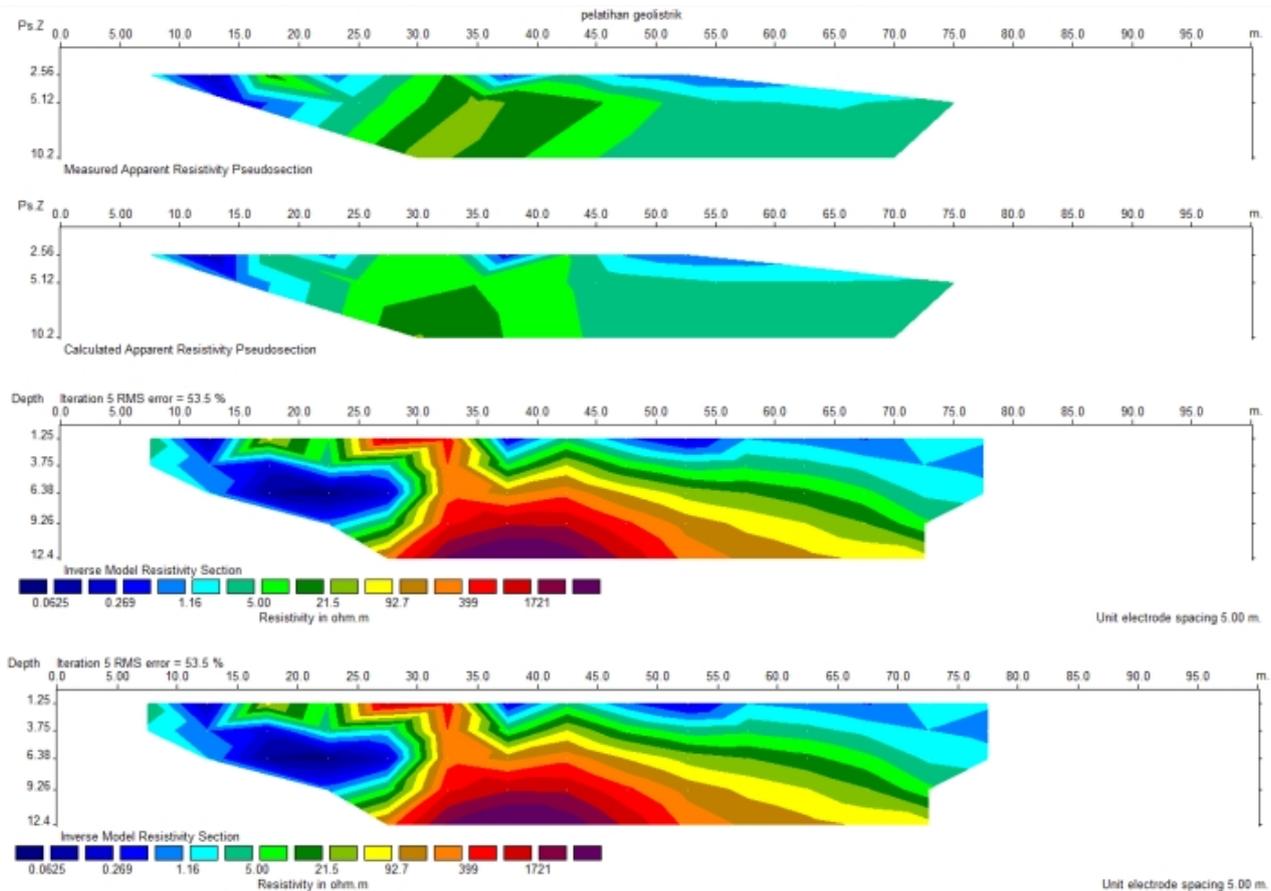
3.1. hasil Pengolahan Data Konfigurasi Wenner Menggunakan Aplikasi RES2DINV

Berdasarkan tabel nilai resistivitas batuan dapat di lihat bahwa air tanah berada di permukaan sampai kedalaman 12 m, dengan jarak elektroda 17 – 31 m dan nilai Resistivitas 30 – 100 Ωm, kemudian kembali terlihat di jarak elektroda 39 – 72 m, dengan kedalaman dari permukaan sampai 12,3 m. Hal ini bisa dipengaruhi karena dekatnya tempat penelitian dengan selokan dan empang para warga yang berada dekat kampus. serta beberapa batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang bagus sebagai pembawa air seperti pasir dan kerikil.

3.2. Hasil Pengolahan Data Konfigurasi Schlumberger Menggunakan Aplikasi Ip2win

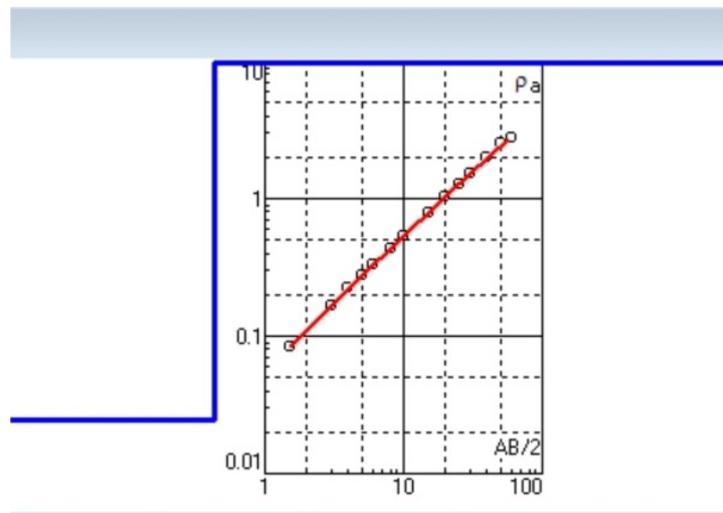
Hasil penelitian pada bebeda menggunakan konfigurasi Wenner terlihat air tanah dalam lapisan alluvial berada sekitar kedalaman 1,053 – 11,82 m. dengan nilai resistivitas 10 – 30 Ωm hal ini didasarkan karena sekitar lokasi penelitian terdapat beberapa batuan yang memiliki porositas dan

permeabilitas yang bagus seperti pasir dan kerikil. serta dekatnya sumber air.



Gambar 4. Hasil pengolahan data konfigurasi Wenner menggunakan software RES2DINV

N	p	h	d	Alt
1	0.02451	0.4318	0.4318	0.43181
2	10.85	1.053	1.485	-1.4852
3	10.85	2.56	4.045	-4.0449
4	10.85	2.63	6.675	-6.6751
5	10.85	4.341	11.02	-11.016
6	10.85	7.163	18.18	-18.179
7	10.85	11.82	30	-30
8	48.62			



Gambar 5. Hasil Pengolahan data konfigurasi Schlumberger Menggunakan software IP2WIN

IV. KESIMPULAN

1. Pada konfigurasi Wenner ,air tanah berada di permukaan sampai kedalaman 12 m, dengan jarak elektroda 17 – 31 m dan nilai Resistivitas 30 – 100 Ω m, kemudian kembali terlihat di jarak

- elektroda 39 – 72 m, dengan kedalaman dari permukaan sampai 12,3 m.
2. Pada titik berbeda menggunakan konfigurasi Wenner terlihat air tanah dalam lapisan alluvial berada sekitar kedalaman 1,053 – 11,82 m. dengan nilai

resistivitas 10 – 30 Ω m hal ini didasarkan karena sekitar lokasi penelitian terdapat beberapa batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang bagus seperti pasir dan kerikil. serta dekatnya sumber air.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanil, S., Ari, H. R. and Sutanto, S., 2010. Metode Geolistrik Imaging Konfigurasi Dipole-Dipole Digunakan Untuk Penelusuran Sistem Sungai Bawah Tanah Pada Kawasan Karst Di Pacitan, Jawa Timur. *Jurnal EKOSAINS*. 2(1),1-9.
- As'ari, A., 2011. Pemetaan Air Tanah Di Kabupaten Jeneponto Dengan Metode Geolistrik. *Jurnal Sainstek*, 3(1), 1-7.
- Hakim, H., and Manrulu, R.H., 2016. Aplikasi Konfigurasi Wenner dalam Menganalisis Jenis Material Bawah Permukaan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5 (1), 95-103.
- Halik, G. and Jojok, W.S., 2008. Pendugaan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Kampus Tegal Boto Universitas Jember. *Jurnal Ilmiah Sains*, 15 (2), 1-5.
- Manrulu, R.H., and Nurfalaq, A. 2017. *Metode Geofisika (Teori dan Aplikasi)*. Palopo: UNCP Press.
- Muallifah, F.,2009. Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Resistivitas Tanah. *Jurnal Neutrino*, 1 (2), 179-197.
- Ratnakumari, Y., Rai, S.N., Thiagaranja, T., and Kumar, D. 2012. 2D Electrical Resistivity Imaging For Delineation Of Deeper Aquifers In A Part Of The Chandrabhaga River Basin, Nagpur District, Maharashtra, India. *Current Science*. 102(1),1-9.
- Sadjab, B. As'ari, A., and Adey, T., 2012. Pemetaan Akuifer Air Tanah Di Kecamatan Prambanan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. 1(1), 37-44.
- Sedana, D., As'ari, A., and Adey, T., 2012. Pemetaan Akuifer Air Tanah di Jalan Ringroad Kelurahan Malendeng dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *Jurnal Ilmiah Sains*, 15(2), 1-5.
- Seyhan, E., 1977. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Srivastava, S., and Verhoeff, J., 1992. *Evolution of Mesozoic sedimentary basins around the north Central Atlantic: a preliminary plate kinematic solutions*. In Parnell, J (ed) Basins on the Atlantic Seaboard: petroleum Geology, Sedimentology and Basins Evolution. London: Geological Society, 397-420.
- Usman, B., Manrulu, R.H., Nurfalaq, A., and Rohayu, E., 2017. Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schumberger. *Jurnal Fisika FLUX*, 14 (2), 65-72.
- Yuristina, A, P., 2015. Pendugaan Persebaran Air Bawah Permukaan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Tanggunharjo Kabupaten Grobogan. *Skripsi*. Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Semarang.