APCP
Applied Physics of Cokroaminoto Palopo

Identifikasi Akuifer Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Perencanaan Sumur Bor Di Desa Barugae Kabupaten Pinrang

Aryadi Nurfalaq[1,*)], Rahma Hi. Manrulu[1)], Andi Jumardi[2)]
[1)] Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia
[2)] Program Studi Informatika Fakultas Teknik Komputer Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

Email korespodensi : aryadinurfalaq@yahoo.co.id

ABSTRACT–This study aims to obtain information about the presence of aquifer rock layers, which include data on depth, vertical distribution and determine the type of groundwater in Barugae Village, Pinrang Regency. The method used is the geoelectric method of the Schlumberger configuration with 1 track with a track length of 600 m. The results of the geoelectric measurements were then processed using Microsoft Excel and modeled in 1D using IP2Win. Geoelectric interpretation results show that the groundwater potential found at the GL-01 sounding point which has a resistivity value ranging from 2.12-112 m is interpreted as sand and gravel material submerged in fresh water and in this layer it is possible to obtain fresh water sources even though in large quantities. very small and located at depths ranging from 1-18.2 meters.

ABSTRAK- Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang adanya lapisan batuan pembawa air (*aquifer*), yang meliputi data tentang kedalaman, penyebaran vertikal serta mengetahui jenis air tanah di Desa Barugae Kabupaten Pinrang. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik konfigurasi Schlumberger dengan dilakukan sebanyak 1 lintasan dengan panjang lintasan 600 m. Hasil pengukuran geolistrik kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel dan dimodelkan secara 1D menggunakan IP2Win. Hasil interpretasi dengan geolistrik menunjukkan bahwa potensi air tanah ditemukan pada titik sounding GL-01 yang memiliki nilai resistivitas berkisar antara 2,12-112 Ωm diinterpretasi sebagai material pasir dan kerikil terendam air tawar dan pada lapisan ini memungkinkan mendapatkan sumber air tawar meskipun dalam jumlah yang sangat kecil dan terletak pada kedalaman berkisar antara 1-18,2 meter.

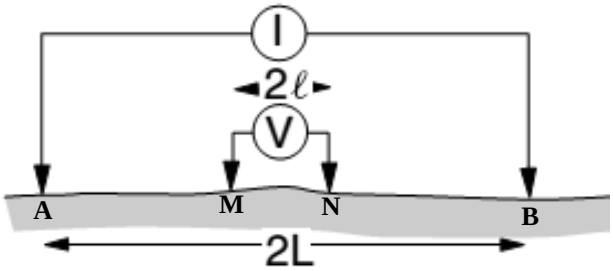
Kata Kunci : airtanah, geolistrik, resistivitas

PENDAHULUAN

Desa Barugae merupakan salah satu desa di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang, tentu membutuhkan air tanah yang cukup besar dan berkesinambungan. Oleh karena itu, sangat perlu untuk dilakukan terlebih dahulu penelitian awal di bawah permukaan bumi untuk mengetahui ada tidaknya lapisan pembawa air (akuifer) untuk mendapatkan informasi dan data tentang keberadaan potensi air tanah di bawah permukaan bumi. Sementara potensi air tanah (akuifer) yang ada di Desa Barugae belum diketahui secara pasti. Salah satu metode gefisika yang dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan lapisan akuifer di suatu tempat adalah metode geolistrik. Untuk mengetahui kondisi bawah permukaan bumi sebagai lapisan pembawa air (akuifer), melatarbelakangi dilakukannya pengukuran geolistrik dengan metode geolistrik dengan konfigurasi Schlumberger.

Salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan air tanah adalah metode geolistrik. Metode ini pada prinsipnya menginjeksikan arus listrik ke

dalam bumi melalui sepasang elektroda kemudian mengukur tegangan yang dihasilkan di permukaan bumi (Manrulu & Nurfalaq, 2017). Metode ini telah diterapkan dalam memetakan potensi air tanah di Kota Palopo (Nurfalaq, Putri, & Manrulu, 2020).



Gambar 1. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger (Milsom, 2003)

Arus listrik (I) yang diinjeksikan melalui sepasang elektroda arus (AB) kemudian diukur beda potensialnya (ΔV) melalui sepasang elektroda potensial (MN). Selanjutnya resistivitas batuan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$\rho = K\frac{\Delta V}{I} \qquad \ldots(1)$$

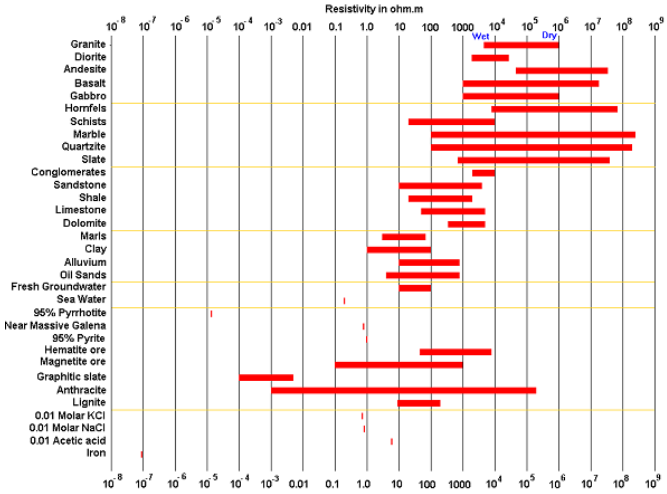
Besaran K merupakan factor geometri yang bergantung konfigurasi yang digunakan. Untuk konfigurasi Schlumberger (Gambar 1), factor geometri (K) dihitung menggunakan persamaan:

$$K = \pi\frac{(L^2 - l^2)}{2l} \qquad \ldots(2)$$

Sehingga persamaan yang digunakan untuk menghitung resistivitas batuan sebagai berikut:

$$\rho_a = \pi\frac{(L^2 - l^2)}{2l}\frac{\Delta V}{I} \qquad \ldots(3)$$

Dari semua sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan variasi harga yang sangat banyak. Pada mineral-mineral logam, harganya berkisar pada $10{-}8\Omega m$ hingga $10\text{-}7\Omega m$. Begitu juga pada batuan-batuan lain, dengan komposisi yang bermacam-macam akan menghasilkan range resistivitas yang bervariasi pula. Sehingga *range* resistivitas maksimum yang mungkin adalah dari 1,6 x 10−8 (perak asli) hingga $1016\Omega m$ (belerang murni). Konduktor biasanya didefinisikan sebagai bahan yang memiliki resistivitas kurang dari $10{-}8\Omega m$, sedangkan isolator memiliki resistivitas lebih dari $107\Omega m$. Dan di antara keduanya adalah bahan semikonduktor. Di dalam konduktor berisi banyak elektron bebas dengan mobilitas yang sangat tinggi. Sedangkan pada semikonduktor, jumlah elektron bebasnya lebih sedikit. Isolator dicirikan oleh ikatan ionik sehingga elektron-elektron valensi tidak bebas bergerak (Santoso, 2002).



Gambar 2. Nilai resistivitas batuan berbagai batuan (Loke, 2004)

METODE PENELITIAN

Pengukuran geolistrik untuk mengetahui potensi air tanah daerah penelitian dilakukan dengan metode *Schlumberger*. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Resistivitymeter tipe *IPMGEO 4200*, 10 buah elektroda, 2 buah meteran, 4 buah gulungan kabel, 4 buah palu, 2 buah aki kering (24 volt), kabel penghubung, GPS 76Pcx, tabel pengukuran, kamera digital, alat tulis menulis, dan smartphone.

Akusisi Data

Pengukuran geolistrik untuk mengetahui potensi air tanah daerah penelitian dilakukan dengan metode *Schlumberger* sebagai berikut :

1. Penentuan letak titik pengukuran sebanyak 2 titik duga geolistrik pada daerah penelitian. Titik pengukuran dipilih dengan pertimbangan kondisi permukaan

mendukung untuk dilakukan pengukuran geolistrik dan pemboran eksplorasi, bilamana kondisi bawah permukaan terdapat lapisan pembawa air tanah. Posisi setiap titik pengukuran ditentukan dalam bentuk koordinat dengan menggunakan GPS.

2. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan panjang bentangan elektroda arus (terluar) maksimum 300 meter untuk mendapatkan informasi kondisi hingga kedalaman 100 meter di bawah permukaan tanah.
3. Penempatan bentangan elektroda potensial MN dan elektroda arus AB diutamakan memenuhi syarat bahwa jarak MN/2 adalah 1/5 jarak AB/2. Pada setiap konfigurasi dilakukan pengukuran arus dan beda potensial untuk mendapatkan nilai tahanan jenis semu (ϱ_a). Nilai-nilai tahanan jenis semu ini diplot ke dalam grafik berskala double logaritmik terhadap spasi elektroda arus (AB/2), yang dikenal dengan istilah kurva lapangan.

Pengolahan Data

Adapun prosedur pengolahan data sebagai berikut:

1. Data yang diperoleh dari pengukuran berupa harga besar kuat arus (I) dan beda potensial (ΔV) titik sounding.
2. Harga resistivitas semu dihitung dari faktor geometri pengukuran dan perbandingan harga beda potensial (ΔV) dan kuat arus (I).
3. Harga resistivitas semu yang telah didapatkan dari perhitungan lapangan dan AB/2 di-*copy* ke IP2Win untuk mendapatkan kurva variasi nilai resistivitas pada berbagai kedalaman.
4. Menampilkan nilai resistivitas sebenarnya, kedalaman, ketebalan lapisan dan nilai resistivitas setiap lapisan ke dalam tabel.

Analisa dan Interpretasi Data

Dalam menganalisis data VES ini ditafsirkan untuk memprediksi kondisi saturasi pada masing-masing lapisan, sehingga diperoleh gambaran kondisi airtanah bawah permukaan di sepanjang lintasan pengukuran, penentuan kedalaman dan ketebalan akuifer air tanah dari harga tahanan jenis di atas, didasarkan atas nilai resistivitas sebenarnya yang diperoleh dari aplikasi IP2Win disandingkan dengan tabel resistivitas (gambar 2).

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. Sebaliknya harga tahanan jenis yang sama bisa dimiliki oleh batuan yang berbeda jenis antara lain: komposisi mineral pada batuan, kondisi batuan, komposisi benda cair pada batuan, dan faktor eksternal lainnya.

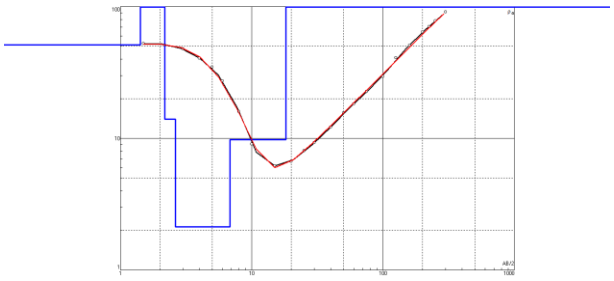
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran geolistrik yang dilakukan dengan menggunakan metode Schlumberger di Desa Barugae Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang terdiri dari 1 (satu) titik sounding. Data-data tersebut memiliki jarak elektroda arus (AB/2) mulai dari 1,5 sampai 300 meter dan jarak elektroda potensial (MN/2) mulai dari 0,5 sampai 15 meter (kurang dari 1/3 jarak elektroda arus). Untuk setiap pengambilan data yang belum konsisten dilakukan pengulangan pengukuran, sehingga akan didapatkan data yang lebih baik. Ketika jarak elektroda diubah, maka dilakukan pengulangan pengukuran pada MN/2 yang lama dan yang baru.

Penentuan titik pengukuran geolistrik dilakukan berdasarkan rekomendasi lokasi yang diberikan oleh aparat desa setempat. Lintasan GL01 dilakukan di Dusun Bungi dengan panjang lintasan 600 meter, dengan interval nilai resistivitas berkisar (2,12-4880 Ωm).

Berdasarkan nilai resistivitas, daerah ini termasuk jenis batuan atau material *unconsolidated* sampai *consolidated*. Sebaran nilai resistivitas dari gambar penampang dapat dikelompokkan dalam 3 lapisan. *Lapisan pertama* memiliki nilai resistivitas

berkisar antara 51,4 - 112 Ωm diinterpretasi sebagai lapisan material lepas yang didominasi oleh material pasir, kerikil dan lempung yang terendam air laut dengan kedalaman berkisar antara 0-2,17 meter dan airnya terasa payau. Lapisan kedua memiliki nilai resistivitas berkisar antara 2,12-14 Ωm diinterpretasi sebagai material pasir dan kerikil terendam air tawar dan pada lapisan ini memungkinkan mendapatkan sumber air tawar meskipun dalam jumlah yang sangat kecil dan terletak pada kedalaman berkisar antara 2,17-18,2 meter, material pasir dan kerikil ini diindikasi bersumber dari batuan vukanik berupa tufa pasiran, aglomerat dan breksi vulkanik yang ada di daerah penelitian.



Gambar 3. VES GL01

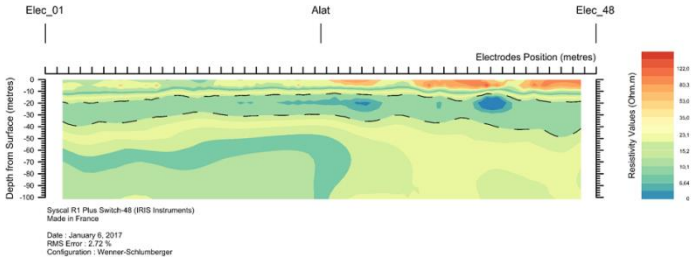
Lapisan ketiga memiliki nilai resistivitas berkisar antara 4880 Ωm diinterpretasi sebagai batugamping dan tidak mengandung air tanah dengan kedalaman berkisar antara lebih dari 18,2 meter.

N	ρ	h	d	Alt
1	51.4	1.42	1.42	-1.424
2	112	0.749	2.17	-2.173
3	14	0.448	2.62	-2.621
4	2.12	4.2	6.82	-6.824
5	9.75	11.4	18.2	-18.22
6	4880			

Gambar 4. Variasi resistivitas terhadap kedalaman GL01

Namun demikian apabila akan dilakukan pengeboran air tanah sebaiknya dilakukan dari titik sounding GL-01 ke arah utara atau sejajar dengan arah bentangan pada meteran ke 170, dengan kedalaman pengeboran 20-40 meter. Pada titik GL-01 ini diduga lapisannya sebagai akuiklud, dimana lapisan ini dapat menyimpan air tetapi tidak melepaskan air dalam jumlah yang cukup dikarenakan nilai konditivitasnya kecil sekali. Potensi air tanah pada titik sounding GL-01 termasuk potensi air tanah dalam yang jumlahnya sangat terbatas untuk kebutuhan individu, rumah tangga dan industri kecil.

Survey geolitrik yang dilakukan oleh CV. Earth Science Survey menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger memberikan hasil yang sejalan dengan penelitian yang dilakukan.



Gambar 5. Penampang survey geolistrik Desa Barugae (CV. Earth Science Survey, 2017)

Dari penampang di atas, lapisan batuan dibagi enam zona yaitu sebagai berikut:

a. Zona I: kedalaman 0 – 4 meter dengan nilai resistivitas 10,1 – 15,2 Ohm.m. Zona ini memiliki banyak rongga, sehingga fluida yang berasal dari permukaan tanah dapat mengisi pori-pori batuan. Fluida tidak tersimpan pada zona ini, namun fluida lolos ke lapisan di bawahnya. Jenis batuan pada zona ini adalah batupasir (dominan) dan batulanau.Kualitas fluida yang mengisinya pun bergantung kepada fluida yang masuk dari permukaan tanah. Jumlah fluida dalam zona ini sangat terbatas dan cepat habis jika digunakan dalam skala sedang dan besar, sehingga masih cocok untuk kebutuhan rumah tangga dalam skala kecil.
b. Zona II: kedalaman 5 – 10 meter dengan nilai resistivitas 8,18 – 12,5 Ohm.m. Zona ini memiliki cukup banyak rongga,

sehingga fluida yang berasal dari permukaan tanah dapat mengisi pori-pori batuan dan tertampung pada zona ini. Jenis batuan pada zona ini adalah pasir dan batulanau. Kualitas fluida yang mengisinya bergantung kepada fluida yang masuk dari permukaan tanah. Jumlah fluida dalam zona ini relatif terbatas (tergantung suplai dari permukaan tanah) jika digunakan dalam skala kecil hingga sedang, sehingga cocok untuk kebutuhan rumah tangga.

c. Zona III: kedalaman 10 – 16 meter dengan nilai resistivitas 15,2 - 23,1 Ohm.m. Zona ini memiliki cukup banyak rongga, namun lebih rapat dibandingkan dengan Zona I sehingga fluida yang berasal dari permukaan tanah cenderung terakumulasi pada Zona II dan hanya sedikit yang dapat lolos ke lapisan di bawahnya. Jenis batuan pada zona ini adalah batupasir-andesit dan batulanau.
d. Zona IV: kedalaman 16 – 34 meter dengan nilai resistivitas 0,73 – 8,18 Ohm.m. Zona ini memiliki cukup sedikit rongga, sehingga fluida yang berasal dari permukaan tanah hanya sedikit yang dapat mengisi pori-pori batuan dan tertampung pada zona ini. Jenis batuan pada zona ini adalah lempung (dominan), batulanau, dan batupasir. Kualitas fluida yang mengisinya relatif asin dan payau. Jumlah fluida dalam zona ini relatif terbatas dan tidak cocok jika digunakan untuk kebutuhan rumah tangga ataupun lainnya.
e. Zona V: kedalaman 34 – 52 meter dengan nilai resistivitas 15,2 - 23,1 Ohm.m. Zona ini memiliki cukup banyak rongga, namun lebih rapat dibandingkan dengan Zona III karena posisinya yang dalam sehingga fluida yang berasal dari permukaan tanah tidak mampu lolos hingga mencapai zona ini. Jenis batuan pada zona ini adalah batupasir-andesit dan batulanau.
f. Zona VI: kedalaman 52 – 100 meter dengan nilai resistivitas 8,18 – 12,5 Ohm.m. Zona ini memiliki banyak rongga, namun fluida yang dapat mengisi pori-pori batuan pada zona ini adalah bukan berasal dari permukaan tanah sehingga kualitas dari fluida pada zona ini pun cenderung stabil dan tawar. Jenis batuan pada zona ini adalah pasir dan batulanau. Kualitas fluida yang mengisinya tidak bergantung kepada fluida yang masuk dari permukaan tanah. Jumlah fluida dalam zona ini cukup banyak dan dapat digunakan dalam skala kecil hingga sedang, sehingga cocok untuk kebutuhan rumah tangga dan lain-lain.

KESIMPULAN

Potensi air tanah ditemukan pada titik sounding GL-01 yang memiliki nilai resistivitas berkisar antara 2,12-112 Ωm diinterpretasi sebagai material pasir dan kerikil terendam air tawar dan pada lapisan ini memungkinkan mendapatkan sumber air tawar meskipun dalam jumlah yang sangat kecil dan terletak pada kedalaman berkisar antara 1–18,2 meter, material pasir dan kerikil ini diindikasi bersumber dari batuan vukanik berupa tufa pasiran, aglomerat dan breksi vulkanik yang ada di daerah penelitian. Pada kedalaman 18,2 m ke bawah merupakan batugamping yang mempunyai nilai resistivitas tinggi dan tidak mengandung air tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada segenap pihak yang telah membantu dalam penelitian ini terkhusus kepada pemerintah desa yang telah memberikan izin dalam melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

CV. Earth Science Survey. (2017). *Laporan Akhir: Survey Geolistrik ERT Desa Barugae.* Pinrang: CV. ESS.

Loke, M. H. (2004). *Tutorial: 2D and 3D Electric Imaging Surveys. Malaysia: Penang.* Penang: Geotomo Software.

Manrulu, R. H., & Nurfalaq, A. (2017). *Metode Geofisika (Teori dan Aplikasinya).* Kota Palopo: UNCP Press.

Milsom, J. (2003). *Field Geophysics The Geological Field Guide Series.* London: John Wiley & Sons Ltd.

Nurfalaq, A., Putri, I. K., & Manrulu, R. H. (2020). Pemetaan Akuifer Air Tanah Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal Geocelebes Vol. 4 No. 2.*, 70 – 78.

Santoso, D. (2002). *Pengantar Teknik Geofisika.* Bandung: Penerbit ITB.