

Konstruksi Perencanaan Sumur Bor Air Tanah Berdasarkan Interpretasi Metode Geolistrik Resistivity Kelurahan Bulurokeng Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar

Construction of Groundwater Well Planning Based on The Interpretation of The Resistivity Geoelectric Method in Bulurokeng Village, Biringkanaya District, Makassar City

Hasrianto¹, Raivel²

¹. Program Studi Geologi, Institut Teknologi dan Bisnis Arung Palakka, Bone

². Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sulawesi Tenggara, Kendari

Korespondensi e-mail: hasrianto10081982@Gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan sarana dan prasarana air bersih yang baik dan lancar merupakan syarat utama pada suatu areal atau kawasan pemukiman penduduk yang tentunya sangat membutuhkan ketersediaan air dengan kualitas air yang baik serta dalam jumlah yang banyak merupakan sebuah syarat utama dalam areal pemukiman tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi batuan yang dianggap sebagai batuan akuifer air tanah berdasarkan kenampakan permukaan, menentukan resistivitas bawah permukaan di daerah penelitian dengan melakukan perhitungan dan pemodelan dari data hasil pengukuran geolistrik tahanan jenis dan mengidentifikasi dan memprediksikan kondisi lapisan air tanah (akuifer) di daerah penelitian berdasarkan hasil pemodelan geolistrik dan penasabahan data geologi daerah penelitian, membuat perencanaan konstruksi sumur bor berdasarkan hasil interpretasi geolistrik resistivity dan geologi daerah penelitian. Metodologi penelitian ini melakukan pengamatan metode geolistrik resistivity dan melakukan pengamatan geologi pintas di daerah sekitar penelitian yang terdiri dari pekerjaan persiapan, pengambilan data lapangan, analisa atau pengolahan data interpretasi hasil analisa dan pembuatan konstruksi sumur bor berdasarkan hasil interpretasi geolistrik resistivity dan geologi. Lapisan tanah yang berfungsi sebagai pembawa air (akuifer) yang bersifat tawar yaitu batuan Tufa/Pasir yang berbutir halus – kasar (lapili), lapisan tersebut yang berpotensi menghasilkan air tanah dengan debit yang cukup dengan alapisan akuifer produktivitas sedang. Berdasarkan ketebalan dan kemiringan lapisan akuifer, nilai porositas serta sifat akuifer dari lapisan batuan Tufa dan Pasir/Lempung yang merupakan lapisan akuifer di daerah tersebut, maka diharapkan sumur bor ini dengan konstruksi casing 5 inci dengan lubang hasil pemboran 6 inci pada lokasi sekitar titik duga geolistrik dengan produktifitas kecil sampai sedang secara umum dapat menghasilkan debit sumur sekitar 0,65 liter per detik.

Kata kunci: Geolistrik, Resistivity, Interpretasi, Sumur.

How to Cite:

Hasrianto, H., Reivel, R., Amir, M.K. 2024. Konstruksi Perencanaan Sumur Bor Air Tanah Berdasarkan Interpretasi Metode Geolistrik Resistivity Kelurahan Bulurokeng Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar. Mining Science and Technology Journal, 3 (3): 140-148.

Published By:

Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

Address:

Jl. Kapt. Piere Tendean, No. 109, Baruga, Kota
Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara

Article History:

Submited 30 Desember 2024
Received in from 30 Desember 2024
Accepted 31 Desember 2024

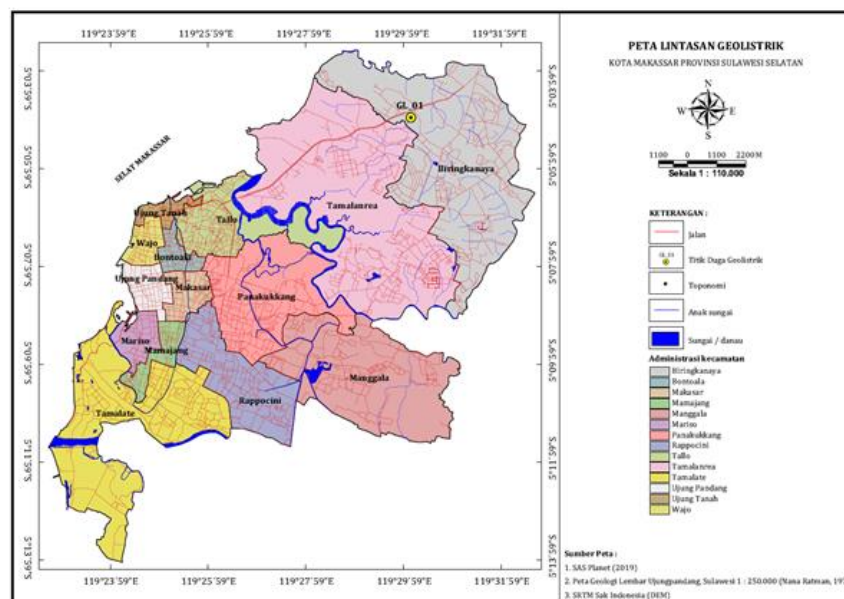
ABSTRACT

The availability of good and smooth clean water facilities and infrastructure is the main requirement in a residential area or area which of course really needs the availability of water with good quality and in large quantities is a main requirement in the residential area. The aim of this research is to identify rocks that are considered groundwater aquifer rocks based on surface appearance, determine subsurface resistivity in the research area by carrying out calculations and modeling from data from geoelectric measurements of resistivity and identifying and predicting the condition of the groundwater layer (aquifer) in the area research based on the results of geoelectrical modeling and refinement of the geological data of the research area, planning the construction of drilled wells based on the results of geoelectrical resistivity interpretation and the geology of the research area. This research methodology is to observe the geoelectric resistivity method and carry out bypass geological observations in the area around the research which consists of preparatory work, taking field data, analyzing or processing data, interpreting the results of the analysis and making drilled well construction based on the results of the geoelectric resistivity and geological interpretation. The soil layer that functions as a fresh water carrier (aquifer) is tufa rock/sand with fine – coarse grains (lapilli), this layer has the potential to produce groundwater with sufficient discharge with a moderate productivity aquifer layer. Based on the thickness and slope of the aquifer layer, the porosity value and the aquifer properties of the Tufa and Sand/Clay rock layers which are the aquifer layers in the area, it is hoped that this drilled well will be constructed with 5 inch casing with a 6 inch drilled hole at a location around the geoelectric estimation point. with small to medium productivity, it can generally produce a well discharge of around 0.65 liters per second.

Keywords: Geoelectricity, Resistivity, Interpretation, Wells

PENDAHULUAN

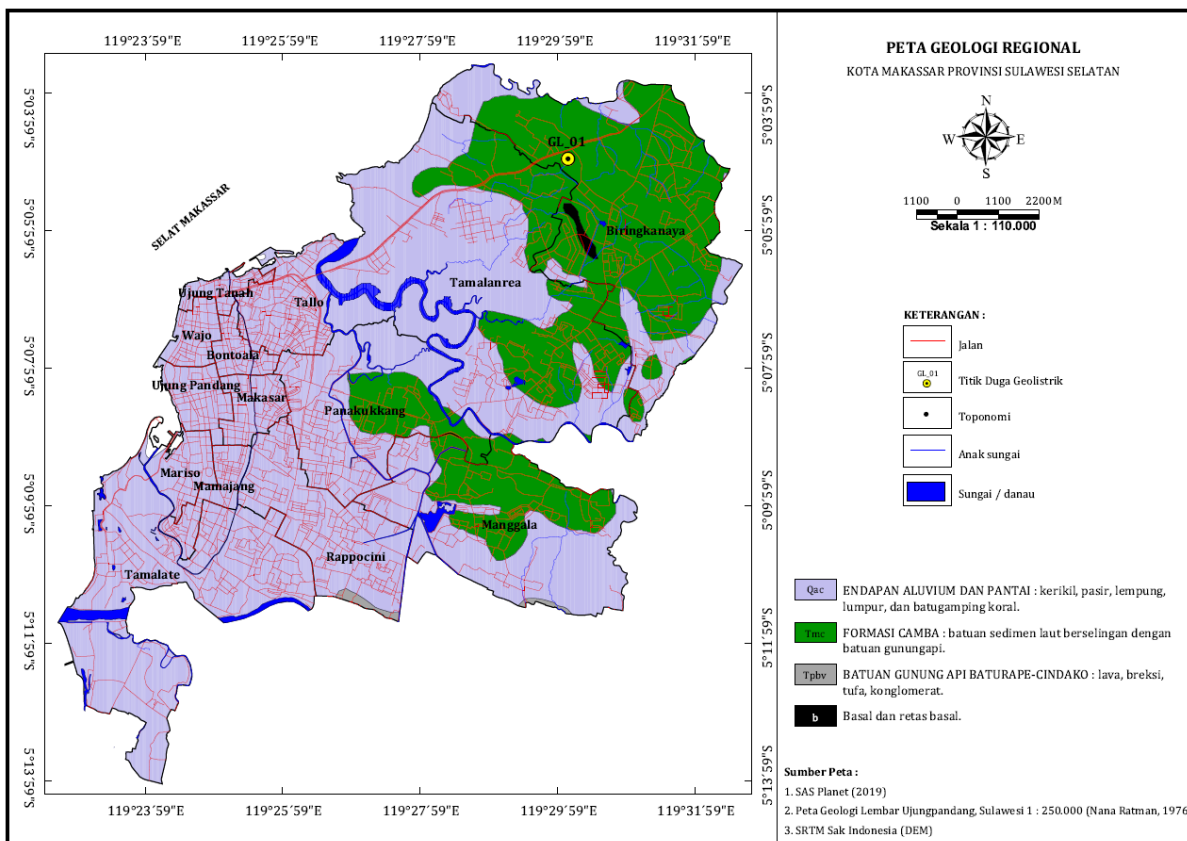
Penelitian ini berada pada pulau Sulawesi bagian selatan secara administrasi daerah penelitian berada pada Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan seperti **Gambar 1**. Kurangnya data yang membahas penyebaran aquifer air tanah Kota Makassar secara keseluruhan dan dapat memudahkan pihak pemerintah Kota Makassar untuk mengetahui model atau pola aquifer di daerah tersebut. Ketersediaan sarana dan prasarana air bersih yang baik dan lancar merupakan syarat utama pada suatu areal atau kawasan pemukiman penduduk yang tentunya sangat membutuhkan ketersediaan air dengan kualitas air yang baik serta dalam jumlah yang banyak merupakan sebuah syarat utama dalam areal pemukiman tersebut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian dan Titik Pengamatan Geolistrik

Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi batuan yang dianggap sebagai batuan akuifer air tanah berdasarkan kenampakan permukaan, menentukan resistivitas bawah permukaan di daerah penelitian dengan melakukan perhitungan dan pemodelan dari data hasil pengukuran geolistrik tahanan jenis dan mengidentifikasi dan memprediksikan kondisi lapisan air tanah (akuifer) di daerah penelitian berdasarkan hasil pemodelan geolistrik dan penasabahan data geologi daerah penelitian, membuat perencanaan konstruksi sumur bor berdasarkan hasil interpretasi geolistrik resistivity dan geologi daerah penelitian.

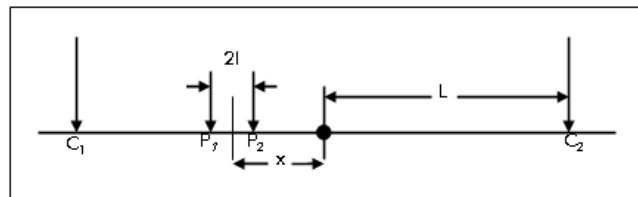
Kondisi geologi regional Kota Makassar berada pada Formasi Batuan Gunungapi Lompobatang yang sebagian besar berupa breksi vulkanik, lahar dan tufa (**Gambar 2**). Disamping itu juga secara regional terdapat endapan Aluvium dan Pantai berupa endapan material kerikil, pasir, lempung, lumpur dan batugamping koral. Satuan batuan gunungapi yang termuda adalah yang menyusun Batuan Gunungapi Lompobatang, berumur Plistosen. Satuan batuan ini terdiri dari batuan breksi vulkanik, lahar dan batuan Tufa yang mulai dari berukuran halus, sedang sampai yang berukuran kasar. Batuan Tufa ini juga dijumpai Batuan Tufa Lapili. Sedimen termuda adalah endapan aluvium dan pantai yang tersebar luas di dataran rendah sampai laut, dataran sungai dan rawa dengan ukuran material dari lempung, lumpur hingga berukuran bongkah. Lokasi penyebaran endapan alluvium ini memanjang dari wilayah Daerah Takalar, Sungguminasa, Makassar, hingga Daerah Maros.



Gambar 2. Peta Geologi Regional Lokasi Penelitian

Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah yang membentuk itu dan di dalam retak-retak dari batuan. Yang terdahulu disebut air lapisan dan yang terakhir disebut air celah (Mori and Kyotoka, 1999). Survei elektrik atau geolistrik merupakan survei yang menggunakan arus listrik untuk melakukan pengukuran. Survei elektrik memiliki tiga metode, yaitu : induksi polarisasi (IP), *Self Potensial* (SP), dan tahanan jenis (resistivitas). Ketiganya menggunakan arus listrik sebagai alat pengukurannya (M. Ramli, 2018).

Metode tahanan jenis atau resistivitas adalah salah satu dari ketiga metode *survey elektrik*, metode ini digunakan untuk mengetahui gambaran di bawah permukaan dengan melakukan pengukuran di atas permukaan. Resistivitas berhubungan dengan beberapa parameter geologi, diantaranya : kandungan mineral, kandungan fluida, porositas dan saturasi air (M.H. Loke, 2001). Prinsip metode Resistivitas adalah dengan mengalirkan arus listrik menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan kedalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran alur listrik bias menembus lapisan batuan lebih dalam (D. Santoso, 2002). Resistivitas ditentukan dari suatu tahanan jenis semu yang dihitung dari pengukuran beda potensi antara elektroda yang ditempatkan di dalam bawah permukaan. Pengukuran suatu beda potensial antara dua elektroda yaitu tahanan jenis di bawah permukaan tanah elektroda (D. Todd, 1995)



Gambar 3. Konfigurasi Elektroda Slumberger

Metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) dapat dibagi menjadi dua berdasarkan tujuan pengukuran di lapangan yaitu (R. Sheriff, 1986) :

- a. Metode Resistivitas *sounding*
- b. Metode Resistivitas *mapping*

Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui 2 buah elektroda “elektroda tegangan” P₁ dan P₂ yang jaraknya lebih pendek dari pada jarak elektroda C₁C₂. Bila posisi jarak elektroda C₁C₂ diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda P₁ P₂ ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar. Dengan asumsi bahwa kedalaman lapisan batuan yang bisa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh dari jarak C₁C₂ yang biasa disebut C₁C₂/2 (Santoso, 2002).

Tabel 1. Tabel Resistivitas dari Berbagai Jenis Batuan (Telford,1990)

Mineral	Resistivitas (Ωm)	
	Antara	Rata-Rata
Air Permukaan (batuan beku)	0,1 – 3 x 10 ³	-
Air Permukaan (batuan sedimen)	10 - 100	-
Air Tanah	-	100
Air Alami (batuan beku)	0,5 - 150	9
Air Alami (batuan sedimen)	1 - 100	3
Air Asin	-	0,2

Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Konfigurasi Schlumberger. Untuk susunan elektroda Schlumberger, elektroda arus diberi jarak jauh lebih jauh dari elektroda potensial (Telford, 1990) seperti **Gambar 3**.

Array ini sering digunakan secara simetris, yaitu x = 0, dengan rumus yang digunakan pada Konfigurasi Elektroda Schlumberger, maka harga tahanan jenis semu diperoleh pada persamaan (1) adalah sebagai berikut :

$$\rho = \frac{\pi L^2}{2A} \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \tag{1}$$

Dimana hal ini $L = \frac{1}{2} C_1 C_2$, $l = \frac{1}{2} P_1 P_2$. Dalam pengambilan data sounding, elektroda potensial tetap sementara jarak elektroda arus diperpanjang terhadap pusat penyebaran. Untuk ini L yang besar untuk meningkatkan I juga untuk mempertahankan jarak potensial (Telford, 1990). Data yang dihasilkan harus diinterpretasi dengan cara melihat tabel nilai tahanan jenis tiap batuan seperti Tabel 1, Interpretasi dilakukan untuk mengetahui jenis dan susunan material berdasarkan nilai resistivitas dan pola distribusinya. Interpretasi dilakukan berdasarkan tabel resistivitas material (Telford, 1990).

METODE PENELITIAN

Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan dilakukan diawal pekerjaan yang meliputi studi literature dari peneliti terdahulu serta buku-buku yang berhubungan dengan topik penelitian, mengumpulkan data yang ada dan bisa menunjang pelaksanaan pekerjaan (peta topografi, peta geologi dengan skala 1 : 250.000), mempersiapkan personil dan peralatan yang akan ke lapangan serta mengkalibrasi peralatan yang digunakan, menyiapkan perlengkapan untuk setiap personil yang akan pergi ke lapangan, orientasi lapangan seperti morfologi dan penempatan arah lintasan dengan menggunakan peta citra (sas planet).



Gambar 4. Pengambilan data geolistrik resistivitas

Pengambilan Data Lapangan

Sumber data atau metode pengumpulan data dari penelitian ini yaitu data diambil secara langsung di lapangan dengan melakukan pengambilan data geolistrik dan pengamatan geologi pintas. Data geologi pintas dilakukan langsung di lapangan dengan pengamatan setiap singkapan yang ada di daerah penelitian.

Penelitian dilakukan dengan pengambilan data geologi dan geolistrik secara langsung dilapangan (**Gambar 4**), menggunakan peralatan geologi dan geofisika seperti resistivity meter (naniura) singgel chenel, palu, kompas, GPS, roll kabel, elektroda, meteran @50 m, accu, serta bebrapa peralatan lain seperti kantong sampel, patok bantu dan kamera.

Pengamatan geologi pintas dilakukan secara langsung di lapangan dengan mengamati mendeskripsi singkapan yang ada di daerah penelitian. Pengambilan data geolistrik meliputi pengambilan data kuat arus (I) dan beda potensial (P) untuk menentukan resistivitas semu setiap titik duga geolistrik.

Tabel 2. Koordinat Titik Geolistrik

Kode Titik Geolistrik	X	Y	Kelurahan	Kecamatan
GL_01	E119°30'08.3"	S5°04'57.7"	Bulurokeng	Biringkanaya

Analisa Data

Analisa data dilakukan berdasarkan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Pengambilan posisi koordinat dan arah lisan pengukuran geolistrik dengan menggunakan GPS dan kompas.
2. Data yang diperoleh dari pengukuran berupa harga besar arus (I) dan beda potensial (V) setiap titik pengukuran.
3. Nilai resistivitas semu dihitung dari faktor konfigurasi pengukuran dan perbandingan harga beda potensial (V) dan kuat arus (I) pengukuran, konfigurasi pengukuran schlumberger.
4. Nilai resistivitas semu hasil perhitungan di plot dalam bentuk grafik pengukuran (log-log) untuk setiap titik pengukuran, kemudian dilakukan penghalusan data (*smoothing*) sehingga diperoleh harga resistivitas semu hasil penghalusan untuk setiap lokasi titik pengukuran.
5. Nilai resistivitas semu tersebut dipetakan terhadap kedalaman semu (setengah panjang bentangan kabel, $AB/2$), kemudian dilakukan konturing sehingga diperoleh penampang harga resistivitas semu terhadap kedalaman semu untuk setiap lintasan pengukuran.
6. Penampang resistivitas semu di atas digunakan untuk menginterpolasi data resistivitas semu ideal dengan asumsi perlapisan bawah permukaan antar titik pengukuran saling berhubungan.
7. Hasil interpolasi dijadikan input data untuk melakukan pemodelan lapisan resistivitas tanah bawah permukaan dengan bantuan computer.
8. Pemodelan resistivitas bawah permukaan dilakukan menggunakan inversi metode beda, sehingga (*finite difference*) untuk setiap lintasan akan diperoleh penampang model perlapisan resistivitas listrik lapisan tanah/batuan di bawah permukaan.
9. Inverse metode beda dengan bantuan software Res2Dinv untuk menentukan log resistivitas per kedalaman 5 meter ke bawah permukaan.
10. Log resistivitas ini setiap kedalaman 5 meter ke bawah permukaan (VES) ditafsirkan untuk memprediksi kondisi saturasi air pada masing-masing lapisan, sehingga diperoleh gambaran kondisi air tanah (aquifer) bawah permukaan di sepanjang lintasan pengukuran.

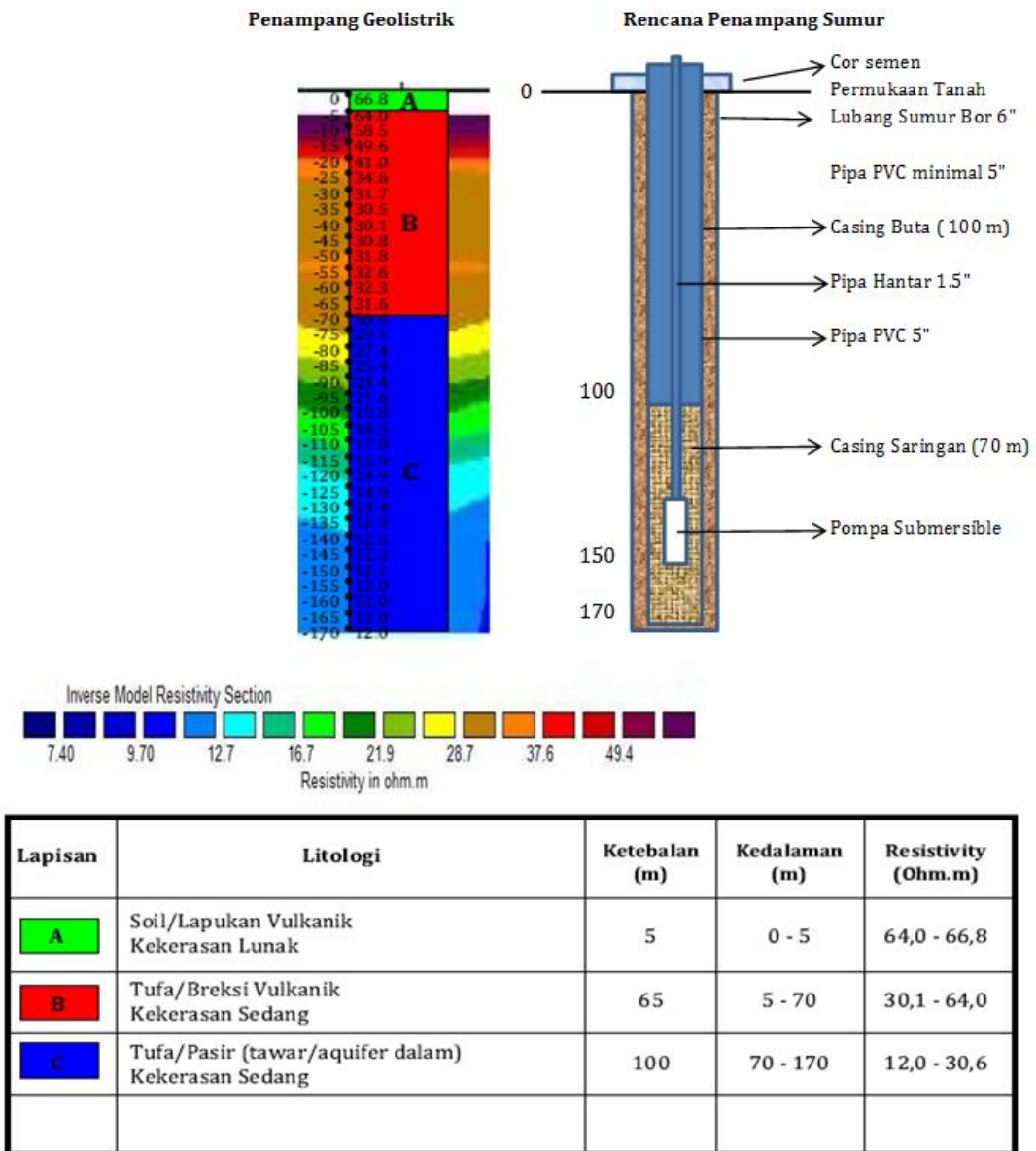
HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah keseluruhan data geolistrik yaitu sebanyak 1 titik geolistrik yang dikumpulkan dari hasil pengukuran langsung di lapangan (primer) dengan kedalaman interpretasi titik geolistrik sedalam 170 meter. Pengamatan geologi pintas dilakukan disetiap singkapan yang ada di sekitaran titik geolistrik pengukuran

Interpretasi VES Geolistrik Resistivitas

Pendugaan geolistrik di lokasi ini dapat digambarkan secara vertikal berdasarkan interpretasi geolistrik dan penasabahan data geologi. Secara umum resistivitas bawah permukaan dibagi menjadi 3 (tiga) bagian lapisan, yaitu lapisan bagian atas (lapisan permukaan lapukan vulkanik / Soil), Tufa/Breksi Vulkanik dan Lapisan Tufa/Pasir (tawar/aquifer dalam) (**Gambar 5**). Penjelasan dari masing-masing lapisan adalah sebagai berikut :

Titik Duga : GL_01
 Koordinat : 5°04.9610' S
 119°30.1390' E
 Lokasi : Kel. Bulurokeng RW 02/RT 05
 : Kecamatan Biringkanaya
 : Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan



Gambar 5. Penampang Vertikal Hasil Interpretasi Geolistrik dan Rencana Penampang Konstruksi Sumur Bor

- Lapisan pertama merupakan lapisan permukaan berupa soil/lapukan vulkanik (lempung) yang merupakan lapisan tanah penutup dengan nilai resistivity 64,0 – 66,8 Ω m. Lapisan ini merupakan lapisan lapukan batuan Vulkanik dan aktivitas lainnya yang bila musim hujan mengandung air tanah berupa air tanah tawar dari resapan air permukaan, namun bila musim kemarau akan

habis. Lapisan permukaan ini terdeteksi mulai pada kedalaman 0,0 – 5,0 meter (**Gambar 5**).

- Lapisan kedua diinterpretasikan sebagai lapisan Tufa/Breksi Vulkanik yang massive dengan kekerasan lapisan sedang, bisa menyimpan air tanah yang bersifat Tawar namun debit airnya agak sedikit. Berdasarkan interpretasi nilai resistivitasnya. Lapisan ini mempunyai nilai resistivity 30,1 – 64,0 Ωm dan terekam pada kedalaman 5 – 65 meter (tebal sekitar 65 meter) (**Gambar 5**).
- Lapisan ketiga diinterpretasikan sebagai lapisan Tufa/Pasir yang mempunyai pori sehingga bisa menyimpan air tanah yang bersifat Tawar. Berdasarkan interpretasi nilai resistivitasnya, air yang tersimpan di lapisan batuan Tufa/Pasir ini bersifat tawar. Dengan demikian lapisan Tufa/Pasir ini sudah bisa diharapkan sebagai lapisan Aquifer Dalam dengan potensi produktivitas sedang. Lapisan ini mempunyai nilai resistivity 12,0 – 30,6 Ωm dan terekam pada kedalaman 70 – 170 meter (tebal sekitar 100 meter) (**Gambar 5**).
- Dengan melihat kondisi batuan dan kedalaman lapisan aquifer air tawar di sekitar lokasi Line GL_01 di pemukiman penduduk Kelurahan Bulurokeng Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar ini memungkinkan untuk dilakukan pemboran sumur bor dengan lokasi dan posisi pemboran pada titik GL_01 atau pada radius 30 meter dari titik GL_01 dengan kedalaman sumur bor 170 meter dengan lapisan prospek produktivitas air tanah yang bersifat sedang secara umum berada pada kedalaman antara 70 – 170 meter (tebal sekitar 100 meter) (**Gambar 5**).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan interpretasi penampang resistivity geolistrik yang telah dilakukan di Kelurahan Bulurokeng Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Lapisan tanah yang berfungsi sebagai pembawa air (akuifer) yang bersifat tawar yaitu batuan Tufa/Pasir yang berbutir halus – kasar (lapili), lapisan tersebut yang berpotensi menghasilkan air tanah dengan debit yang cukup dengan alapisan akuifer produktivitas sedang.
- Titik rekomendasi pengeboran dari setiap titik pengukuran geolistrik sebaiknya di lakukan pada titik pengukuran atau pada radius 30 meter dari titik pengukuran geolistrik.
- Berdasarkan ketebalan dan kemiringan lapisan akuifer, nilai porositas serta sifat akuifer dari lapisan batuan Tufa dan Pasir/Lempung yang merupakan lapisan akuifer di daerah tersebut, maka diharapkan sumur bor ini dengan konstruksi casing 5 inchi dengan lubang hasil pemboran 6 inchi pada lokasi sekitar titik duga geolistrik dengan produktifitas kecil sampai sedang secara umum dapat menghasilkan debit sumur sekitar 0,65 liter per detik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada team yang membantu dalam kegiatan pengukuran geolistrik resistivitas air tanah. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar bantuan dan kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasrianto., Raivel., & Samanlangi, A.I. (2022). *Model Profil Endapan Nikel Laterit Berdasarkan Metode Geolistrik Resistivitas Daerah Sorowako Sulawesi Selatan*. Minetech, vol. 1 no. 2, Hal. 139 – 151.
- Hasrianto., Imran,A., & Theo, A.M.M. (2023). *Identifikasi Sebaran Intrusi Air Laut Berdasarkan Peta Iso Resistivitas Metode Geolistrik Kota Makassar*. Amata, vol. 4 no. 1, Hal. 52 – 57.



- Loke, M.H. (2001). *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys*. Malaysia: Geotomo Software.
- Mori & Kyotoka, (1999). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Ramli, M., Aryanti, V.A., Nur, I., Thamrin, M. & Widodo, S. (2018). *Survei Geolistrik untuk Pengembangan Irigasi Air Tanah di Kelurahan Lamatti Rilau - Sinjai, Sulawesi Selatan*, J. TEPAT Teknol. Terap. untuk Pengabd. Masy., vol. 1, pp. 137–146.
- Santoso, D. (2002). *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: ITB, 2002.
- Sheriff, R. (1986). *Prospecting Geophysical Method*. London: Cambridge University Press.
- Sukanto, R. (1982). *Geologi Ujung pandang, Benteng dan Sinjai*, Sekala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., & Keys, D.A. (1990). *Applied Geophysic*. Cambridge University Press, London.
- Todd, D. (1995). *Grounwater Hydrology, Associate Professor of Civil Enginnering*. California University.