

Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik di Desa Wolonmaget Nusa Tenggara Timur

Yayu Sriwahyuni Hamzah¹⁾, Sebastianus Priambodo²⁾

^{1,2)} Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Sunan Giri Surabaya
Jalan Brigjen Katamso II Waru Sidoarjo; Telp. 031-8537051
Email: yayu.sriwhy@gmail.com

Abstrak

Air merupakan salahsatu sumber yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Melihat fakta tersebut maka dianggap penting untuk mengetahui kondisi geologi dan hidrologi guna mengetahui lapisan akuifer pembawa aliran air. Untuk itu metode penelitian yang dianggap tepat adalah dengan menggunakan metode pendugaa geolistrik. Tujuan penelitian ini memberikan gambaran terkait informasi penyebaran terhadap lapisan batuan dan letak lapisan pada batuan yang memiliki fungsi akuifer yaitu lapisan pembawa air di area Kampung Wolonmaget Desa Wolonmaget Kecamatan Alok Barat Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur. Jenis penelitian ini adalah field research (penelitian lapangan/ in situ test). Penelitian ini menggunakan data kuantitatif dengan pengambilan data atau sample uji secara langsung di lapangan sebanyak 3 (tiga) titik pengamatan yaitu: GL1, GL2, GL3. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daerah yang diteliti melalui Penyelidikan geolistrik mampu memberikan terkait gambaran mengenai kondisi lapisan bebatuan secara lateral maupun vertikal, di mana keadaan hidrologi di area penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem akuifer setempat adalah akuifer yang produktif, dengan batuan yang diharapkan dapat berfungsi sebagai akuifer, yaitu pasir tuffaan. Hasil yang diperoleh pada penyelidikan pendugaa geolistrik, dapat dilihat bahwa lapisan akuifer, yaitu GL.01 pada kedalaman 73.66 - 200.000 m dengan tebal 138.36 m; GL.02 pada kedalaman 61.64 - 200.000 m dengan tebal 138.36 m; GL.03 pada kedalaman 61.22 - 200.000 m dengan tebal 138.78 m.

Kata kunci: geolistrik; resistivitas; batuan; air tanah

Abstract

Water is one of the most essential resources for human life. Given this fact, understanding geological and hydrological conditions is considered important to identify aquifer layers that carry water flow. Therefore, the appropriate research method is the geoelectrical survey method. The purpose of this study is to provide information about the distribution of rock layers and the location of rock layers that function as aquifers—water-bearing layers—in Kampung Wolonmaget, Wolonmaget Village, Alok Barat Subdistrict, Sikka Regency, East Nusa Tenggara. This type of research is field research (in situ test). This study uses quantitative data, collected directly in the field at three observation points: GL1, GL2, and GL3. The results of this study indicate that the area investigated through geoelectrical surveys can provide an overview of the rock layer conditions both laterally and vertically. The hydrological conditions in the study area show that the local aquifer system is productive, with tuffaceous sand expected to function as an aquifer. The results obtained from the geoelectrical survey show the aquifer layers as follows: GL.01 at a depth of 73.66–200.000 m with a thickness of 138.36 m; GL.02 at a depth of 61.64–200.000 m with a thickness of 138.36 m; GL.03 at a depth of 61.22–200.000 m with a thickness of 138.78 m.

Keywords: geoelectric; resistivity; rock; groundwater



Copyright © 2024 The Author(s)

This is an open access article under the [CC -NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

1. PENDAHULUAN

Air yang terletak di bawah lapisan permukaan bumi dapat di definisikan sebagai air tanah. Dimana air tanah dapat ditemukan di dalam celah-celah dan ruang pori-pori pada lapisan tanah maupun batuan. Melalui proses

hidrologi, air tanah dapat dihasilkan. Terjadinya proses hidrologi diawali dengan adanya air hujan yang mengalami resapan pada permukaan tanah dan selanjutnya bergerak melewati lapisan-lapisan di bawah permukaan melalui celah atau pori-pori tanah maupun batuan. Air

tanah yang tersimpan dan dapat bergerak pada lapisan-lapisan tanah disebut sebagai akuifer. (Tood D.K. & Mays L.W., 2005).

Bentuk butiran, ukuran butir, susunan butir, sistem pemadatan, dan sedimentasi mempengaruhi material batuan penyusun lapisan tanah selama proses terbentuknya air tanah. Secara bebas air permukaan yang telah terserap ke dalam lapisan tanah akan mengisi pori-pori dan celah-celah dan pori-pori dengan bebas.

Tidak hanya deskripsi vertikal penyebaran air tanah, tetapi juga informasi horizontal yang dapat diperoleh melalui berbagai penyebaran formasi geologinya yang berfungsi sebagai akuifer. Sifat batuan, terutama tingkat porositas dan permeabilitas, memengaruhi kondisi lapisan akuifer. Lapisan yang kedap terhadap air (impemeable), merupakan lapisan batuan yang memiliki kemampuan untuk menyimpan air di tanah tetapi tidak memiliki kemampuan untuk mengalirkan air. Lapisan batuan juga dapat berfungsi sebagai pembawa air (permeable) disebut akuifer.

Air adalah kebutuhan yang sangat penting terutama dalam menunjang kehidupan umat manusia, baik untuk memenuhi kebutuhan keseharian manusia, peternakan, pertanian/perkebunan dan perindustrian. Karena ketersediaan air sangat terbatas, kebutuhan akan air terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan terhadap populasi manusia serta kemajuan ekonomi.

Berdasarkan fakta tersebut, untuk memahami kondisi geologi dan hidrologi, diperlukan sebuah studi yang menggunakan metode yang dapat menganalisis kondisi lapisan batuan, termasuk jenis, sifat, dan sebarannya. Dalam hal ini, metode pendugaan geolistrik digunakan.

Pendugaan geolistrik memiliki tujuan untuk memberikan informasi terhadap distribusi lapisan pada batuan termasuk mengidentifikasi keberadaan terhadap lapisan yang memiliki fungsi sebagai lapisan akuifer pembawa aliran air. Hasil dari pendugaan geolistrik secara langsung akan mampu memberikan pemahaman secara umum tentang kondisi lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan, termasuk ketebalan, kedalaman, dan sebarannya. Informasi ini nantinya akan sangat membantu dalam upaya merencanakan

pembangunan sistem penyediaan air bersih di lokasi yang sedang diselidiki.

2. METODE

Bahan dan Alat

Pendugaan geolistrik dilakukan di Kampung Wolonmaget, Desa Wolonmaget, Kecamatan Alok Barat, Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur, dan menghasilkan tiga titik pengukuran geolistrik sebagai berikut:

Tabel 1.
Titik Duga Geolistrik

Titik Duga Geolistrik	S	E	Elv. (mdpl)
GL 1	08° 36' 59.50"	122° 11' 22.67"	80
GL 2	08° 36' 59.32"	122° 11' 22.83"	79
GL 3	08° 36' 59.99"	122° 11' 23.52"	80



Gambar 1.

Sketsa Lokasi Pendugaan Geolistrik

Alat yang digunakan meliputi satu set peralatan geolistrik yang merupakan buatan lokal, yang terdiri dari:

- Resistivimeter GSR code G.001
- Arus Elektroda (2 buah)
- Potensial Elektroda (2 buah)
- Kabel arus elektroda 500 meter (2 buah)
- Kabel arus potensial 100 meter
- Palu (3 buah)
- Global Positioning System/GPS
- Accu.
- Alat penunjang lainnya

Metode resistivitas yang digunakan dalam penelitian ini merupakan salah satu teknik geolistrik yang dapat digunakan untuk menentukan sifat-sifat resistivitas lapisan pada batuan dibawah permukaan bumi (Manrulu dan Nurfalaq, 2017).

Metode dasar ini terdiri dari dua elektroda arus yang mengalir arus listrik ke dalam tanah, kemudian menghitung distribusi potensial yang

dihasilkan. Resistivitas batuan bawah permukaan dapat dihitung dengan menghitung jumlah arus yang mengalir melalui elektroda dan besarnya potensial yang terbentuk.

Jarak antara elektroda potensial dan elektroda arus harus diperbesar secara bertahap untuk menganalisis struktur bagian bawah permukaan yang terletak dikedalaman. Efek penembusan arus ke bawah meningkat dengan jarak antar elektroda, sehingga sifat-sifat fisis batuan yang lebih dalam dapat diidentifikasi. Homogeneitas batuan, kandungan mineral, porositas, permeabilitas, dan kadar air adalah beberapa faktor yang memengaruhi pengukuran resistivitas batuan. Setelah analisis, hasil pengukuran digabungkan dengan data geologi guna memberikan berbagai informasi yang lebih akurat terkait kondisi geologi bawah permukaan wilayah penelitian.

Nilai resistivitas pada material atau batuan tidak selamanya seragam. Batuan dari jenis yang sama tidak selalu memiliki nilai resistivitas yang tidak berbeda atau sebaliknya, nilai resistivitas yang serupa dapat ditemukan pada berbagai jenis batuan. Tabel 2. menunjukkan nilai resistivitas berbagai material batuan bumi.

Metode geolistrik meliputi berbagai konfigurasi, di antaranya konfigurasi Wenner, Schlumberger, Wenner-Schlumberger, Dipole-dipole, dan Pole-Dipole dan Pole-pole

Tabel 2.
Menunjukkan Nilai Resistivitas untuk Beberapa Bahan

Jenis Material	Resistivitas (Ωm)
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
Lempur	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
Serpit mengandung granit	0,5 – 5
Serpit lempung selingan	100 - 300
Serpit	300 - 3000
Gneis, granit selingan	100 - 1000
Granit	1000 - 10000

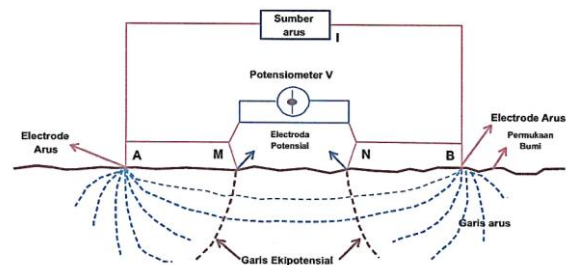
Nilai tahanan geolistrik didasarkan pada sifat fisik bebatuan terhadap arus listrik. Usia

batuan, kepadatan, elektrolit permeabilitas, porositas serta jumlah mineral yang dikandung menjadi faktor-faktor yang menentukan nilai tahanan pada setiap jenis batuan.

Menurut penjelasan diatas, akan terjadi perbedaan potensial antara dua elektroda arus jika arus listrik yang searah mengalir melalui elektroda A dan elektroda B.

Perbedaan potensial ini selanjutnya diukur oleh alat penerima (*receiver*) dalam satuan milli/volt.

Didalam penyelidikan ini, konfigurasi elektroda Schlumberger digunakan, di mana kedua elektroda potensial MN selalu berada di antara dua elektroda arus, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.
Konfigurasi Elektroda Schlumberger

Pada setiap pengukuran sebaiknya elektroda arus AB dipindahkan pada jarak-jarak yang telah ditetapkan dalam pengujian. Di sisi lain, elektroda potensial MN dapat diatur ke jarak yang telah ditetapkan, dengan persyaratan bahwa jarak MN / 2. harus sama atau lebih besar dari 1/5 jarak AB/2.

Hukum OHM yang dipakai dalam penyelidikan geolistrik untuk menghitung harga tahanan jenis semu harus dikalikan dengan faktor jarak, atau K-Faktor, karena jarak elektroda selalu berubah setiap kali pengukuran.

Untuk menghitung harga terhadap tahanan jenis semu adalah:

$$\rho_a = \frac{\pi}{2(MN)} \left[\left(\frac{AB}{2} \right)^2 - \left(\frac{MN}{2} \right)^2 \right] \frac{\Delta V}{I}$$

dapat ditulis juga sebagai:

dimana :

ρ^a = Tahanan jenis semu

K = Konstanta faktor geometrik

$$(K = \pi \cdot \{ (AB/2)^2 - (MN/2)^2 \} / MN)$$

AV = Beda potensial yang diukur (Volt)

I = Besar arus yang digunakan (Ampere)

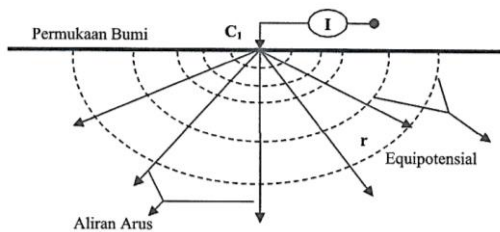
AB = Jarak electrode arus AB (Meter)

MIN = Jarak elektroda potensial MN (Meter)

Arus mengalir akan tersebar merata di setiap arah ketika titik elektroda arus (C1) berada di permukaan medium yang isotropis dan homogen. Arus ini akan menghasilkan medan ekuipotensial yang memiliki jarak tertentu (r). Saat arus yang mengalir dibawah permukaan, medan equipotential yang setengah bola terbentuk karena konduktivitas udara nol.

Arus tunggal yang mengalir pada permukaan medium homogeny isotropis adalah :

$$I = -2\pi r^2 \sigma \nabla V$$



Gambar 3.

Aliran Arus Tunggal Pada Medium Homogen Isotropis

Metode penelitian

Dalam penelitian ini kategori field research/in situ test) dimana penelitian ini akan selalu mempelajari fenomena di lingkungan alaminya. Data primer yang dikumpulkan berasal langsung dari lapangan, sehingga data yang diperoleh benar-benar mencerminkan terhadap realitas fenomena yang benar terjadi di lokasi penelitian tersebut. Penelitian ini mengandalkan data kuantitatif dengan pengambilan sampel langsung di lapangan pada tiga titik pengamatan, yaitu: GL1, GL2, dan GL3.

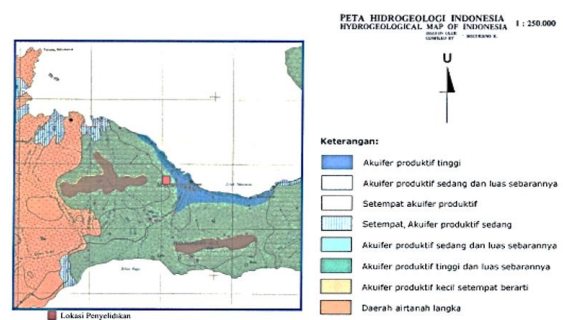
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam tinjauan geologi secara lateral maupun vertikal, adapun satuan batuan yang digunakan dapat menyusun daerah penelitian

yaitu: Tufa pasiran berselang-seling dengan tufa breksi batu apung. Kelulusan sedang sampai tinggi.

Sehubungan dengan kondisi hidrogeologi / keberadaan muka air tanah dan geologi regional di wilayah penelitian, dimana dapat berkaitan pula dengan keadaan batuan yang dapat terbentuk di sekitarnya. Kondisi hidrogeologi ini biasanya terkait erat dengan alur sistem akuifer produktif setempat.

Akuifer dengan kontinuitas yang bervariasi; pada umumnya, air tanah tidak dimanfaatkan karena kedalaman muka air tanah yang cukup dalam.



Gambar 4.

Peta Hidrogeologi Daerah Penyelidikan dan Sekitarnya

Siklus hidrologi mencakup proses evaporasi, evapotranspirasi, dan kondensasi, dan merupakan bagian penting dari pembentukan air tanah.



Gambar 5.

Daur Hidrologi

Dalam konteks kualitas air tanah, air (H₂O) yang diteliti tidak selalu murni; bahkan air hujan pun tidak lagi sepenuhnya murni seperti yang pernah diyakini. Saat ini, air permukaan dan air tanah berisi berbagai gas dan zat padat terlarut.

Kualitas maupun kuantitas zat-zat terlarut ini bergantung pada faktor-faktor alam, seperti geologi, serta faktor lain seperti lingkungan, aktivitas manusia, yang secara bertahap mengubah komposisi air melalui interaksi dengan unsur-unsur tersebut.

Untuk mengetahui kualitas air yang akan dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari manusia, seperti air minum, industri, dan pertanian, yang perlu diuji terlebih dahulu. Pengujian kualitas air umumnya mencakup

aspek kimia, fisika, biologi, dan radiologi. Kualitas air yang dibutuhkan untuk air minum dapat berbeda dari yang dibutuhkan untuk air tambak dan tujuan lain. Oleh karena itu, hasil pengujian dibandingkan dengan standar yang digunakan dan disesuaikan dengan persyaratan.

Batuan dapat dibagi menjadi jenis berdasarkan cara mereka memperlakukan air tanah (menyimpan dan meloloskan air):

1. Akuifer

Lapisan batuan yang dapat mengalirkan air serta menyimpan air dalam jumlah besar dalam lingkungan alami di sebut sebagai akuifer. Batuan yang membentuk akuifer ini memiliki sifat permeabel, sehingga memungkinkan air mengalir melalui pori-porinya. Contoh Pasir, kerikil, batu pasir, dan batu gamping yang memiliki retakan atau lubang adalah contoh batuan permeabel.

2. Akuiklud (aquiclude)

Meskipun mampu menyimpan air dalam jumlah besar, lapisan batuan yang disebut akuiklud tidak dapat mengalirkannya. Contoh batuan yang termasuk dalam akuiklud adalah shale, lempung, silt, tuf halus, dan berbagai jenis batuan dengan struktur yang mirip dengan clay/lempung.

3. Aquifuq (aquifuge)

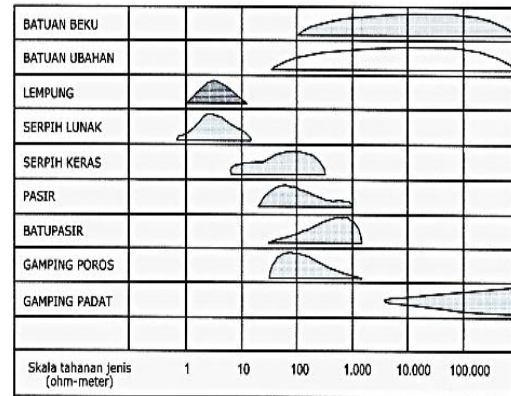
Aquifuq adalah lapisan pada batuan yang tidak memiliki kemampuan untuk menyimpan air atau mengalir. Granit dan batuan dengan struktur kompak dan padat adalah beberapa contoh batuan ini.

4. Akuitar

Akuitar merupakan lapisan atau formasi batuan yang memiliki kemampuan menyimpan air dan dapat mengalirkan air dalam jumlah yang tidak besar.

Untuk pengamatan padakorelasi tahanan jenis maka diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3.
Korelasi antara Jenis Tahanan



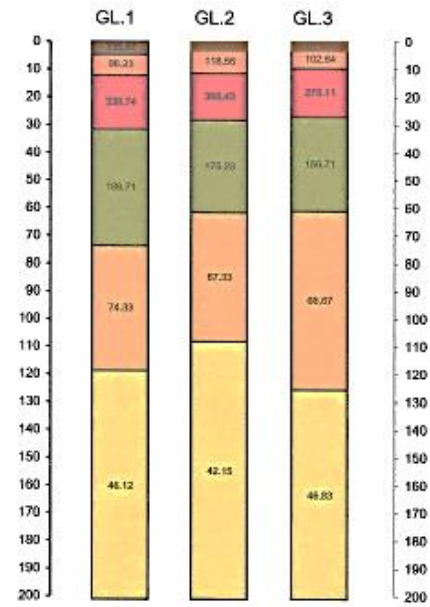
Diperoleh hasil dari lokasi penelitian bahwa nilai resistivitas antara 42 dan 368 ohm-meter. Nilai ini diperoleh dari hasilintreprestasi pendugaan geolistrik bersama dengan data hidrogeologi lokal serta data geologi.

Bergantung pada rentang harga tahanan jenis ini, biasanya dapat dikelompokkan berdasarkan perbedaan yang kontras terhadap nilainya, yaitu:

Tabel 4.
Tahanan Jenis pada Lokasi Penelitian

Tahanan Jenis	Perkiraan Litologi	Perkiraan Hidrologi
20 - 50	Pasir Tufaan.	Akuifer
50 - 80	Tufa Pasiran.	Akuitar
130 - 200	Tufa Breksi.	
200 >	Breksi.	

Untuk memberikan gambaran yang jelas terkait kondisi pada lapisan batuan yang berada di bawah permukaan secara vertikal, maka dapat digunakan informasi dari gambar penampang vertikal. Dimana pada gambar penampang vertikal ini mampu menunjukkan tahanan jenis pada setiap titik pengukuran geolistrik.



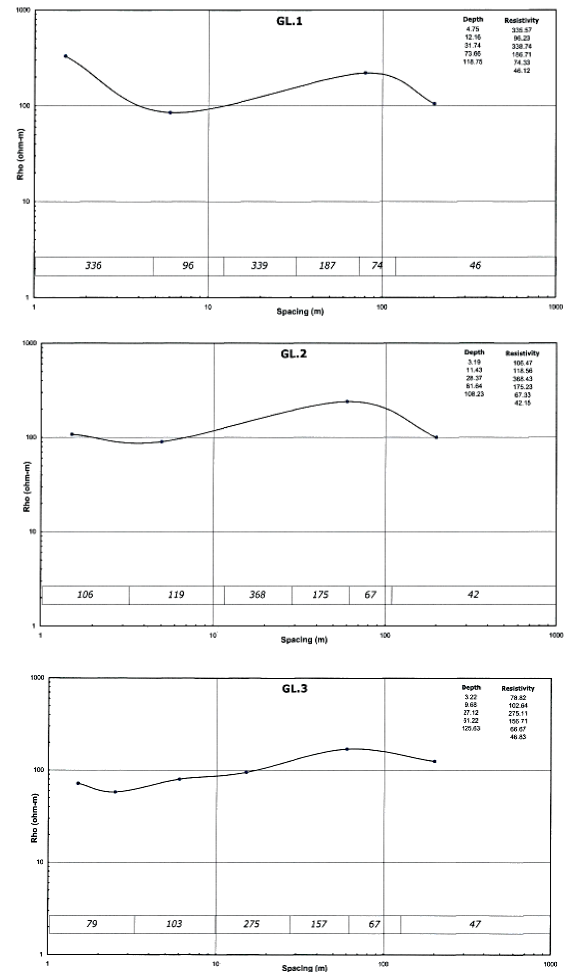
Keterangan:



Gambar 6.
Penampang Tegak Tahanan Jenis

Tabel 5.
Hasil Korelasi antara Hasil Penafsiran,
Perkiraan Litologi dan Perkiraan Hidrogeologi
di Lokasi Penelitian

Titik duga	Lapisan	Hasil Penafsiran		Perkiraan Litologi	Perkiraan Hidrogeologi
		Kedalaman	Tahanan Jenis		
GL.1	1	0.00 - 4.75	333.57	Tanah tertutup	
	2	4.75 - 12.16	96.23	Tufa	
	3	12.16 - 31.74	338.74	Breksi	
	4	31.74 - 73.66	186.71	Tufa breksi	
	5	73.66 - 118.75	74.33	Tufa pasir	Akuitar
6188	5	~46.	2	pasir tufaan akuifer	
GL.2	1	0.00 - 3.19	106.47	Tanah tertutup	
	2	3.19 - 11.43	118.56	Tufa breksi	
	3	11.43 - 28.37	368.43	Breksi	
	4	28.37 - 61.64	175.23	Tufa Breksi	
	5	61.64 - 108.23	57.33	Tufa pasir	Akuitar
6108	3	~42.	5	pasir tufaan akuifer	
GL.3	1	0.00 - 3.22	78.82	Tanah tertutup	
	2	3.22 - 9.68	102.64	Tufa	
	3	9.68 - 27.12	276.11	Breksi	
	4	27.12 - 61.22	156.71	Tufa breksi	
	5	61.22 - 125.63	66.67	Tufa pasir	Akuitar
6125	3	~46.	3	pasir tufaan akuifer	



Gambar 7.
Interpretasi Kedalaman dan Resistensi

4. SIMPULAN

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi lapisan batuan secara lateral dan vertikal dapat digambarkan melalui analisis geolistrik.
2. Kondisi hidrologi di wilayah penyelidikan dimasukkan ke dalam sistem akuifer produktif di daerah tersebut.
3. Hasil Batuan yang dianggap dapat berfungsi penyelidikan geolistrik menunjukkan bahwa lapisan akuifer terdiri dari:

- Titik duga (GL.1) memiliki kedalaman antara 73.66 – 200.00 m dengan tebal 126.34 m
- Titik duga (GL.2) memiliki kedalaman 61.64 – 200.00 m dengan tebal 138.36 m
- Titik duga (GL.3) memiliki kedalaman 61.22 – 200.00 m dengan tebal 138.78m

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada LPPM Unsuri Surabaya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Heath, B. R. C., (1982), Basic Ground-Water Hydrology, 4th Ed., North Carolina: USGS.
- Manrulu, R. H., & Nurfalaq, A. (2017). Metode Geofisika (Teori dan Aplikasi). Palopo: UNCP Press.
- Muhardia, Perdhanaa R.,Nasharuddin, (2019), Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara), Prisma Fisika, Vol. 7, No. 3 , Hal. 331 – 336, <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpfu/article/viewFile/39441/pdf>
- Tood, D. K. and Mays, L. W., (2005), Groundwater Hydrogeology, 3rd Ed., California: USGS
- Wahyudi A., Azwar A., Muhardi (2021), Penggunaan Metode Geolistrik Resistivitas untuk Identifikasi Lapisan Bawah Permukaan Daerah Gunung Tujuh Kabupaten Kayong Utara, Jurnal Fisika Unand (JFU)Vol. 10, No. 1, Januari 2021, hal.62 – 69, <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/589/512>