

IDENTIFIKASI ZONA AKUIFER MENGGUNAKAN METODE RESISTIVITAS-DC DI DAERAH KIPAS LAVA PEGUNUNGAN MALABAR KABUPATEN BANDUNG JAWA-BARAT

ASEP HARJA ¹ *, BERLIANA AYU APRILIA ², KUSNAHADI SUSANTO, DINI FITRIANI ¹

¹*Departemen Geofisika FMIPA, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor 45363, Sumedang, Jawa Barat*

²*Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor 45363, Sumedang, Jawa Barat*

*email : a.harja@unpad.ac.id

Abstrak. Daerah Haruman memiliki kondisi air yang cukup melimpah saat musim hujan maupun musim kemarau yang ditandai dengan perkebunan yang cukup subur. Maka dari itu, dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi zona akuifer berdasarkan persebaran nilai resistivitas batuan. Selain itu, untuk melihat kemenerusan akuifer dilakukan pengukuran saat musim hujan. Metode yang digunakan adalah metode resistivitas DC dengan konfigurasi Schlumberger. Hasil penelitian telah menunjukkan terdapat tiga lapisan di daerah penelitian, yaitu lapisan akuiklud, akuifer, dan akuifug. Lapisan yang memiliki nilai resistivitas rendah dibawah 20 Ωm yang diidentifikasi sebagai lapisan akuiklud. Lapisan ini mampu menyimpan air tetapi tidak dapat meloloskan air. Lapisan batuan dengan nilai resistivitas pada rentang 20 Ωm – 100 Ωm merupakan kelompok batuan resistivitas menengah yang diidentifikasi sebagai akuifer yang bersifat permeable. Lapisan batuan yang memiliki nilai resistivitas di atas 100 Ωm diindikasikan sebagai batuan breksi vulkanik yang bersifat akuifug atau tidak dapat menyimpan maupun meloloskan air (impermeable). Dengan tidak adanya lapisan akuifug di atas lapisan akuifer, maka diperkirakan akuifer pada daerah penelitian merupakan akuifer dangkal yang bersifat bebas (Unconfined Aquifer) dengan kedalaman kurang dari 40 meter.

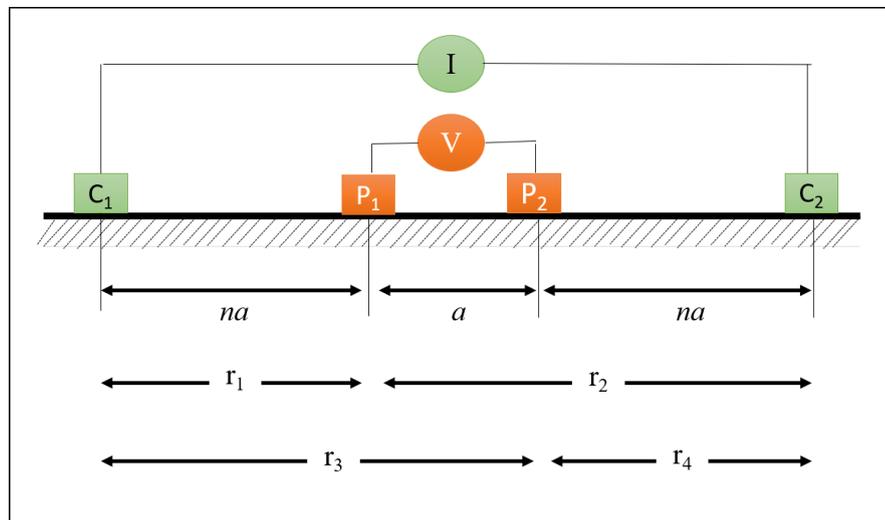
Kata kunci: metode geolistrik, resistivitas, akuifer

Abstract. Haruman area have abundant water conditions during rainy or dry seasons which are marked by fertile estate. Therefore, this research aims to identify the aquifer zone based on the distribution of rock resistivity. In addition, to see the continuity of aquifer, measurements were made during rainy seasons too. The method used in this research is geoelectric resistivity method with Schlumberger configuration. The results of the study have shown that there are three layers in the study area, namely aquiklud, aquifer, and aquiklud layers. Layers which have low resistivity value less than 20 Ωm are identified as aquiclude layers. This layer is able to keep water but can not allow the water. Layers that have resistivity values with range 20 Ωm – 100 Ωm identified as aquifer. Layers that have resistivity values above 100 Ωm identified as volcanic breccia that can not slip off the water (impermeable). Based on interpretation data, it is estimated that the aquifer in this area is shallow unconfined aquifer with a depth of aquifer is 40 meters.

Keywords: geoelectrical method, resistivity, aquifer

1. Pendahuluan

Air tanah merupakan air yang berada dan tersimpan di dalam tanah. Kedalaman setiap air tanah di setiap tempat berbeda-beda tergantung kedudukan lapisan air tanah tersebut. Akuifer berada pada lapisan tanah yang bersifat *permeable* khususnya di pegunungan. Sebagian besar daerah pegunungan maupun perbukitan ditanami oleh perkebunan yang subur. Oleh karena itu, sebagian besar warga desa memanfaatkan air untuk kepentingan perkebunan. Kondisi air tanah yang melimpah dan mata air di musim kemarau menjadi hal yang menarik dijadikan penelitian dalam bidang hidrologi maka untuk memperoleh kondisi air tanah di suatu daerah dilakukan pengukuran resistivitas yang dikorelasikan antara batuan dengan air pada daerah penelitian.



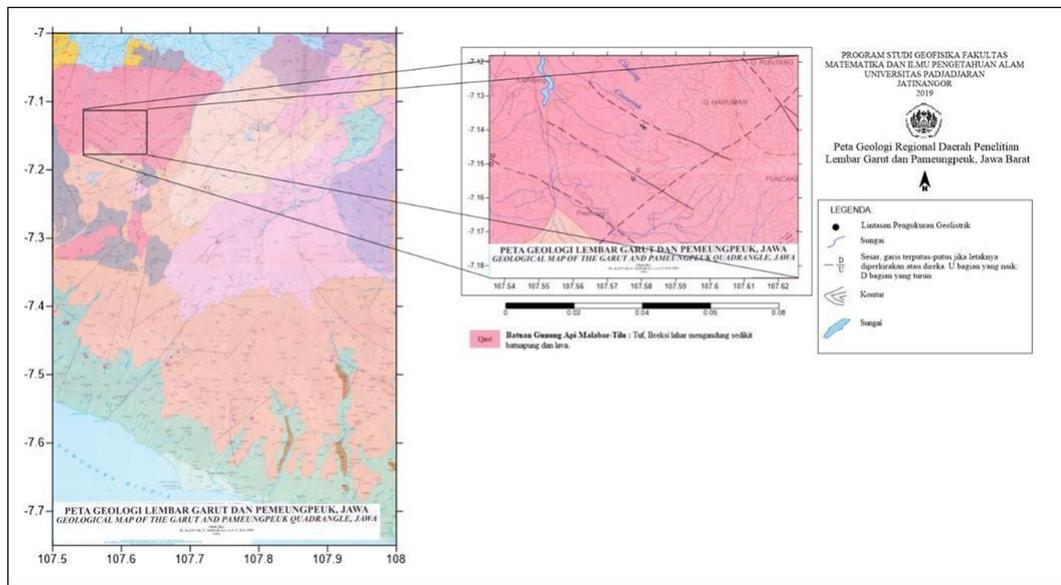
Gambar 1. Susunan Konfigurasi Schlumberger

Survey awal dibutuhkan untuk mengetahui kondisi lapisan tanah bawah permukaan begitu pun untuk pendugaan adanya lapisan akuifer. Metode geofisika yang banyak digunakan untuk survey struktur dangkal yang terkait dengan penentuan bidang gelincir [1], untuk mendapatkan lapisan tanah keras [2] dan lapisan akuifer adalah metode resistivitas [3, 4, 5]. Dari beberapa metode resistivitas yang sudah banyak digunakan untuk mengidentifikasi akuifer dan struktur bawah permukaan, metode Resistivitas DC sudah menunjukkan hasil yang baik dalam pendugaan lapisan akuifer dan batuan dilihat dari distribusi nilai resistivitasnya [6, 7, 8]. Metode resistivitas DC *sounding* dapat digunakan untuk menentukan sebaran nilai resistivitas terhadap kedalaman sedangkan metode resistivitas DC *mapping* mempunyai resolusi lateral yang bagus. Konfigurasi *schlumberger* merupakan salah satu metode resistivitas DC yang cocok untuk pendugaan kedalaman lapisan akuifer beserta ketebalannya. Konfigurasi *schlumberger* dilakukan dengan menempatkan elektroda arus dan elektroda potensial di tanah. Elektroda arus berpindah secara bertahap sedangkan elektroda potensial berada di tempat yang tetap (Gambar 1). Hasil yang didapat berupa nilai resistivitas semu yang kemudian diolah menjadi nilai resistivitas sebenarnya. Kedalaman yang dihasilkan dipengaruhi oleh besarnya panjang lintasan yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai resistivitas bawah permukaan dan memprediksi kedalaman akuifer daerah penelitian sehingga dapat berguna bagi masyarakat sekitar.

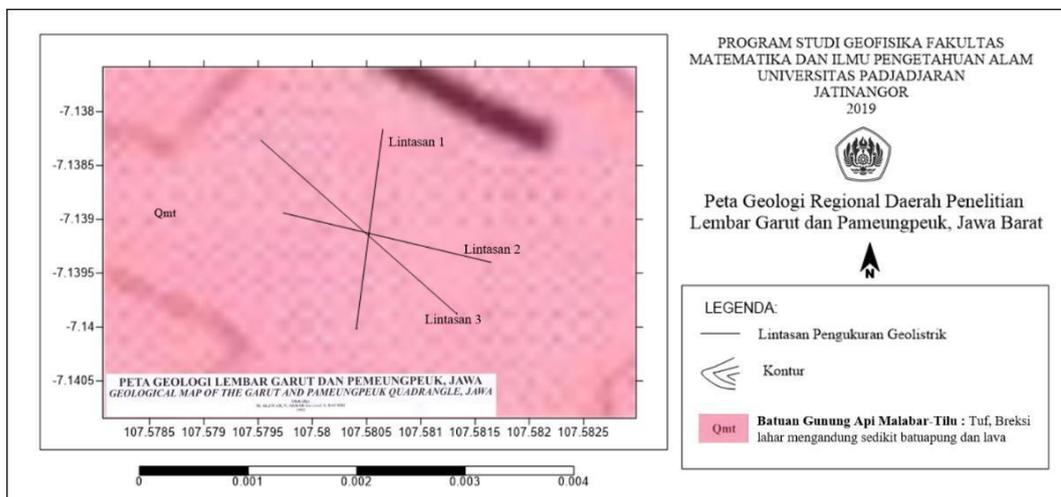
2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus dan bulan Desember 2019. Lokasi penelitian terletak di kaki Gunung Haruman, tepatnya di Desa Cimulek, Kecamatan

Cimaung, Kabupaten Bandung (Gambar 2). Secara geografis, lokasi penelitian terletak pada koordinat $7^{\circ}8'20.661''$ LS ; $107^{\circ}34'49.908''$ BT dengan ketinggian 1300 – 1400 meter di atas permukaan laut.



Gambar 2. Geologi Daerah Penelitian



Gambar 3. Lintasan Pengukuran Geolistrik

Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan, yaitu akuisisi data, pengolahan data, dan interpretasi data. Akuisisi data menggunakan alat-alat diantaranya, Global Position System (GPS), meteran, AGI Supersting R8 Box, dan 28 elektroda. Akuisisi data menggunakan tiga buah lintasan dengan asumsi pada aliran arah akuifer diduga mengalir dari hulu gunung ke hilir gunung. Pengukuran di dua lintasan (lintasan 1 dan lintasan 2) dilakukan pada saat musim kemarau dan satu lintasan (lintasan 3) dilakukan pada saat musim hujan (Gambar 3). Lintasan 1 dan 2 memiliki panjang 210 meter dengan jarak antar elektroda setiap lintasan adalah 7,5 meter, sedangkan lintasan 3 memiliki panjang 270 meter dengan jarak antar elektroda adalah 10 meter. Penelitian ini menggunakan konfigurasi *schlumberger*.

Pengolahan data menggunakan perangkat lunak EarthImager 2D dengan jenis data yang *diinput* berupa data hasil akuisisi dengan format .stg dan data elevasi dengan format .trn. Interpretasi data dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah diperoleh. Hasil pengolahan berupa penampang lintasan 2D yang berisi informasi sebaran nilai resistivitas batuan bawah permukaan. Nilai resistivitas yang telah diperoleh akan dicocokkan dengan acuan nilai resistivitas batuan yang telah ditetapkan (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai Resistivitas Batuan [9]

No.	Material	Resistivitas (Ωm)
1.	Udara	~
2.	Pirit/ <i>Pyrit</i>	0.01 – 100
3.	Kwarsa/ <i>Quartz</i>	500 – 8×10^5
4.	Kalsit/ <i>Calcite</i>	1×10^{12} – 1×10^{13}
5.	Garam batu/ <i>Rock salt</i>	30 – 1×10^{13}
6.	Granit/ <i>Granite</i>	200 – 1×10^5
7.	Andesit/ <i>Andesite</i>	1.7×10^2 – 4.5×10^4
8.	Basal/ <i>Basalt</i>	10 – 1.3×10^7
9.	Batu gamping/ <i>Limestones</i>	500 – 1×10^4
10.	Batupasir/ <i>Sandstones</i>	200 – 8000
11.	Batu tulis/ <i>Shales</i>	20 – 2000
12.	Pasir/ <i>Sand</i>	1 – 1000
13.	Lempung/ <i>Clay</i>	1 – 100
14.	Air tanah/ <i>Ground water</i>	0.5 – 300
15.	Air laut/ <i>Sea water</i>	0.2
16.	Magnetit/ <i>Magnetite</i>	0.01 - 1000
17.	Kerikil kering/ <i>Dry gravel</i>	600 – 1000
18.	Aluvium/ <i>Alluvium</i>	10 – 800
19.	Kerikil/ <i>Gravel</i>	101 – 600

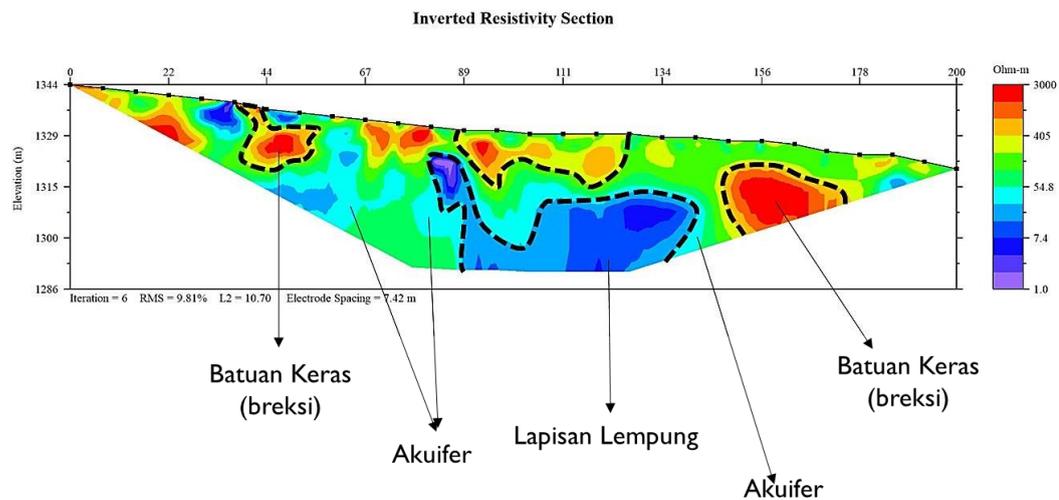
3. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengukuran dihitung dan dianalisis menggunakan permodelan inversi dengan menggunakan perangkat lunak EarthImager. Litologi lapisan bawah permukaan pada daerah penelitian dicocokkan dengan tabel referensi nilai resistivitas menurut Telford [9], lalu dikorelasikan dengan kondisi geologi daerah penelitian, dimana litologi daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Gunung Api Malabar-Tilu berupa batuan tufa dan batuan breksi vulkanik yang mengandung sedikit batuapung dan lava [7].

3.1. Lintasan 1

Pengukuran pada lintasan 1 (Gambar 4) mengarah dari arah barat ke timur. Lintasan 1 membentang sejauh 202,5 meter dari arah barat menuju timur dengan jarak antar elektroda sejauh 7,5 meter. Kondisi topografi dari titik *main unit* hingga titik

terakhir cenderung naik. Penampang persebaran resistivitas yang disertai dengan topografi ditunjukkan pada Gambar 4.1. Nilai *error* yang dihasilkan sebesar 9.81%. Persebaran nilai resistivitas dimulai dari 1 Ωm hingga 3000 Ωm . Kedalaman yang dicapai hingga 58 meter. Kondisi porositas batuan mempengaruhi besarnya nilai resistivitas batuan [3, 4, 6]. Semakin besar porositas batuan, maka semakin tinggi nilai resistivitas batuan tersebut.



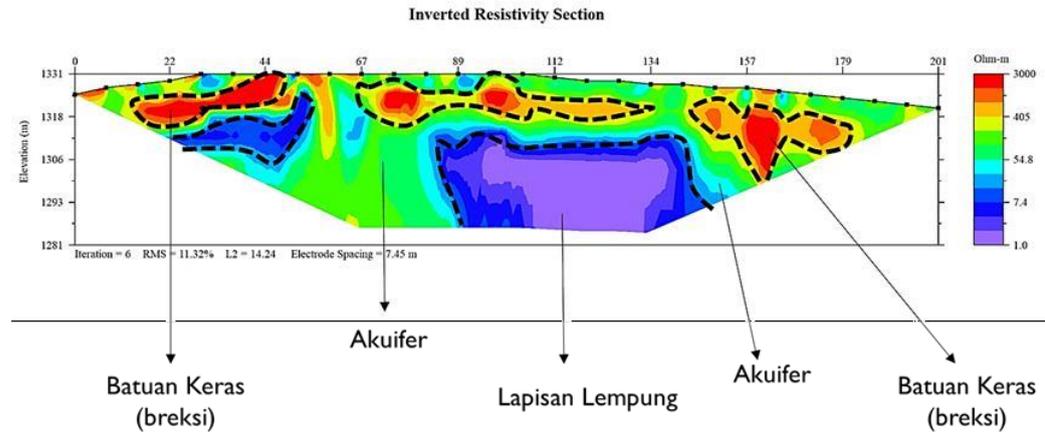
Gambar 4. Penampang Geolistrik Lintasan 1

Berdasarkan hasil penampang, nilai resistivitas dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Nilai resistivitas rendah berkisar antara 1,5 Ωm – 15 Ωm yang ditandai dengan warna ungu hingga biru tua. Nilai resistivitas rendah ini cukup tersebar pada kedalaman 13 meter – 50 meter yang berada pada jarak 90 meter – 150 meter. Nilai resistivitas rendah ini diduga sebagai batuan lempung yang menyimpan air tetapi tidak dapat meloloskan air (akuiklud). Batu lempung mempunyai nilai resistivitas sedang ditandai dengan warna biru muda dan hijau dengan nilai resistivitas pada rentang 20 Ωm – 80 Ωm . Nilai resistivitas sedang ini diduga merupakan lapisan batuan tufa kasar yang dapat meloloskan air dan bersifat *permeable*. Lapisan ini diduga merupakan lapisan akuifer. Pada penampang di atas hampir keseluruhan tersebar nilai resistivitas yang sedang yang menandakan bahwa letak akuifer di lintasan 1 memiliki potensi yang bagus. Kemudian terdapat nilai resistivitas yang tinggi ditandai dengan warna merah. Nilai resistivitas tinggi berada pada jarak 150,5 meter – 180 meter yang berada di kedalaman 6 meter – 23 meter. Nilai resistivitas tinggi diduga berupa batuan lava breksi yang terkubur didalam yang tidak dapat menyimpan dan tidak dapat meloloskan air (akuifug). Nilai resistivitas tinggi ini juga cukup tersebar di daerah sekitar permukaan di kedalaman sekitar 3 meter. Sesuai dengan kondisi di lapangan, memang banyak batuan breksi yang tersingkap.

3.2.Lintasan 2

Lintasan 2 membentang dari arah utara menuju selatan dengan memotong tepat di tengah lintasan 1 agar kedua data dapat dikorelasikan. Kondisi topografi di lintasan 2 cenderung naik kemudian turun dan sekitarnya terdapat perkebunan sayuran.

Nilai *error* yang dihasilkan sebesar 11,2%. Nilai resistivitas rendah berada pada rentang $1 \Omega\text{m} - 7 \Omega\text{m}$ yang ditandai dengan warna ungu hingga biru tua, nilai resistivitas sedang berada pada rentang $20 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$ yang ditandai dengan warna biru muda hingga hijau, dan nilai resistivitas tinggi berada pada rentang lebih dari $100 \Omega\text{m}$ yang ditandai dengan warna merah (Gambar 5).

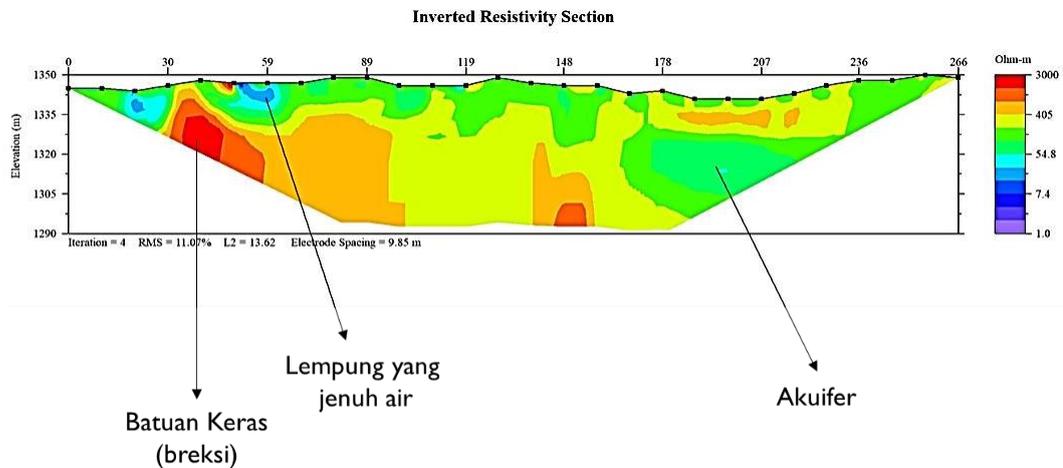


Gambar 5. Penampang Geolistrik Lintasan 2

Nilai resistivitas rendah berada pada jarak (90– 140) meter dengan kedalaman (22 – 50) meter. Nilai resistivitas rendah ini diduga merupakan lapisan batuan yang menjebak air tetapi tidak dapat meloloskan air (*impermeable*). Lapisan ini diduga merupakan lempung yang tersaturasi air. Nilai resistivitas sedang yang ditandai dengan warna biru muda hingga hijau berada tepat disekeliling lapisan yang memiliki nilai resistivitas rendah dan tersebar cukup merata. Nilai resistivitas sedang ini merupakan lapisan batuan tufa kasar yang bersifat *permeable*. Sedangkan daerah dengan nilai resistivitas tinggi yang berada pada jarak (20-46) m , (95-110) m, (22-136) m, dan (144-167) m yang ditandai dengan warna merah diindikasikan sebagai batu breksi vulkanik yang bersifat *impermeable* (tidak dapat meloloskan dan menyimpan air)

3.3. Lintasan 3

Lintasan 3 memotong lintasan 1 dan 2 secara diagonal dari arah tenggara menuju barat daya. Kondisi topografi daerah yang dilalui lintasan 3 cenderung menurun kemudian naik dengan keadaan sekitarnya berupa perkebunan sayuran seperti bawang daun dan pohon jeruk. Nilai *error* yang dihasilkan sebesar 11%. Topografi pada lintasan ini semakin tinggi ke arah tenggara dengan kondisi sekitar terdapat perkebunan jeruk dan sayuran. Nilai resistivitas dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu rendah, sedang, dan tinggi (Gambar 6). Nilai resistivitas rendah mempunyai nilai $1 \Omega\text{m} - 10 \Omega\text{m}$ yang ditandai dengan warna biru muda. Nilai resistivitas sedang mempunyai rentang nilai $15 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$ yang ditandai dengan warna hijau. Sedangkan nilai resistivitas tinggi mempunyai rentang nilai lebih dari $150 \Omega\text{m}$ yang ditandai dengan warna merah.

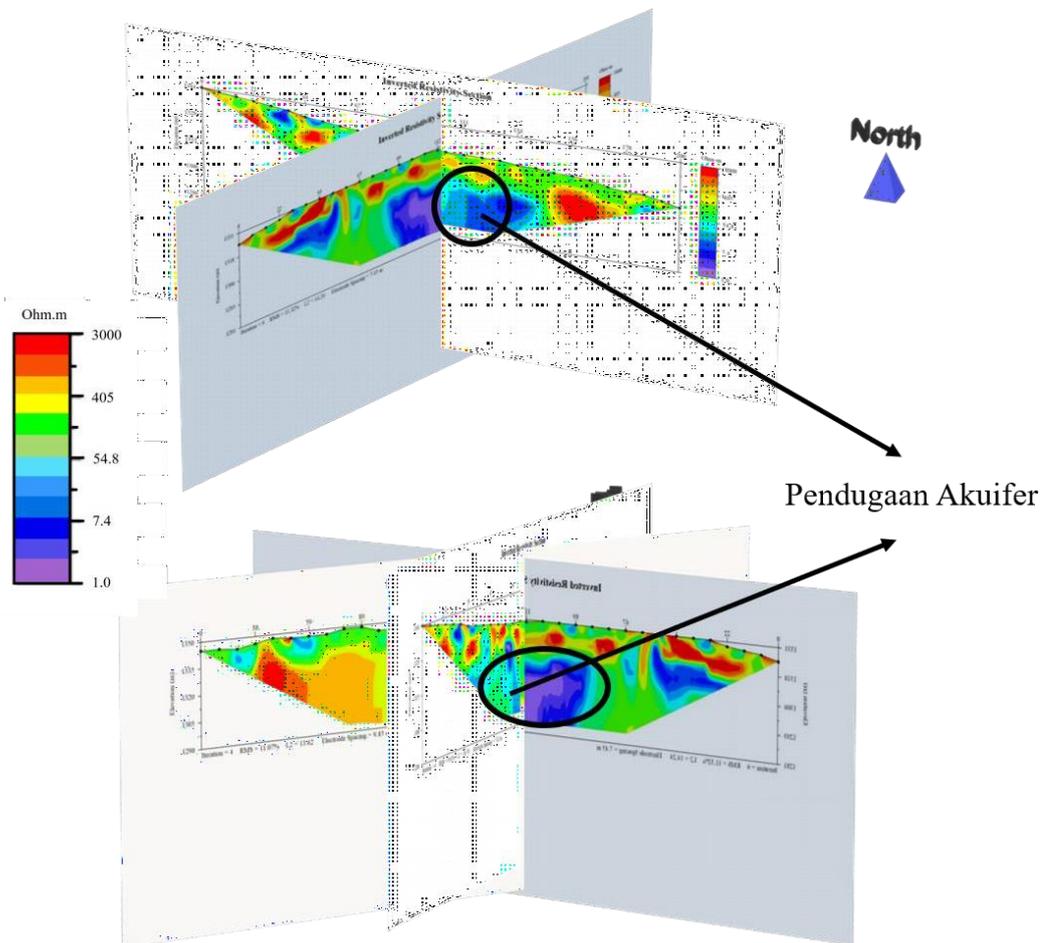


Gambar 6. Penampang Geolistrik Lintasan 3

Nilai resistivitas rendah diindikasikan sebagai lapisan lempung yang dapat menampung atau menahan air tetapi tidak dapat meloloskan air. Nilai resistivitas sedang berada di titik akhir pengukuran diduga merupakan lapisan akuifer yang cukup lebar. Nilai resistivitas besar diindikasikan merupakan batuan yang kompak berupa breksi. Batu breksi tersebut menahan permukaan tanah agar tanah tidak bergerak saat terjadi hujan dan sebagai penahan jalannya aliran akuifer.

3.4. Identifikasi Tipe Lapisan Akuifer

Peninjauan identifikasi lapisan akuifer didasarkan pada rentang nilai resistivitas batuan, jenis lapisan batuan, kedalaman, serta bagaimana sebaran nilai resistivitas tersebut. Berdasarkan hasil penampang (Gambar 7), akuifer cenderung berada di tengah dari setiap lintasan dan tidak terlalu menyebar ke segala arah. Batuan lempung menjadi tempat berkumpulnya air karena batuan tersebut bersifat sukar meloloskan air. Batuan tufa kasar merupakan lapisan akuifer yang dapat menyimpan dan menyekat air. Batuan breksi vulkanik berada di atas lapisan akuifer walaupun tidak terlalu lebar. Dengan demikian, tipe akuifer pada daerah penelitian merupakan akuifer bebas (Unconfined Aquifer) karena akuifer ini terletak di bawah lapisan yang kedap air. Lapisan akuifer yang terlihat di penampang berada pada kedalaman kurang dari 40 meter, sehingga akuifer ini termasuk akuifer dangkal.



Gambar 7. Tampilan Penampang Geolistrik Setelah digabung

4. Kesimpulan

Berdasarkan sebaran nilai resistivitas daerah penelitian, lapisan bawah permukaan dibagi menjadi tiga lapisan, yaitu akuiklud, lapisan akuifer, dan lapisan akuifug. Lapisan akuiklud ditandai dengan lapisan yang memiliki nilai resistivitas rendah dengan rentang $1 \Omega\text{m} - 20 \Omega\text{m}$ berada pada kedalaman dibawah 15 meter. Lapisan ini diidentifikasi sebagai batuan lempung yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat meloloskan air. Lapisan akuifer ditandai dengan lapisan yang memiliki nilai resistivitas sedang dengan rentang nilai $20 \Omega\text{m} - 100 \Omega\text{m}$. Lapisan ini diidentifikasi sebagai batuan tufa kasar yang berada pada kedalaman kedalaman 15 meter kebawah tepat berada di sisi batuan lempung. Lapisan akuifug ditandai dengan lapisan yang memiliki nilai resistivitas tinggi yaitu $100 \Omega\text{m} - 3000 \Omega\text{m}$ bahkan lebih. Lapisan ini diduga batuan breksi vulkanik.

Lapisan akuifer mempunyai kondisi porositas yang baik yang ditinjau dari litologi akuifer tersebut. Batu tufa kasar memiliki kondisi porositas dan permeabilitas yang baik untuk meloloskan air sehingga batu tufa kasar dijadikan sebagai lapisan yang baik untuk menyusun akuifer. Tipe akuifer pada daerah penelitian merupakan akuifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akuifer dangkal kurang dari 40 meter.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Erispro LPDP, DikTi dan DRPMI Unpad seluruh seluruh pihak yang telah memberikan izin, dukungan, dan bantuan selama proses penelitian. Terutama kepada pihak Program Studi Geofisika Universitas Padjadjaran

Daftar Pustaka

1. Santoso, B., Wijatmoko, B., Supriyana, E., *Identifikasi Bidang Gelincir Berdasarkan Paramaeter idika Batuan (Studi Kasus: Daerah Rawan Longsor Di Jalan Kereta Api KM 110, Purwakarta*, Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika, Vol. 4 No. 02 (2020), 123-130. 10.24198/jiif.v4i2.27579
2. Mashudi, Nurhasanah, Muhandi, *Identifikasi Kedalaman Lapisan Tannah Keras Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis (Studi Kasus: Jalan Kota Pontianak)*, Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika, Vol. 05, No. 1, (2021) 59-64. 10.24198/jiif.v5i1.31227
3. Fazriati, E., Purnama, A., Algifari, G.A., Muslimah, I.S.A., Sumanto, F.H.P., Kirana, K.H., & Susanto, K., *Cross-Section Resistivity Detection of Tree (Swietenia Magahoni and Gmelina) Using ERT Method*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 8(1) (2022), 39–44.
4. Montahaei, M., *Audio-Magnetotelluric Modeling for 2D Characterization of Shallow Sedimentary Basins and Groundwater System in Central Zagros, Iran*, Pure Appl. Geophys. 179 (2022), 4567–4594.
5. Susilawati, A.; Niode, M.; Surmayadi, M.; Pratomo, P.M.; Nurhasan; Mustopa, E.J.; Sutarno, D.; Srigutomo, W., *Resistivity and Density Structure of Limboto Lake—Pentadio, Gorontalo, Indonesia Based on Magnetotelluric and Gravity Data*. Appl. Sci. (2023), 13,644. <https://doi.org/10.3390/app13010644>.
6. Anisa, Nurhakim, Novianti, YS., *Hidrologi dan limnologi danau bekas tambang aluvial Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan*, Jurnal Himsapta, Vol. 7 No. 3 Desember 2022 : 143-146.
7. Harja, A, Ma'arif F.R., Nanda, M.D., Duvanovsky, A.A., Tangke, T. , Zhilal Ikhwana Shafa, Z.I., Fillsanim S., Gunawan, I., , Susanto, K., *Studi Hidrogeofisika Gunung Malabar Sebagai Gunung Tertinggi pada Sistem Hidrologi Cekungan Bandung*, Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral Vol. 22 No. 4 Nopember 2021 hal. 223-230.
8. Telford, M.W., et al, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press (1976)
9. Deden Zaenudin M., Boy Yoseph CSSSA, Undang Mardiana, Muhammad Kurniawan Alfadli, Febriwan Mohammad, *Sistem Akuifer Air Tanah Daerah Sukomoro, Kabupaten Banyuasin – Sumatera Selatan*, Dinamika Rekayasa Vol. 17 No. 2 (2021) Hal. 137 – 147.