

Identifikasi Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik: Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kabupaten Bondowoso

Identification of Groundwater Potential Zone using Geoelectrical Method: A Case Study in Sumberpakem, Bondowoso Regency

^{1*)}Welayaturromadhona, ²⁾Eriska Eklezia Dwi Saputri, ³⁾Rahma Rei Sakura, ⁴⁾Tri Vicca Kusumadewi

^{1,2)}Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Jember

^{3,4)}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jalan Kalimantan 37 Jember

*email: wela@unej.ac.id

DOI:

10.30595/jppm.v6i1.7033

Histori Artikel:

Diajukan:

19/03/2020

Diterima:

03/06/2022

Diterbitkan:

13/06/2022

ABSTRAK

Desa Sumberpakem, Kecamatan Maesan, Kabupaten Bondowoso merupakan salah satu wilayah yang selalu mengalami darurat kekeringan setiap tahunnya. Kegiatan ini bertujuan mendapatkan air tanah sebagai sumber air bersih dan pertanian secara lebih cepat dan murah serta mampu dikelola oleh penduduk dan/atau para petani setempat secara mandiri demi menjamin keberlanjutannya. Setiap daerah memiliki karakteristik geologi dan hidrogeologi yang berbeda. Oleh karena itu perlu dilakukan penyelidikan air tanah dengan studi geologi maupun geofisika untuk mendapatkan gambaran per lapisan bawah tanah dan juga potensi lapisan akuifer air tanah pada suatu daerah. Salah satu metode yang bisa diterapkan adalah metode geolistrik tahanan jenis 1D atau VES (Vertical Electrical Sounding). Metode pengukuran ini memanfaatkan injeksi arus listrik dan menangkap beda potensialnya. Titik pengukuran yang diambil sebanyak 12 titik yang berada di sekitar desa. Dengan pengukuran ini maka diharapkan bisa memberikan informasi bawah permukaan dan keberadaan potensi air tanah untuk memenuhi kebutuhan air. Penyelidikan geolistrik mampu untuk memetakan per lapisan dan potensi air tanah. Area penyelidikan masuk dalam zona Cadangan Air Tanah (CAT) Bondowoso – Jember. Kondisi lapisan tanah lokasi penyelidikan 1 (kode M) terdiri dari Tuff (Akuiklud), Pasir (Akuifer Bebas), Pasir Tuffan, Tuff Pasiran, Pasir Kerikilan, Batu Pasir Tuffan, Pasir dan Breksi Vulkanik. Kondisi lapisan tanah lokasi penyelidikan 2 (kode SA) terdiri dari Tuffan Kerikil, Pasir Tuffan, Pasir Kerakal, Breksi Tuffan, Breksi Gunungapi.

Kata kunci: Geolistrik, Air Tanah, Sumberpakem

ABSTRACT

Sumberpakem Village, Maesan Subdistrict, Bondowoso Regency is an area that always experiences a drought emergency every year. This activity aims to get groundwater as a source of clean water and agriculture more quickly and cheaply and can be managed by residents and local farmers independently to ensure its sustainability. Each region has different geological and hydrogeological characteristics. Therefore it is necessary to conduct groundwater investigations with geological and geophysical studies to get a picture of underground bedding and also the potential of groundwater aquifer layers in an area. One method that can be applied is the 1D or VES (Vertical Electrical Sounding) resistivity geoelectric method. This measurement method utilizes electric current injection and captures its potential difference. Measuring points were taken as many as 12 locations around the village. With this measurement, it is expected to provide subsurface information and the existence of potential groundwater to meet water needs. Geoelectric investigations can map bedding and groundwater potential. The investigation area is in the Bondowoso - Jember Groundwater Reserve

(CAT) zone. The soil condition of investigation site 1 (code M) consists of Tuff (Aquiklud), Sand (Free Aquifer), Tuffan Sand, Tiran Passive, Pebble Sand, Tuffan Sandstone, Volcanic Sand and Breccia. The soil condition of investigation site 2 (SA code) consists of Tufan Gravel, Tufan Sand, Kerakal Sand, Tufan Breccia, Volcanic Breccia.

Keywords : Geoelectric, Groundwater, Sumberpakem

PENDAHULUAN

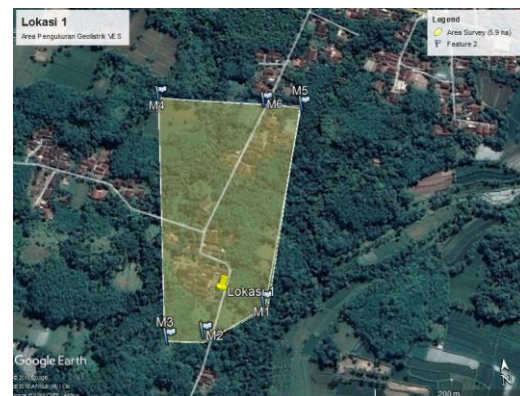
Ketersediaan air di suatu lokasi sangat penting untuk kebutuhan masyarakat pedesaan. Baik untuk dikonsumsi, untuk mandi, mencuci pakaian dan sebagainya. Hampir sebagian besar aktivitas manusia memerlukan air. Setiap daerah memiliki karakteristik geologi dan hidrogeologi yang berbeda, sehingga ada daerah yang mudah air namun ada juga daerah yang sulit air. Oleh karena itu perlu dilakukan penyelidikan air tanah dengan studi geologi maupun geofisika untuk mendapatkan gambaran perlapisan bawah tanah dan juga potensi lapisan akuifer air tanah pada suatu daerah.

Salah satu metode geofisika yang bisa diterapkan adalah metode geolistrik tahanan jenis 1D atau VES (*Vertical Electrical Sounding*). Metode pengukuran ini memanfaatkan injeksi arus listrik dan menangkap beda potensialnya. Lebih detail tentang metode pengukuran akan dibahas pada bab selanjutnya.

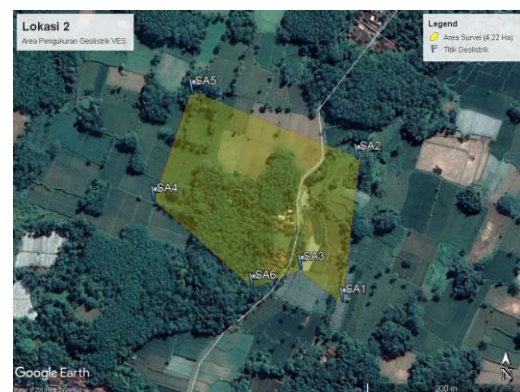
Lokasi pengukuran berada di Desa Sumberpakem, Kecamatan Maesan, Kabupaten Bondowoso. Titik pengukuran yang diambil sebanyak 12 titik yang berada di sekitar desa. Dengan pengukuran ini maka diharapkan bisa memberikan informasi bawah permukaan dan keberadaan potensi air tanah untuk memenuhi kebutuhan air.

Metoda geolistrik resistivitas merupakan metoda yang bersifat aktif dengan mengalirkan arus listrik ke dalam lapisan bumi melalui dua elektroda arus, sedangkan potensialnya diukur melalui dua buah elektroda potensial atau lebih.

METODE



Gambar 1. Desain pengukuran lokasi 1



Gambar 2. Desain pengukuran lokasi 2

Teknik pengukuran geolistrik tahanan jenis di lapangan dilakukan dengan berbagai konfigurasi atau susunan elektroda arus dan potensial. Konfigurasi elektroda ini memiliki kekurangan dan kelebihan masing - masing tergantung pada target yang dicari. Setiap konfigurasi memiliki faktor geometri masing – masing. Metode geolistrik yang dipakai dalam pengukuran lapangan adalah metode geolistrik tahanan jenis 1D. Pengukuran geolistrik tahanan jenis 1D digunakan untuk memperoleh informasi mengenai variasi resistivitas secara vertikal. Oleh karena itu pengukuran ini sering disebut *sounding* atau VES (Vertical Electrical Sounding).

Hasil dari pengukuran geolistrik tahanan jenis adalah arus yang terinjeksikan dan beda potensial terukur. Kemudian nilai Resistansi didapat dari hasil bagi antara beda potensial dengan arus dalam satuan Ohm. Untuk mendapatkan nilai resistivitas batuanya maka nilai resistansi tadi dikalikan dengan faktor geometri dari konfigurasi schlumberger. Arus listrik dapat merambat pada batuan disebabkan akibat matriks penyusun batuan, fluida elektrolit pada pori – pori atau rekahan batuan, porositas, efek kandungan lempung, dan sebagainya.

Lokasi pengukuran bagian utara (lokasi 2 dengan kode SA) tepat berada pada formasi dengan geologi regional berupa **Qhvr** yang merupakan formasi **Batuan Gunungapi Raung**. Sedangkan lokasi pengukuran bagian selatan (lokasi 1 dengan kode M) berada pada formasi **Qsb** yang merupakan formasi **Bagor**. Penyusun lapisan regional **Qhvr** ialah *lava, breksi gunungapi, breksi lahar dan, tuf*. Sedangkan penyusun lapisan regional **Qsb** ialah *Breksi/konglomerat, batupasir tufan, dan batupasir*. Dari geologi regional tersebut dapat diketahui bahwa secara umum dominasi lapisan di area sekitar pengukuran berupa tuf dan batupasir tuf.

Area pengukuran masuk dalam wilayah zona Cekungan Air Tanah (CAT) **Jember – Lumajang**. Potensi akuifer berupa akuifer sekunder yang berupa rekahan batuan dan

dapat berupa akuifer primer dari batupasir dan batupasir tuf. Mengacu pada kondisi hidrogeologi, lokasi pengukuran masih memiliki potensi air tanah, dengan menganut sistem akuifer pegunungan. Akuifer pegunungan akan melimpah di area discharge area yaitu DAS (Daerah Aliran Sungai) ataupun rekahan bebatuan. Sedangkan recharge area yaitu dapat berupa mata air pegunungan ataupun air terjun setempat.

Lokasi pengukuran Desa Sumberpakem berada di tepi CAT Jember Lumajang yang berbatasan dengan CAT Bondowoso Situbondo. Posisi desa berada di tengah arah aliran dari daerah recharge yakni Gunung Argopuro dan Gunung Raung. Aliran air tanah (tanda panah biru) dari Gunung Argopuro mengarah ke timur dan aliran air tanah dari Gunung Raung mengarah ke Barat. Bisa dikatakan area pengukuran merupakan zona pertemuan dua aliran air tanah sehingga secara teori area memiliki potensi air yang besar.

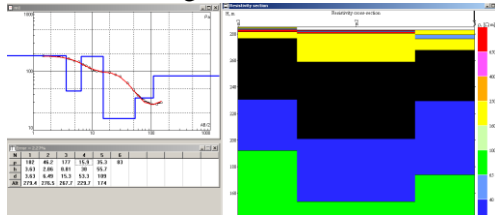
Peralatan pengukuran yang dipakai diantaranya adalah Full set alat Geolistrik, 2 Elektroda potensial dan 4 elektroda arus, 4 set Roll Kabel, 4 buah Palu, GPS Handheld, Datasheet Pengukuran dan 4 buah Handy Talkie.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data 1D lokasi 1

Pengolahan data geolistrik VES dilakukan dengan bantuan software IPI2WIN. Konsep yang digunakan untuk mengolah data VES ialah melakukan *curve fitting*. Data hasil lapangan masih berupa tahanan jenis atau resistivitas semu sehingga perlu dilakukan proses inversi untuk dapat mengetahui nilai resistivitas sebenarnya. Variabel yang digunakan dalam proses *curve fitting* ialah kedalaman dan nilai resistivitas. Gambar di bawah merupakan hasil pengolahan data VES pengukuran lokasi ke 1 :

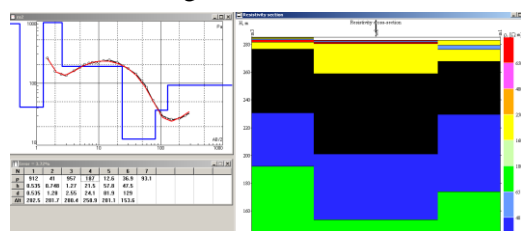
- Grafik Log dan Hasil Inversi M1



Gambar 3. Grafik log hasil inversi M1

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak merah. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini menunjukkan terdapat 6 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 15 Ω m hingga 182 Ω m. Nilai error dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 2.27%.

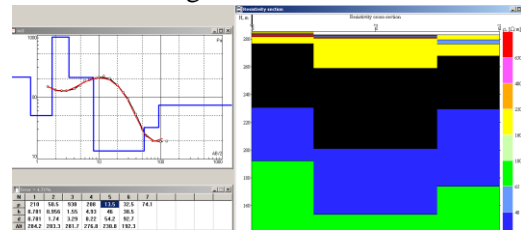
- Grafik Log dan Hasil Inversi M2



Gambar 4. Grafik log hasil inversi M2

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak merah. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini menunjukkan terdapat 7 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 12 Ω m hingga 957 Ω m. Nilai error dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 3.72%.

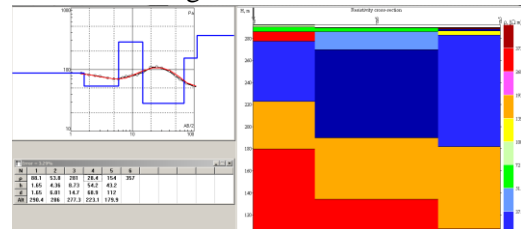
- Grafik Log dan Hasil Inversi M3



Gambar 5. Grafik Log Hasil Inversi M3

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak merah. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini menunjukkan terdapat 7 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 13.5 Ω m hingga 930 Ω m. Nilai error dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 4.71%.

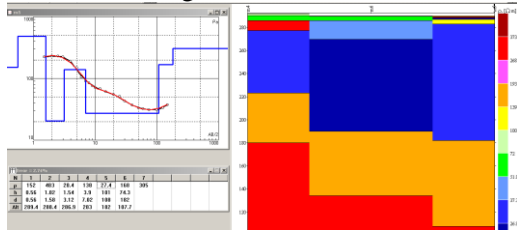
- Grafik Log dan Hasil Inversi M4



Gambar 6. Grafik Log Hasil Inversi M4

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak merah. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini menunjukkan terdapat 6 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 18.6 Ω m hingga 357 Ω m. Nilai error dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 3.29%.

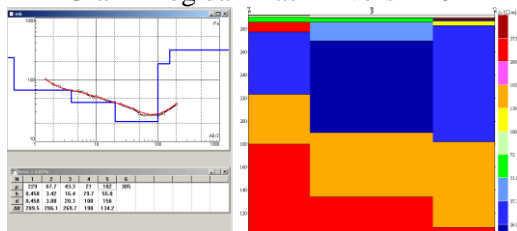
- Grafik Log dan Hasil Inversi M5



Gambar 7. Grafik Log Hasil Inversi M5

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak merah. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini menunjukkan terdapat 6 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 20.4 Ωm hingga 483 Ωm . Nilai error dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 2.74%.

- Grafik Log dan Hasil Inversi M6



Gambar 8. Grafik Log Hasil Inversi M6

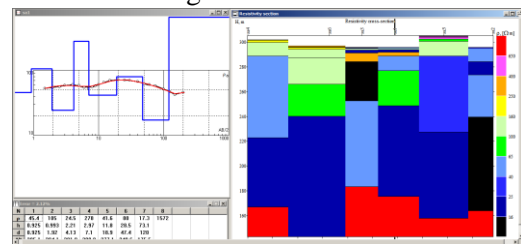
Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak merah. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini menunjukkan terdapat 6 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 18.8 Ωm hingga 305 Ωm . Nilai error dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 3.87%.

Pengolahan data 1D lokasi 2

Pengolahan data geolistrik VES dilakukan dengan bantuan software IPI2WIN. Konsep yang digunakan

untuk mengolah data VES ialah melakukan *curve fitting*. Data hasil lapangan masih berupa tahanan jenis atau resistivitas semu sehingga perlu dilakukan proses inversi untuk dapat mengetahui nilai resistivitas sebenarnya. Variabel yang digunakan dalam proses *curve fitting* ialah kedalaman dan nilai resistivitas. Gambar di bawah merupakan hasil pengolahan data VES pengukuran lokasi ke 2:

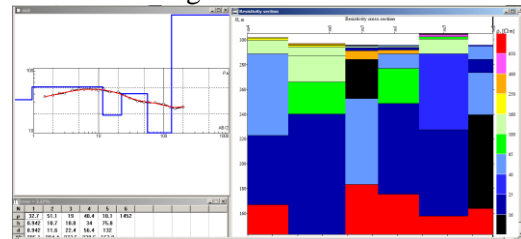
- Grafik Log dan Hasil Inversi SA1



Gambar 9. Grafik Log Hasil Inversi pada SA1

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak hitam. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini menunjukkan terdapat 8 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 17.3 Ωm hingga 1572 Ωm . Nilai error dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 2.12%.

- Grafik Log dan Hasil Inversi SA2

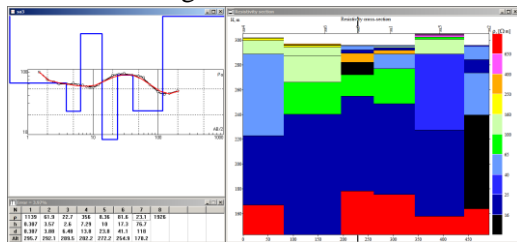


Gambar 10. Grafik Log Hasil Inversi pada SA2

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang

diberi tanda kotak hitam. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini menunjukkan terdapat 6 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari keenam lapisan tersebut memiliki rentang dari 10.1 Ω m hingga 1452 Ω m, dengan nilai error 2.27%.

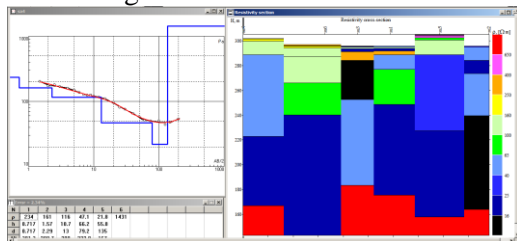
- Grafik Log dan Hasil Inversi SA3



Gambar 11. Grafik Log Hasil Inversi pada SA3

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak hitam. Titik ini menunjukkan bahwa terdapat 8 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 8.36 Ω m hingga 1926 Ω m. Nilai eror dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 3.97%.

- Grafik Log dan Hasil Inversi SA4

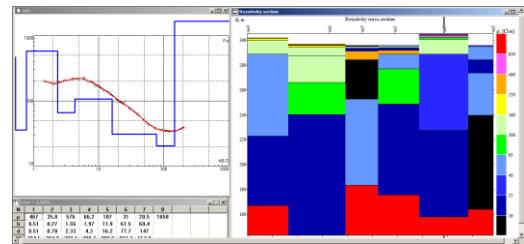


Gambar 12. Grafik Log Hasil Inversi pada SA4

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak hitam. Dari grafik log dan hasil inversi kedalaman di titik ini

menunjukkan terdapat 6 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, diwakili dengan perbedaan warna. Nilai resistivitas dari keenam lapisan tersebut memiliki rentang dari 21.8 Ω m hingga 1431 Ω m. Nilai error dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 2.34%.

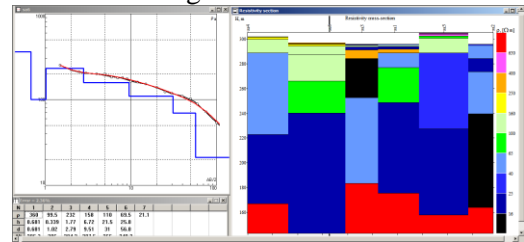
- Grafik Log dan Hasil Inversi SA5



Gambar 13. Grafik Log Hasil Inversi pada SA5

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak hitam. Titik ini menunjukkan bahwa terdapat 8 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 20.5 Ω m hingga 1658 Ω m. Nilai eror dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 2.18%.

- Grafik Log dan Hasil Inversi SA6

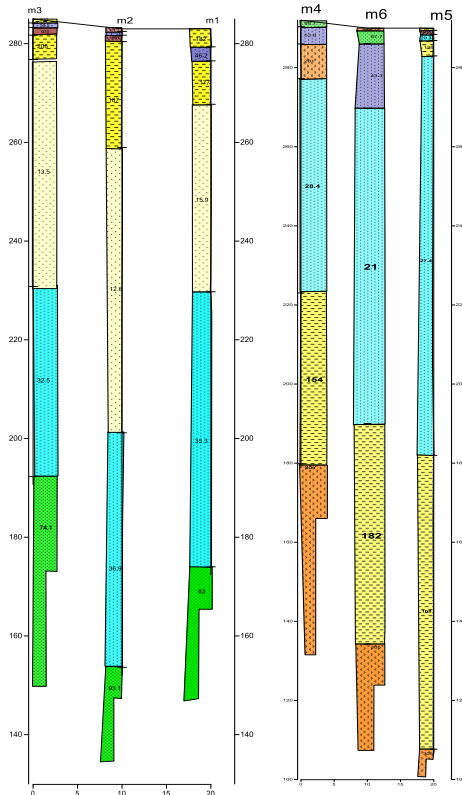


Gambar 14. Grafik Log Hasil Inversi pada SA6

Penampang grafik log ditunjukkan disisi sebelah kiri dan hasil inversi kedalaman lapisannya disebelah kanan yang diberi tanda kotak hitam. Titik ini menunjukkan bahwa terdapat 8 perbedaan lapisan dengan nilai resistivitas yang

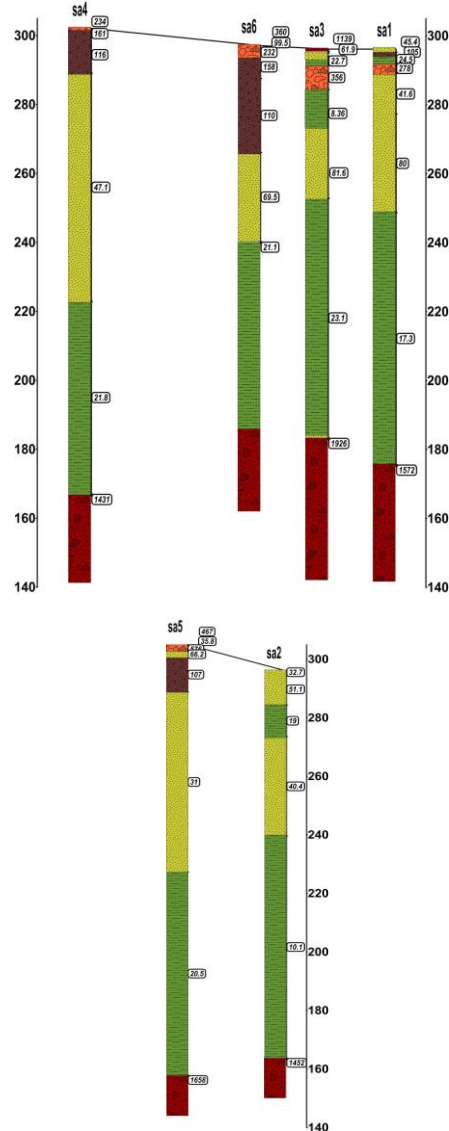
berbeda. Nilai resistivitas dari kedelapan lapisan tersebut memiliki rentang dari 21.1 Ω m hingga 360 Ω m. Nilai eror dalam pengolahan titik ini cukup kecil, yaitu 2.36%.

Pemodelan Vertikal Lokasi 1



-  Tuff (Sebagai Akuiklud) (10 - 20 Ohm m)
-  Pasir (Sebagai Akuifer Bebas) (20.1 - 39 Ohm m)
-  Tuff Pasiran (39.1 - 55 Ohm m)
-  Pasir Tuffan (55.1 - 90 Ohm m)
-  Pasir Krikilan (90.1 - 190 Ohm m)
-  Batu Pasir dan Tuff (190.1- 400 Ohm m)
-  Pasir dan Breksi Vulkanik (> 400 Ohm m)

Pemodelan Vertikal Lokasi 2



Resistivitas (Ω m.m)	Interpretasi
10 - 30	Tufan, Kerikil
30 - 100	Pasir Tuffan
100 - 250	Pasir Kerakal
250 - 750	Breksi Tuffan
> 750	Breksi Gunungapi

Identifikasi Potensi Akuifer Air Tanah di lokasi 1 (kode M)

Pada lokasi 1 dilakukan pengukuran geolistrik 1D sebanyak 6 titik uji pada area survey seluas kurang lebih 5.9 ha, sekaligus pengambilan sample tinggi muka air tanah pada sumur warga. Maka didapatkan potensi

akuifer air tanah di lokasi tersebut sebagai berikut :

1. Pada titik M1 M2 M3 teridentifikasi terdapat lapisan yang dapat menyimpan air , namun tidak mampu mengalirkan dalam jumlah yang berarti atau disebut akuiklud dan juga teridentifikasi adanya lapisan akuifer bebas.
2. Lapisan yang dapat berfungsi sebagai akuiklud adalah lapisan tuff , sedangkan lapisan yang dapat berfungsi sebagai akuifer bebas adalah lapisan pasir sampai Tuff Pasiran.
3. Pada titik M4 M5 M6 teridentifikasi lapisan akuifer bebas, namun tidak teridentifikasi adanya lapisan akuiklud.
4. Kedalaman Akuifer bervariasi, pada titik M1 M2 M3 berada di kedalaman 50-90, sedangkan di titik M4 M5 M6 potensi akuifer lebih dangkal yaitu berada di kedalaman 25 - 60

Identifikasi Potensi Akuifer Air Tanah di lokasi 2 (kode SA)

Pada lokasi 2 dilakukan pengukuran geolistrik 1D sebanyak 6 titik uji, sekaligus pengambilan sample tinggi muka air tanah pada sumur warga. Maka didapatkan potensi akuifer air tanah di lokasi tersebut sebagai berikut :

1. Pada seluruh titik, teridentifikasi lapisan yang dapat menyimpan air , namun tidak mampu mengalirkan dalam jumlah yang berarti atau disebut akuiklud dan juga teridentifikasi adanya lapisan akuifer bebas.
2. Lapisan yang dapat berfungsi sebagai akuiklud adalah lapisan tufan kerikil, sedangkan lapisan yang dapat berfungsi sebagai akuifer bebas adalah lapisan pasir tuffan.
3. Kedalaman akuifer bervariasi dari 60 – 80 meter
4. Tufan kerikil (lapisan hijau) masih berpotensi menyimpan air namun potensi sangat minim
5. Akuifer dengan potensi sedang yakni kedalaman 60 – 80 meter

6. Pada kedalaman > 120 meter, teridentifikasi breksi gunungapi yang memiliki potensi menjadi akuifer sekunder (rekahan) sehingga diprediksi bisa menyimpan air dalam jumlah lebih besar

SIMPULAN

Penyelidikan geolistrik mampu untuk memetakan perlapisan dan potensi air tanah. Area penyelidikan masuk dalam zona Cadangan Air Tanah (CAT) Bondowoso – Jember. Kondisi lapisan tanah lokasi penyelidikan 1 (kode M) terdiri dari Tuff (Akuiklud), Pasir (Akuifer Bebas), Pasir Tuffan, Tuff Pasiran, Pasir Kerikilan, Batu Pasir Tuffan, Pasir dan Breksi Vulkanik. Kondisi lapisan tanah lokasi penyelidikan 2 (kode SA) terdiri dari Tufan Kerikil, Pasir Tufan, Pasir Kerakal, Breksi Tufan, Breksi Gunungapi.

DAFTAR PUSTAKA

- Suharyadi. (1984). Diktat Kuliah Geohidrologi, Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Yogyakarta, Yogyakarta
- Permonojati, L. (2013). "Integrasi Citra Alos-Avnir 2 dan Sistem Informasi Geografis Dalam Penentuan Zonasi Agihan Potensi Airtanah Dangkal (Kasus Di Sub Daerah Aliran Sungai Bedog, Yogyakarta)." PhD diss., Universitas Gadjah Mada