

NASKAH ORISINAL

Pemetaan Potensi Air Tanah Menggunakan Geolistrik di Daerah Pasca Gempa Studi Kasus Desa Wirotaman, Kecamatan Ampelgading, Kabupaten Malang

Juan Pandu Gya Nur Rochman^{1,*} | Fikri Abdulah¹ | Aditya Manafiska Putra¹ | Ilham Adi Priyambodo¹ | Muhammad Haidar¹

¹Departemen Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Juan Pandu Gya Nur Rochman, Departemen Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: juanpandu@geofisika.its.ac.id

Alamat

Laboratorium Geofisika Teknik dan Lingkungan, Departemen Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Desa Wirotaman mengalami gempabumi magnitudo 6,1. Kejadian tersebut menyebabkan korban jiwa dan kerugian materiil. Didapati juga bahwa pasokan air saat musim kemarau menjadi sedikit, akibat jaringan air bersih yang kurang baik. Agar tidak bergantung pada mata air Gunung Semeru, perlu dilakukan penyelidikan untuk mengetahui keberadaan air tanah di Desa Wirotaman. Penyelidikan air tanah dapat dilakukan dengan memanfaatkan parameter resistivitas. Adanya air akan memberikan variasi nilai resistivitas di bawah permukaan. Nilai resistivitas bawah permukaan dapat diukur menggunakan metode geolistrik. Metode geolistrik yang umum diterapkan untuk mendeteksi air tanah adalah *Vertical Electrical Sounding*. Pengukuran geolistrik VES dilakukan di lima titik, termasuk area yang kekurangan pasokan air. Dilakukan pula survei geologi dan survei sumur untuk mengetahui kondisi hidrogeologi dan kedalaman muka air tanah sebagai penunjang interpretasi hasil VES. Hasil pengukuran didapatkan nilai *error* sebesar kurang dari 10%. Kedalaman muka air tanah di desa Wirotaman bervariasi, dari 5 meter di sisi utara akuisisi hingga 60 meter di sisi selatan daerah akuisisi yang merupakan titik tertinggi desa. Akuifer yang terdapat di Desa Wirotaman diidentifikasi sebagai pasir, yang berada di atas litologi *impermeable* seperti lempung dan batuan lava. Rekomendasi pembuatan sumur didapatkan di sisi tenggara daerah survei, yang diperkirakan memiliki kedalaman air tanah dari 11 hingga 40 meter.

Kata Kunci:

Air Tanah, Akuifer, *Vertical Electrical Sounding*, Wirotaman.

1 | PENDAHULUAN

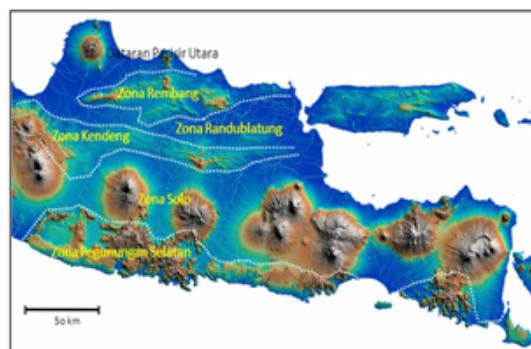
Gempa tektonik telah terjadi di wilayah Samudera Hindia, Selatan Pulau Jawa pada tanggal 10 April 2021^[1]. Hasil analisis BMKG menunjukkan gempabumi ini memiliki magnitudo $M=6.1$. Episenter gempa berlokasi di laut pada jarak 96 km arah Selatan Kota Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur pada kedalaman 80 km^[2]. Kecamatan Ampelgading, Kabupaten Malang, dilaporkan sebagai wilayah yang paling parah terdampak gempa selatan Malang, tepatnya di Desa Wirotaman. Gempa bumi tersebut menyebabkan korban jiwa dan puluhan rumah rusak ringan hingga berat. Selain dampak kerusakan bangunan serta korban jiwa^[3], didapati bahwa jaringan air bersih di Desa Wirotaman ini masih kurang baik. Sumber air yang berasal dari mata air Gunung Semeru memiliki debit yang kecil. Menurut keterangan warga setempat, saat musim kemarau air tersebut bisa menjadi sangat sedikit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu adanya proses penyelidikan guna mengetahui zona efektif dari keberadaan air tanah. Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan yaitu metode geolistrik. Metode geolistrik merupakan metode yang digunakan untuk mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara mendeteksinya pada permukaan bumi. Metode sudah umum digunakan untuk menentukan struktur bawah permukaan^[4]; situs arkeologi^[5] dan air tanah^[6].

Keberadaan akuifer air tanah menjadi hal yang perlu diperhatikan saat akan dilakukan penentuan titik sumur air tanah^[7]. Hal ini berguna untuk menentukan titik pengeboran sumur dengan lebih efektif dan efisien, baik dalam segi biaya dan tenaga. Untuk dapat memetakan penampang bawah permukaan secara 2D, dapat dilakukan pengukuran metode geolistrik *Vertical Electrical Sounding* (VES) yang menghasilkan data 1D berupa variasi nilai resistivitas batuan. Metode resistivitas listrik merupakan aplikasi dari metode geofisika yang menjadi metode yang umum digunakan dalam penelitian potensi air tanah. *Vertical Electrical Sounding* (VES) adalah metode umum geolistrik untuk mengukur perubahan vertikal resistivitas listrik bawah permukaan^[8].

2 | KONDISI GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

2.1 | Fisiografi

Desa Wirotaman yang terletak di wilayah Kecamatan Ampelgading, Kabupaten Malang merupakan bagian dari fisiografi pegunungan selatan yang didominasi oleh endapan sedimen berumur tersier dan kuarter, serta batuan vulkanik klastik. Fisiografi pegunungan selatan ini memanjang dari sepanjang pantai selatan Jawa Timur hingga ujung paling timur pada Pulau Jawa. Zona Pegunungan Selatan di Jawa Timur pada umumnya merupakan blok yang mengalami *uplifting* dan miring ke arah selatan. Batas utaranya ditandai *escarpment* yang cukup kompleks dengan lebar maksimum pegunungan sekitar 25 km di daerah Blitar (Gambar (1)).



Gambar 1 Zonasi fisiografi regional Pulau Jawa bagian Tengah dan Timur^[9].

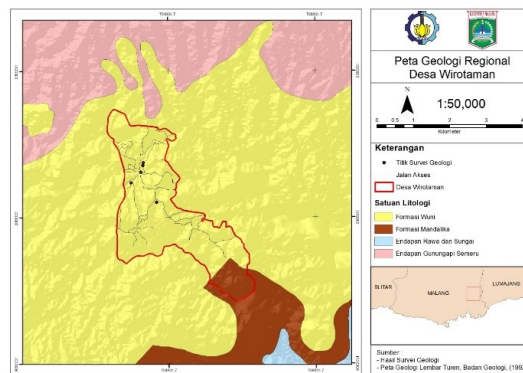
2.2 | Morfologi

Morfologi daerah Pegunungan Selatan Jawa didominasi oleh dataran yang cukup tinggi bila dilihat dari nilai elevasinya terhadap permukaan laut. Hal ini karena secara *history*, zona ini terbentuk akibat adanya pengangkatan (*uplifting*) sehingga banyak ditemukan adanya struktur patahan atau lipatan. Untuk desa Wirotaman yang terletak pada bagian tengah zona Pegunungan Selatan,

fitur morfologi nya banyak dipengaruhi oleh banyaknya gunung aktif yang terdapat di sepanjang jalur zona Solo. Hal ini mengakibatkan struktur morfologi desa Wirotaman memiliki kontur yang beragam antara lembah antar perbukitan lipatan hingga perbukitan struktural Patahan Desa Wirotaman didominasi oleh dataran aluvial kaki Gunung serta pengendapan sungai. Untuk lebih jelasnya, peta geomorfologi Jawa Timur dapat dilihat dibawah ini.

2.3 | Litologi Penyusun Area

Formasi Wuni ini merupakan salah satu formasi pada zona pegunungan selatan yang didominasi oleh batuan berumur tersier atau lebih tepatnya miosen awal hingga tengah dan didominasi oleh beberapa jenis batuan vulkanik dan sedimen tersier seperti Breksi dan lava andesit-basal, breksi tuf, breksi lahar, dan tuf pasiran. Sumber lain mengatakan bahwa batuan penyusun pada formasi ini diantaranya yaitu breksi gunungapi, tufa, batupasir, batulanau bersisipan batugamping diendapkan selaras di atas Formasi Jaten. Ketebalan dari formasi ini sendiri diperkirakan 150-200 m. Berdasarkan pengukuran geologi yang dilakukan pada beberapa titik di Desa Wirotaman, didapatkan beberapa informasi terkait kondisi geologi di desa Wirotaman, khususnya geologi. Dari hasil pengukuran, mulai dari puncak tertinggi di desa Wirotaman yaitu gunung Koco, hingga di daerah hilir sungai ditemukan kemiripan batuan yaitu batuan vulkanik tersier seperti andesit dan beberapa jenis batuan sedimen. Untuk lebih jelasnya, kondisi Geologi desa Wirotaman dapat dilihat pada Gambar (2):



Gambar 2 Peta geologi Desa Wirotaman.

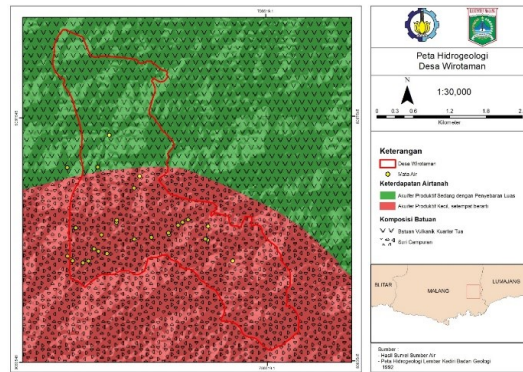
2.4 | Hidrogeologi

Desa Wirotaman memiliki dua kondisi hidrogeologi. Pertama, Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas, dengan kelulusan air yang sangat beragam dan kedalaman muka airtanah bebas umumnya dalam. Debit sumur pada daerah ini kurang dari 5l liter/detik. Akuifer ini dikontrol oleh kondisi batuan yang tersusun atas batuan vulkanik Kuartar Tua, yakni Formasi Wuni dan Endapan Gunungapi Semeru. Batuan tersebut memiliki kelulusan rendah sampai sedang, tergantung banyaknya celah yang terbentuk. Persebaran akuifer ini berada di setengah Desa Wirotaman bagian Utara.

Kondisi kedua Hidrogeologi yang kedua adalah Akuifer produktif kecil setempat berarti, dengan kelulusan air sangat rendah. Air tanah setempat tersedia dalam jumlah terbatas dan dapat diperoleh di daerah lembah, atau zona pelapukan batuan padu. Kondisi batuan yang mengontrol akuifer ini adalah batuan Formasi Wuni dan Formasi Mandalika. Batuan tersebut memiliki kelulusan Rendah ((3)).

3 | METODOLOGI

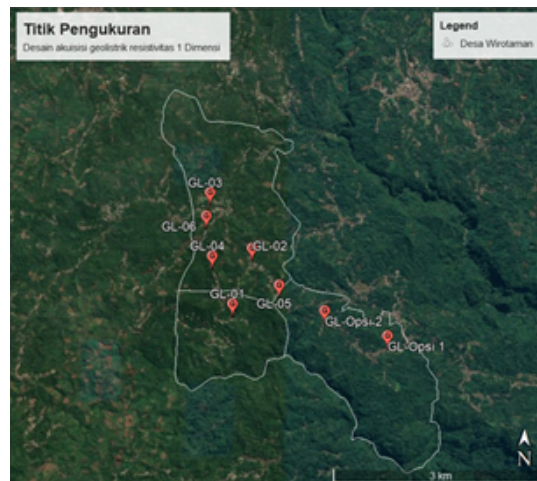
Aplikasi metode geofisika untuk mengeksplorasi air tanah semakin umum digunakan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan, terutama dalam identifikasi akuifer air tanah. Penggunaan *Vertical Electrical Sounding* (VES) untuk mendeteksi air tanah sangat populer karena kesederhanaan dan kemudahan interpretasi data, dimana melibatkan pengukuran karakteristik fisik guna mendapatkan informasi tentang struktur dan litologi bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas batuan/tanah lokasi



Gambar 3 Peta Hidrogeologi Desa Wirotaman.

pengukuran^[10]. Resistivitas merupakan salah satu parameter fisis batuan/tanah dalam geofisika, dimana metode efektif dimanfaatkan untuk eksplorasi air tanah^[10]. Pada proses akuisisinya, VES umum menggunakan konfigurasi Schlumberger untuk mendapatkan data resistivitas cenderung kearah vertikal, lain halnya dengan konfigurasi Wenner yang lebih kearah horizontal.

Pengukuran dilakukan di lima titik di daerah yang dilaporkan mengalami kesulitan air. Panjang bentangan yang diterapkan 100 – 150 meter. Realisasi pengukuran dilakukan di GL-01, GL-02, GL-03, GL-04, dan GL-06 (Gambar (4)). Titik GL-05 tidak dilakukan pengukuran karena kondisi cuaca dan ketersediaan waktu kurang memungkinkan. Selain itu, dilakukan survei geologi dan survei sumur untuk membantu menginterpretasi hasil pengolahan geolistrik yang didapatkan.



Gambar 4 Titik akuisisi Vertical Electrical Sounding(VES) Desa Wirotaman.

Tabel 1 Koordinat Titik VES

| Nama | Titik | Koordinat |
|-------------|--------------|------------------|
| GL-01 | 8°15'58.47"S | 112°51'13.16"E |
| GL-02 | 8°15'33.43"S | 112°51'21.55"E |
| GL-03 | 8°15'8.30"S | 112°51'2.20"E |
| GL-04 | 8°15'37.40"S | 112°51'3.47"E |
| GL-06 | 8°15'19.09"S | 112°51'0.69"E |

4 | HASIL

4.1 | Geologi Hidrogeologi

Survei geologi dilakukan di lima titik yang tersebar di Desa Wirotaman. Titik survei dipertimbangkan berdasarkan adanya singkapan yang muncul, titik dengan elevasi terendah, hingga titik elevasi tertinggi. Selain itu, terdapat titik survei yang berdekatan dengan titik akuisisi untuk menunjang hasil interpretasi. Gambar (5) merupakan hasil survei yang dilaksanakan.



Gambar 5 Titik survei geologi 1.

Batuan di titik survei geologi 1 memiliki warna coklat muda – merah muda, ukuran butir sangat halus – lempung, sortasi dengan baik, warna lapuk coklat tua. Diperkirakan merupakan hasil pelapukan vulkanik tersier. Merupakan anggota formasi Wuni. Ketebalan diperkirakan mencapai > 20 meter. batuan berkelulusan rendah.

Batuan pada Gambar (6) menunjukkan singkapan lava basal menyatu dengan fragmen breksi. Basal, warna hitam, masif, afanitik. Breksi warna coklat, dengan fragmen batuan beku dan tuff, fragmen berukuran kerikil – bongkah, menyudut- menyudut sedang, masadasar lahar dan lava basal masif, terlas dengan baik. Ketebalan diperkirakan 1 – 1,5 meter, batuan tidak dapat meloloskan air.

Gambar (7) menunjukkan singkapan batuan laharik dengan fregmen breksi. Fragmen breksi, ukuran butir kerakal – bongkah, warna segar putih, terpilah buruk, membundar sedang – menyudut sedang. Masadasar berukuran pasir sedang – pasir halus, warna coklat muda. Diperkirakan tebal batuan 1-1,5 meter.



Gambar 6 Titik survei geologi 2.



Gambar 7 Titik survei geologi 3.



Gambar 8 Titik survei geologi 4.

Batuan andesit (Gambar (8)), dengan warna segar abu-abu, struktur masif, afanitik. Merupakan batuan hasil pendinginan lava, dengan ketebalan diperkirakan 2- 3 meter. Batuan memiliki kelulusan air rendah. Titik ini merupakan elevasi tertinggi desa, yang dinamakan Gunung Koco oleh masyarakat setempat.

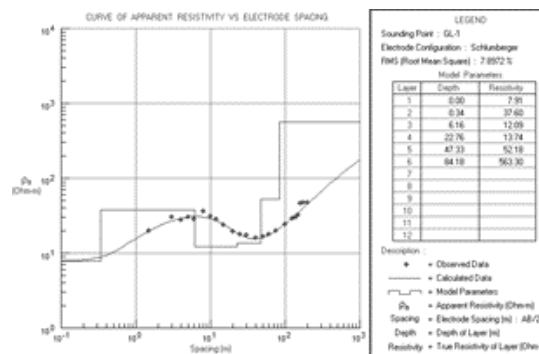


Gambar 9 Titik survei geologi 5.

Titik survei g (eologi 5 menunjukkan batuan konglomerat, warna abu-abu, fragmen batuan beku warna abu-abu, ukuran kerikil-kerakal, bentuk fragmen membundar tanggung – menyudut tanggung, masadasar batupasir terpilah buruk, kemas tertutup, porositas baik, tebal lapisan diperkirakan 0,5 meter.

4.2 | Geolistrik

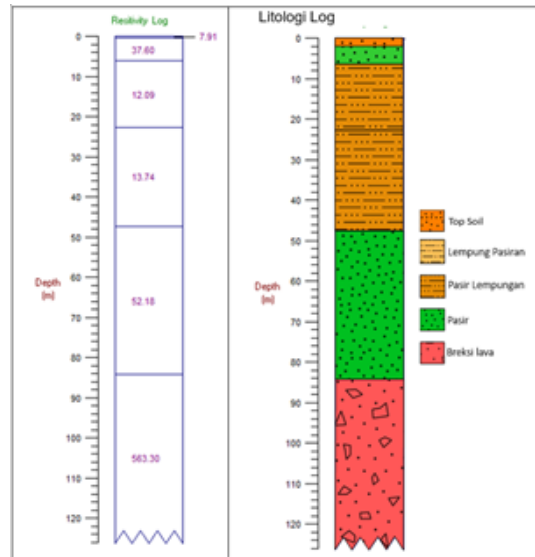
4.2.1 | Titik GL-01



Gambar 10 Data hasil pengukuran di titik GL-01.

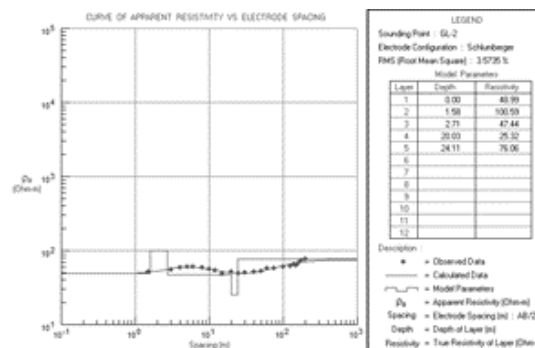
Data hasil observasi pada titik GL-01 memiliki rentang 19.689 – 47.248 ohm m. Kurva grafik kalkulasi menunjukkan adanya nilai resistivitas yang naik di kedalaman yang lebih dalam. Proses inversi memprediksi terdapat 6 lapisan, dan didapatkan error 7,8972%. lapisan pertama memiliki resistivitas sebesar 7,91 ohm m, lapisan kedua 37,60 ohm m, lapisan ketiga sebesar 12,09 ohm m, lapisan keempat sebesar 13,74 ohm m, lapisan kelima 52,18 ohm m, lapisan kelima 563,30 ohm m.

Top soil pada titik ini berupa tanah yang ada dipermukaan dan memiliki ketebalan 2 meter. Pada kedalaman 2 – 6 meter diduga terdapat lapisan pasir yang berfungsi sebagai lapisan yang dapat meloloskan air. Lapisan ini juga bersifat permeable sehingga berfungsi sebagai lapisan penghantar air. Pada kedalaman 6 – 48 meter diduga terdapat lapisan pasir lempungan yang berfungsi sebagai akuifer air tawar. Hal ini ditandai dengan nilai resistivitas yang rendah dan termasuk dalam rentang nilai resistivitas lempung. Pada kedalaman ini, terdapat tanda aktifnya sumur warga dengan kedalaman mulai dari 5 meter hingga 40 meter. Pada kedalaman 48 – 84 meter diduga terdapat lapisan pasir yang berperan sebagai akuifer air tawar. Nilai resistivitas pada lapisan ini relatif tinggi dan masuk rentang nilai resistivitas pasir. Pada kedalaman 84 – 126 meter diduga merupakan lapisan batuan dasar dengan perkiraan breksi lava atau lahar. Lapisan ini bersifat *impermeable* atau sulit untuk menghantarkan air.



Gambar 11 Interpretasi hasil pengukuran di titik GL-01.

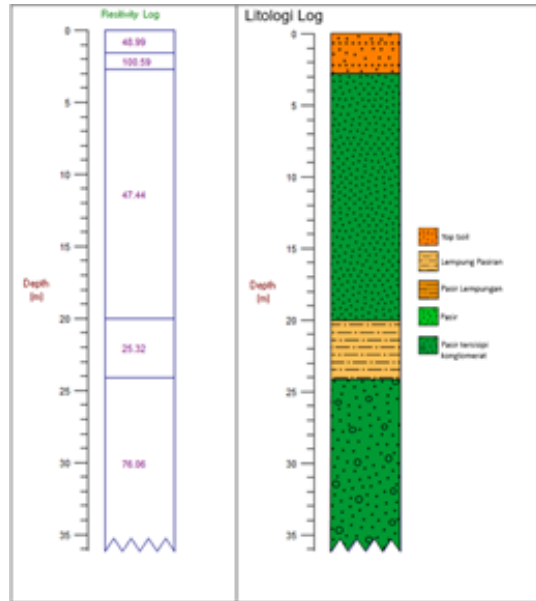
4.2.2 | Titik GL-02



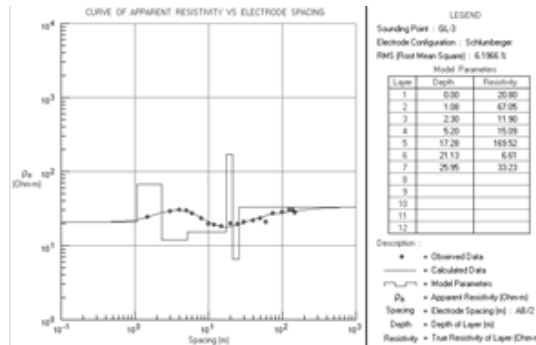
Gambar 12 Data hasil pengukuran di titik GL-02.

Data hasil observasi pada titik GL-02 memiliki rentang 51.500 – 76.636 ohm m. Kurva grafik kalkulasi menunjukkan adanya nilai resistivitas yang cenderung sama di kedalaman berbeda. Proses inversi memprediksi terdapat 5 lapisan, dan didapatkan error 3,5735%. lapisan pertama memiliki resistivitas sebesar 48,99 ohm m, lapisan kedua 100,59 ohm m, lapisan ketiga sebesar 47,44 ohm m, lapisan keempat sebesar 25,32 ohm m, lapisan kelima 76,06 ohm m.

Top soil pada titik ini berupa tanah yang ada dipermukaan dan memiliki ketebalan 3 meter. Pada kedalaman 3 sampai 20 meter diduga terdapat lapisan pasir yang bisa menjadi akuifer air bebas. Lapisan ini dapat menampung air dalam jumlah besar. Air pada lapisan ini juga terpengaruh oleh musim, sehingga pada musim kemarau air pada lapisan ini bisa kering/habis. Air pada lapisan ini biasa dimanfaatkan sebagai sumur gali. Lapisan ketiga diduga merupakan lempung pasiran, pada kedalaman 20 hingga 24 meter. Lapisan ini memiliki ukuran butir yang sangat kecil sehingga sulit untuk meloloskan air. Hal ini ditandai dengan nilai resistivitas yang relatif kecil dan masuk dalam rentang lempung. Selain itu, adanya kehadiran lapisan ini diduga menyebabkan munculnya mata air secara horizontal pada sisi timur titik pengukuran dengan debit yang kecil. Pada kedalaman 26 meter, diduga terdapat lapisan pasir-konglomerat. Rongga antar butir yang relatif besar menjadikan lapisan ini berpotensi sebagai akuifer.



Gambar 13 Interpretasi hasil pengukuran di GL-02.

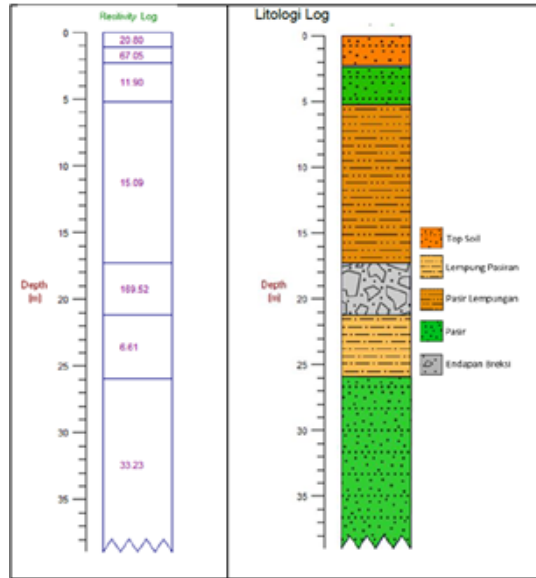


Gambar 14 Data hasil pengukuran di titik GL-03.

4.2.3 | Titik GL-03

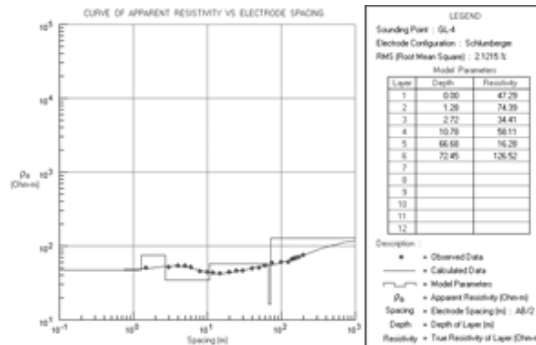
Data hasil observasi pada titik GL-03 memiliki rentang 24,344 27,850 ohm m. Kurva grafik kalkulasi menunjukkan adanya nilai resistivitas yang cenderung sama di. Proses inversi memprediksi terdapat 7 lapisan, dan didapatkan error 6,1966%. lapisan pertama memiliki resistivitas sebesar 20,80 ohm m, lapisan kedua 67,05 ohm m, lapisan ketiga sebesar 11,90 ohm m, lapisan keempat sebesar 15,09 ohm m, lapisan kelima 169,52 ohm m, lapisan keenam 6,61 ohm m, lapisan ketujuh 33,23 ohm.m .

Top soil pada titik ini berupa tanah yang ada dipermukaan dan memiliki ketebalan 2,5 meter. Pada kedalaman 3 – 5 meter diduga merupakan lapisan pasir. Hal ini ditandai dengan nilai resistivitas yang mengecil dan masuk dalam rentang resistivitas pasir. lapisan ini mudah meloloskan air dan berperan sebagai zona perkolasi air resapan. Kedalaman 5 – 17 meter diduga merupakan lapisan pasir lempungan yang dapat menjadi akuifer bebas. Pori-pori lapisan ini relatif kecil, sehingga cukup sulit untuk meloloskan air dengan cepat. Kedalaman 17 – 21 meter diduga terdapat lapisan breksi. Lapisan ini memiliki rongga berukuran kecil – besar bergantung tingkat sementasi/pengelasan batuan. Lapisan ini memungkinkan untuk meloloskan air dengan mudah. Pada kedalaman 21- 26 meter diduga terdapat lapisan lempung. Lapisan ini bersifat tidak mudah meloloskan air (*impermeable*) sehingga berfungsi sebagai lapisan penahan atau penjebak air. Pada kedalaman 26 – 34 meter didiga terdapat lapisan pasir. hal ini ditandai dengan inlaid resistivitas yang relatif meninggi dan termasuk dalam rentang resistivitas pasir. lapisan ini berpotensi sebagai akuifer tertekan.



Gambar 15 Interpretasi hasil pengukuran di GL-03.

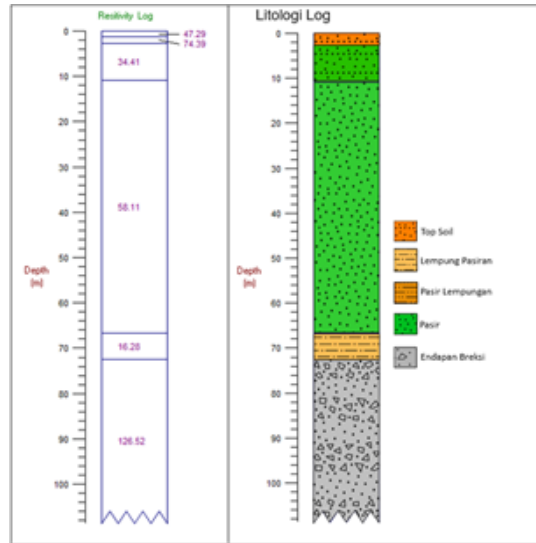
4.2.4 | Titik GL-04



Gambar 16 Data hasil pengukuran di titik GL-04.

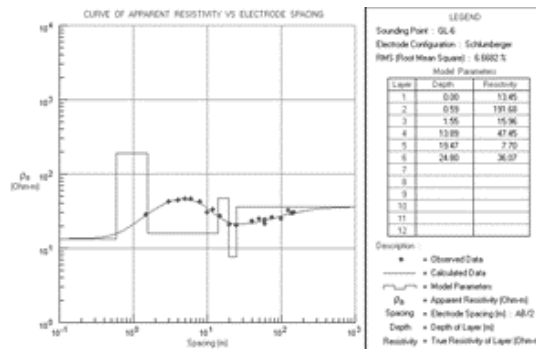
Data hasil observasi pada titik GL-04 memiliki rentang 49,989 – 75,076 ohm m. Kurva grafik kalkulasi menunjukkan adanya nilai resistivitas yang cenderung sama namun nilai resistivitas perlahan naik setelah menempuh setengah dari kedalaman. Proses inversi memprediksi terdapat 6 lapisan, dan didapatkan error 2,1215%. lapisan pertama memiliki resistivitas sebesar 47,29 ohm m, lapisan kedua 74,39 ohm m, lapisan ketiga sebesar 34,41 ohm m, lapisan keempat sebesar 58,11 ohm m, lapisan kelima 16,28 ohm m, lapisan kelima 126,52 ohm m.

Top soil pada titik ini berupa tanah yang ada dipermukaan dan memiliki ketebalan 2 meter. Pada kedalaman 2 – 66 meter diduga merupakan lapisan pasir. Hal ini ditandai dengan nilai resistivitas yang mengecil dan masuk dalam rentang resistivitas pasir. lapisan ini memiliki ukuran rongga antar butir yang relatif besar, sehingga mudah meloloskan air. Lapisan ini berperan sebagai akuifer bebas, dan dapat terisi oleh airtanah saat musim penghujan. Kandungan air tanah akan semakin berkurang apabila memasuki musim kemarau. Pada kedalaman 68 – 72 meter diduga terdapat lapisan lempung pasiran dengan nilai resistivitas yang mengecil. Lapisan ini memiliki ukuran rongga antar butir yang relatif kecil, sehingga sulit untuk meloloskan air. Lapisan ini berperan sebagai lapisan penahan laju air secara vertikal. Pada kedalaman 72 hingga 108 meter diduga terdapat lapisan endapan breksi dari lapukan batuan dasar. Lapisan ini dapat menjadi akuifer atau akuitar bergantung tingkat kompaksi, dan sementasi.



Gambar 17 Interpretasi hasil pengukuran di GL-04.

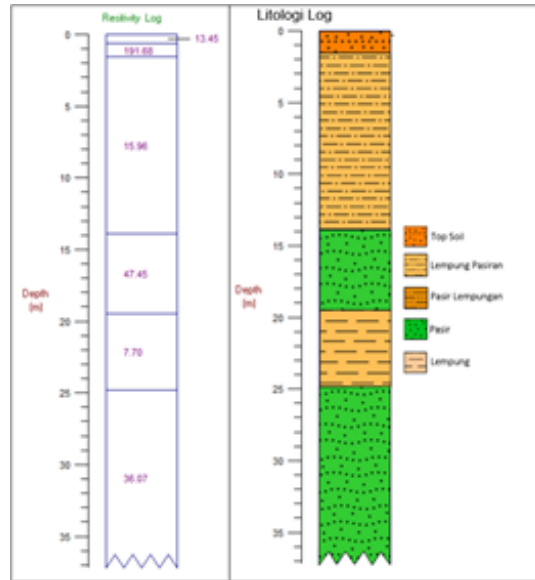
4.2.5 | Titik GL-06



Gambar 18 Data hasil pengukuran di titik GL-06.

Data hasil observasi pada titik GL-06 memiliki rentang 28,201 – 30,418 ohm m. Kurva grafik kalkulasi menunjukkan adanya kenaikan nilai resistivitas di awal hingga pertengahan dilanjutkan dengan nilai resistivitas yang cenderung stabil seiring bertambahnya kedalaman. Proses inversi memprediksi terdapat 6 lapisan, dan didapatkan error 6,6682%. lapisan pertama memiliki resistivitas sebesar 13,45 ohm m, lapisan kedua 191,68 ohm m, lapisan ketiga sebesar 15,96 ohm m, lapisan keempat sebesar 47,45 ohm m, lapisan kelima 7,70 ohm m, lapisan kelima 36,07 ohm m.

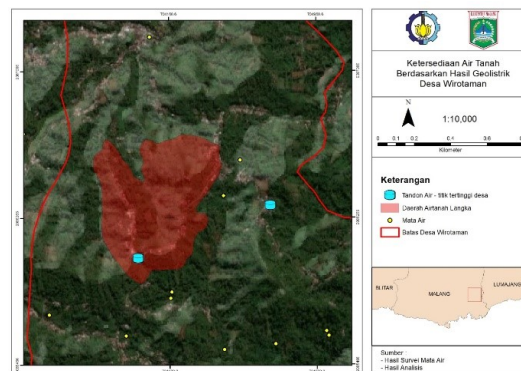
Top soil pada titik ini berupa tanah yang ada dipermukaan dan memiliki ketebalan 1,5 meter. Pada kedalaman 2 hingga 14 meter, diduga terdapat litologi lempung pasiran dengan karakteristik nilai resistivitas yang kecil. Lapisan ini memiliki ukuran rongga antar butir cukup kecil, dan mampu meloloskan air dengan lambat. Pada kedalaman 14 – 19 meter diduga terdapat lapisan pasir. Lapisan pasir mampu meloloskan air dengan mudah dengan ukuran rongga antar butirnya, sehingga dapat berperan sebagai akuifer. Pada kedalaman 19 – 25 meter diduga merupakan lapisan lempung dengan karakteristik nilai resistivitas yang relatif kecil. lempung memiliki ukuran rongga antar butir yang kecil sehingga sulit untuk meloloskan air. Lapisan lempung berperan sebagai lapisan penahan atau penjebak air. Pada kedalaman 25 – 37 meter diduga merupakan lapisan pasir. Pada kedalaman ini lapisan pasir berperan sebagai akuifer tertekan dan tidak dapat surut ketika musim kemarau.



Gambar 19 Interpretasi hasil pengukuran di GL-06.

5 | DISKUSI

Hasil kajian ini merupakan analisis terhadap hasil survei geologi, survei sumur, dan pengukuran geolistrik di desa Wirotaman. Selain itu, terdapat hasil survei mata air oleh tim kedua KKN ITS – Wirotaman, yang dijadikan bahan tambahan pertimbangan dalam hasil kajian. Berdasarkan laporan warga, terdapat daerah yang mengalami sulit air yakni pada titik tandon air dan beberapa rumah di sekitarnya. Hal tersebut dikarenakan distribusi air pada jaringan pipa mengalami kesulitan saat mencapai titik tertinggi desa, selain itu pasokan air PDAM hanya mengandalkan penyaluran secara gravitasi untuk menyuplai air ke Desa Wirotaman. Daerah yang dilaporkan mengalami sulit air memiliki elevasi yang relatif tinggi di desa, yakni dengan ketinggian di atas 540 meter (berdasarkan DEM).

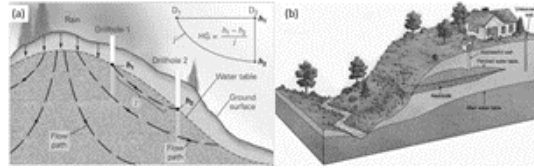


Gambar 20 Daerah yang dilaporkan kurang mendapat suplai (sulit) air tanah.

Di daerah yang dilaporkan mengalami sulit airtanah tertera pada Gambar (20). berdasarkan hasil wawancara telah dilakukan pemboran dalam (>40 meter) dan air yang didapat dirasa kurang cukup sehingga sumur bor tidak digunakan kembali. Selain itu, di dekat titik akuisisi GL-04, terdapat warga yang membuat sumur gali hingga kedalaman 33 meter, namun tidak ada air yang muncul dari dalam tanah. Meninjau data hasil akuisisi pada titik GL-04, litologi yang terekam pada titik tersebut diinterpretasikan sebagai pasir dari kedalaman 2 – 66 meter, dan kemudian terdapat lapisan lempung pasiran. Pasir dapat berperan sebagai akuifer,

sehingga saat terjadi hujan sebagian air dapat mengalami perkolasi menuju lapisan ini, dan menempati sisi terbawah akuifer tepat di atas lapisan lempung pasir.

Air di dalam tanah dapat mengalami, baik secara mendatar maupun tegak. Air akan mengalir di dalam tanah sesuai akibat gaya gravitasi, sehingga air akan mengalir ke elevasi akuifer yang lebih rendah. Airtanah dapat diam di dalam batuan apabila dikelilingi oleh batuan yang tidak dapat meloloskan air, atau berada di atas lapisan tersebut sehingga airtanah terjebak dan tidak mengalami pergerakan.



Gambar 21 Ilustrasi aliran air dalam tanah (a) mengalami pergerakan mengikuti gravitasi, (b) terjebak dalam lapisan yang tidak dapat meloloskan air.

Aliran air dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi litologi atau batuan di dalam tanah. Batuan yang memiliki kelulusan tinggi, dapat mengalirkan air dengan mudah. Sedangkan batuan yang memiliki kelulusan rendah, akan sulit mengalirkan air. Manusia tidak dapat mengetahui langsung jenis batuan yang ada di dalam tanah, sehingga diperlukan survei geologi untuk memperkirakan jenis batuan di bawah permukaan. Selain itu, untuk mengurangi ketidakpastian jenis batuan bawah permukaan maka perlu dilakukan pengukuran geofisika. Setelah dilakukan pengukuran geofisika, ketidakpastian dugaan jenis batuan bawah permukaan dapat dikurangi, dan dapat diperkirakan jenis batuan yang menyusun suatu daerah. Air dalam tanah akan mengalir mengikuti gravitasi, melewati celah atau rongga antar butir pada batuan.

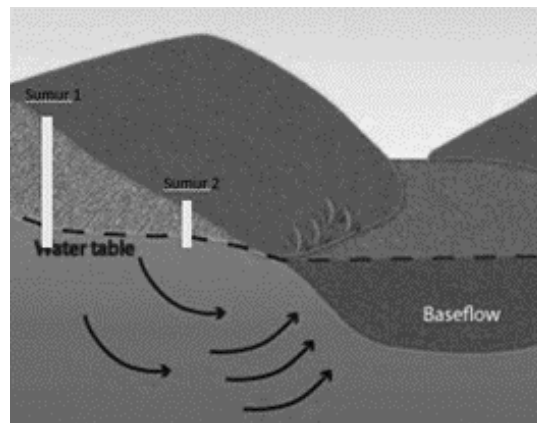
Daerah sulit air di desa Wirotaman memiliki elevasi yang relatif tinggi, sehingga apabila air tertampung di akuifer, air di dalam tanah akan mengalir ke elevasi yang lebih rendah. Mengingat GL-04 memiliki akuifer yang cukup tebal, air dapat dengan mudah mengalir dalam tanah menuju elevasi yang lebih rendah. Air yang mengalir mengikuti gravitasi dapat tertampung dalam batuan yang memiliki elevasi yang lebih rendah, sehingga pada elevasi rendah tidak diperlukan penggalian sumur yang terlalu dalam untuk mencapai muka airtanah. Hal tersebut terbukti pada RT 3 yang memiliki elevasi rendah (500 – 503 meter).

Sumur di RT 3 hanya memerlukan kedalaman <10 meter, untuk menggapai muka air yang berada di kedalaman 5-7 meter. Sedangkan pada daerah yang memiliki elevasi relatif tinggi (elevasi 560 meter), seperti RT 9 di pemukiman yang dekat dengan SDN Wirotaman 2, kedalaman sumur untuk mencapai muka airtanah memerlukan penggalian hingga 23 – 27 meter. Di daerah yang relatif tinggi, seperti pada RT 11, atau pemukiman yang berada di sekitar tandon air desa (Elevasi 590 meter), tidak dapat menemukan muka air di kedalaman 30 meter.



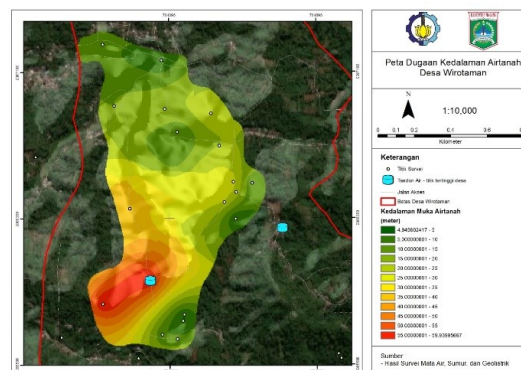
Gambar 22 Kondisi sumur di RT 9 yang telah ditutup karena kurang mampu menyuplai air (a), sumur di RT 3 dengan kedalaman 5 meter.

Untuk menggapai muka air di titik GI-04, diperlukan pembuatan sumur mencapai kedalaman lapisan berkelulusan rendah (lempung pasir), yakni pada kedalaman 60 meter. akan tetapi hal tersebut tidak dapat menjamin bahwa di musim kemarau suplai air dapat mencukupi, mengingat suplai air hujan yang mengecil dan air dapat mengalir ke elevasi yang lebih rendah di dalam tanah. Pemukiman yang berada di dekat tandon air memiliki beda elevasi 20 meter dari titik GL-04, sehingga untuk mencapai muka air, diperlukan sumur yang lebih dalam yakni 80 meter untuk menggapai muka airtanah. Ilustrasi untuk menjelaskan konsep ini tertera pada Gambar (??). Sumur 1 dengan elevasi dataran yang relatif tinggi memerlukan penggalian yang lebih dalam untuk mencapai muka air, sedangkan sumur 2 akan menggali lebih dangkal karena jarak antara muka dataran dan muka air tanah relatif dangkal.



Gambar 23 Ilustrasi model kedalaman muka air terhadap muka sumur.

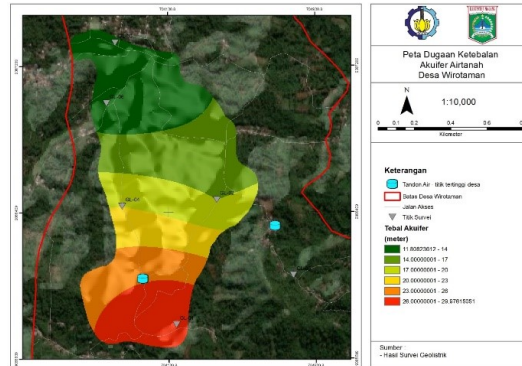
Melalui pengukuran geolistrik yang telah dilakukan, dapat diperkirakan kedalaman muka air tanah dan ketebalan akuifer pada setiap titik yang diukur. Perhitungan kedalaman muka air tanah menggunakan 5 data mata air, 5 data hasil pengolahan geofisika, dan 10 data Riwayat kedalaman sumur. Sebaran perkiraan kedalaman muka air tanah dibatasi oleh titik akuisisi geolistrik sebagai kontrol interpolasi. Berikut hasil perkiraan kedalaman muka air tanah di Desa Wirotaman berdasarkan survei geologi, geolistrik, data sumur, dan data mata air.



Gambar 24 Peta dugaan kedalaman airtanah Desa Wirotaman.

Muka air tanah dapat mengalami perubahan seiring pergantian waktu, terutama saat pergantian musim. Saat musim penghujan, air dapat mengisi lapisan batuan berkelulusan tinggi, sehingga muka air tanah akan lebih dangkal. Saat musim kemarau, suplai air akan lebih sedikit, dan menyebabkan muka airtanah semakin dalam^[11]. Untuk mengetahui ketebalan akuifer, data hasil

pengolahan geolistrik dapat dimuat ulang dalam bentuk peta. Hasil pengukuran geolistrik dari GL-1, hingga GL-6 diberikan pada Gambar (25).

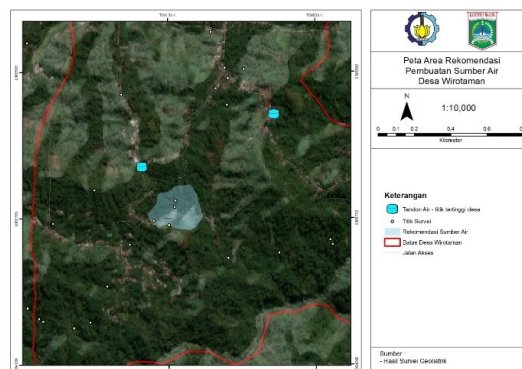


Gambar 25 Peta dugaan ketebalan akuifer Desa Wirotaman.

Peta dugaan ketebalan di atas diharapkan dapat menjadi acuan dalam mempertimbangkan pembuatan titik sumber penyuplai air perpipaan^[12]. Pembuatan kedalaman sumur dapat mengacu pada peta dugaan kedalaman muka airtanah dan peta dugaan ketebalan akuifer Desa Wirotaman.

6 | KESIMPULAN

Berdasarkan kajian geologi, dan geofisika, survei mata air dan survei sumur pembuatan sumur, didapatkan peta dugaan kedalaman muka air tanah dan peta dugaan ketebalan akuifer. Dalam memenuhi persediaan air yang sulit di RT 11 yang berada di titik tertinggi desa, dapat dilakukan pembuatan sumur, atau pemipaan dari mata air di area yang memiliki muka airtanah yang relatif dangkal, dan memiliki akuifer yang tebal. Area tersebut berada di RT 12. Perlu diketahui bahwa perbedaan elevasi antara RT 12 dan titik tertinggi desa mencapai 70 meter, sehingga metode pengaliran air ke titik yang membutuhkan persediaan air dapat disesuaikan dengan kemampuan dan kondisi desa.



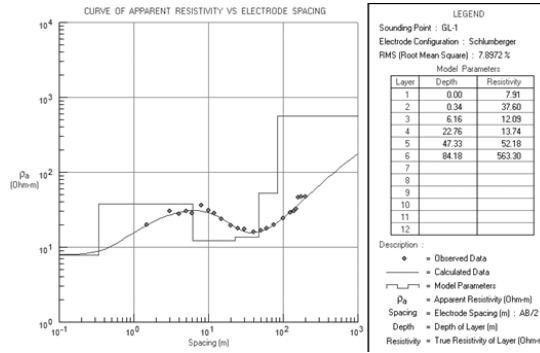
Gambar 26 Area rekomendasi pembuatan sumur desa.

Pembuatan sumber air dalam menyuplai titik tertinggi desa dapat menggunakan sumur dengan kedalaman pemompaan 20-30 meter, mengingat muka air tanah berada di kedalaman penggalian 11 meter dan ketebalan akuifer yang mencapai 29 meter.

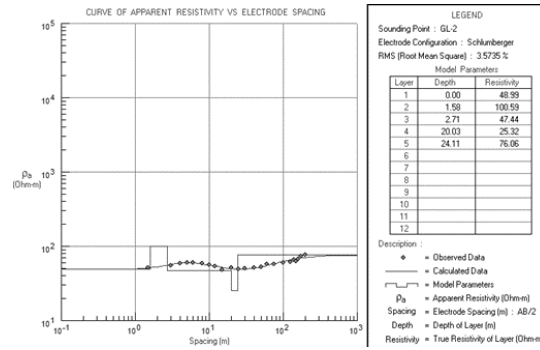
7 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini didukung oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember, serta dukungan teknis oleh Departemen Teknik Geofisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

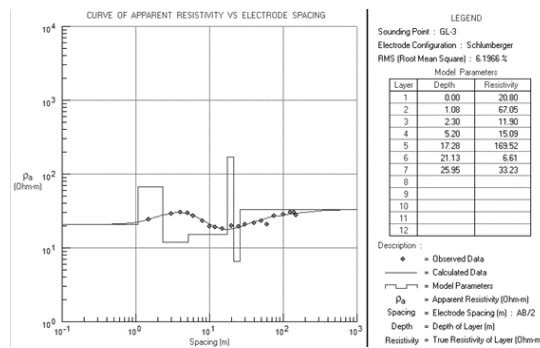
8 | LAMPIRAN



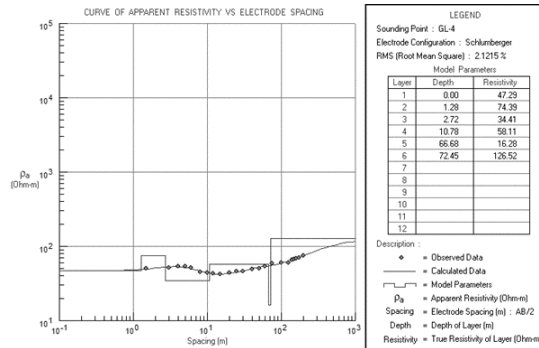
Gambar 27 Data hasil pengukuran di titik GL-01.



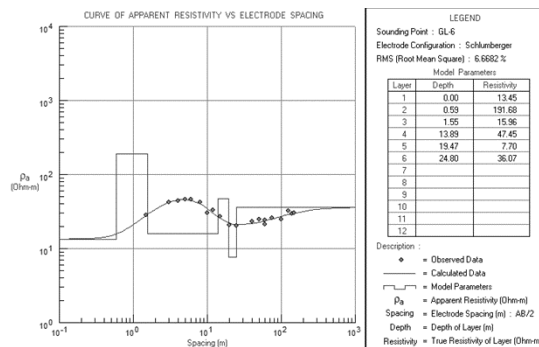
Gambar 28 Data hasil pengukuran di titik GL-02.



Gambar 29 Data hasil pengukuran di titik GL-03.



Gambar 30 Data hasil pengukuran di titik GL-04.



Gambar 31 Data hasil pengukuran di titik GL-06.

Referensi

1. R W. Ulasan Guncangan Tanah Akibat Gempabumi Barat Daya Malang, Jawa Timur. <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=ulasan-guncangan-tanah-akibat-gempabumi-barat-daya-malang-jawa-timur-10-april-2021&lang=IDs=detil> 2021;
2. Hestyarini F. Desa Wirotaman di Kecamatan Ampelgading, paling parah terdampak gempa selatan Malang. <https://rmiid/baca-berita/nasional/71653/desa-wirotaman-di-kecamatan-ampelgading-paling-parah-terdampak-gempa-selatan-malang> 2021;
3. ITS, Online. Mawapres ITS lakukan pengabdian masyarakat untuk korban gempa di Jatim. <https://www.wits.ac.id/news/2021/05/04/mawapres-its-lakukan-pengabdian-masyarakat-untuk-korban-gempa-di-jatim/> 2021;
4. Arwananda AP, Lestari W, Rochman JPGN, Husein A. Efek Patahan Watukosek Pada Geomorfologi Kali Porong dengan Metode Tahanan Jenis 2-D. *Jurnal Geosaintek* 2016;2(3):151–156.
5. Widodo A, Syaifuddin F, Warnana D, Rochman J, Ariyanti N, Lestari W, et al. Data Acquisition of 2D Geophysical Resistivity Methods with Dipole-Dipole Configuration for Identification the Subsurface Brick Stone Sites of Kadipaten Terung Sidoarjo. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 546 IOP Publishing; 2019. p. 022034.
6. Iswahyudi A, Prabawa SE, Warnana DD, Rochman J. Pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis untuk Menentukan Letak Akuifer Air Bawah Tanah (Studi Kasus: Kecamatan Airmadidi, Kabupaten Minahasa Utara). In: *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah X (ATPW)*; 2017. .
7. Eugene-Okorie JO, Obiora DN, Ibuot JC, Ugbor DO. Geoelectrical investigation of groundwater potential and vulnerability of Oraifite, Anambra State, Nigeria. *Applied Water Science* 2020;10(10):1–14.

8. Alabi A, Bello R, Ogungbe A, Oyerinde H. Determination of groundwater potential in Lagos State University, Ojo; using geoelectric methods (vertical electrical sounding and horizontal profiling). *Rep Opin* 2010;2(5):68–75.
9. Van Bemmelen Rv. *The Geology of Indonesia. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, The Hague, Martinus Nijhoff 1949;1.
10. Supriyadi TNF, Susanto H. *Vertical Electrical Sounding Survey to Determine Groundwater Potential in Sekaran, Gunungpati, Semarang, Indonesia 2020*;
11. Hendrayana H. *Ketahanan Air-Pengelolaan Airtanah di Indonesia*. Yogyakarta: Sleman Groundwater Basin 2015;.
12. Herlambang A, Indriatmoko RH. *Pengelolaan Air Tanah dan Intrusi Air Laut*. *Jurnal Air Indonesia* 2018;1(2).

Cara mengutip artikel ini: Nur Rochman, J.P.G., Abdulah, F., Putra, A.M., Priyambodo, I.A., Haidar, M., (2022), Pemetaan Potensi Air Tanah Menggunakan Geolistrik di Daerah Pasca Gempa Studi Kasus Desa Wirotaman, Kecamatan Ampelgading, Kabupaten Malang, *Jurnal Sewagati*, 6(3):333–350.