TUGAS AKHIR – SF184801

IDENTIFIKASI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING* DI DESA NGLUTUNG, KECAMATAN SENDANG, TULUNGAGUNG

Mega Kumalasari
NRP 01111640000023

Dosen Pembimbing:
Dr. Sungkono

Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

TUGAS AKHIR – SF184801

IDENTIFIKASI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING* DI DESA NGLUTUNG, KECAMATAN SENDANG, TULUNGAGUNG

Mega Kumalasari
NRP 01111640000023

Dosen Pembimbing:
Dr. Sungkono

Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

FINAL PROJECT – SF184801
IDENTIFICATION OF GROUND WATER WITH VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING METHOD IN NGLUTUNG, SENDANG, TULUNGAGUNG

Mega Kumalasari
NRP 01111640000023

Advisor:
Dr. Sungkono

Departement of Physics
Faculty of Science and Data Analytics
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

"Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING* DI DESA NGLUTUNG, KECAMATAN SENDANG, TULUNGAGUNG

Disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir Program Strata 1
Departemen Fisika,
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:
MEGA KUMALASARI
NRP 01111640000023

Disetujui oleh tim pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Dr. Sungkono

NIP. 19850702 201404.1.002 (.....)

Surabaya, Agustus 2020

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
DEPARTEMEN FISIKA

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

IDENTIFIKASI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING* DI DESA NGLUTUNG, KECAMATAN SENDANG, TULUNGAGUNG

Nama : Mega Kumalasari
NRP : 01111640000023
Departemen : Fisika, Fakultas Sains dan Analitika Data ITS
Pembimbing : Dr. Sungkono

Abstrak

Kabupaten Tulungagung mengalami kekeringan di akhir tahun 2019, salah satunya adalah Desa Nglutung, Kecamatan Sendang, Kabupaten Tulungagung. Namun secara geografis, Desa Nglutung berada pada Formasi Gunungapi Wilis yang tersusun atas breksi gunung api, lava andesit dan tuff. Formasi ini diduga memiliki potensi air tanah yang baik. Oleh sebab itu, metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) konfigurasi *Schumblerger* digunakan untuk mengidentifikasi air tanah di desa tersebut. Pengukuran dan analisa data VES dilakukan di 10 titik untuk mendapatkan nilai resistivitas bawah permukaan. Hasil analisa data menunjukan bahwa akuifer air tanah diduga terdapat pada lapisan batuan tuff dan breksi dengan resistivitas 1,97−114 Ωm pada kedalaman antara 0−84,35 meter, sedangkan lapisan kedap air dianggap sebagai lava andesit dengan nilai resistivitas 115−887 Ωm. Kedalaman akuifer air tanah ini sesuai dengan kedalaman sumur air tanah penduduk setempat.

Kata Kunci: Air Tanah, Akuifer, Resistivitas, VES

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

IDENTIFICATION OF GROUND WATER WITH VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING METHOD IN NGLUTUNG, SENDANG, TULUNGAGUNG

Name : **Mega Kumalasari**
NRP : **01111640000023**
Departemen : **Fisika, Faculty of Science and Data Analytics ITS**
Advisor : **Dr. Sungkono**

Abstract

Tulungagung Regency experienced a drought at the end of 2019, one of that was Nglutung Village, Sendang District, Tulungagung Regency. But geographically, Nglutung Village is in the Wilis Volcano Formation which is composed of volcanic breccia, andesite lava and tuff. This formation has good groundwater potential. Therefore, the Vertical Electrical Sounding (VES) Schumblerger configuration method is used to identify groundwater in the village. Measurement and analysis of VES data were carried out at 10 points to get subsurface resistivity values. The results of data analysis show that groundwater aquifers contained in the tuff and breccias layers with a resistivity of 1.97−114 Ωm at depths between 0−84.35 meters, while the impermeable layer is considered an andesite lava with a resistivity value of 115−887 Ωm. The depth of the groundwater aquifer corresponds to the depth of the local groundwater wells.

Keywords: Aquifer, Groundwater, Resistivity, VES

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Fisika FSAD ITS dengan judul: **"Identifikasi Air Tanah Menggunakan Metode *Vertical Electrical Sounding* di Desa Nglutung, Kecamatan Sendang, Tulungagung".**

Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Sungkono selaku dosen pembimbing Tugas Akhir sekaligus dosen wali yang dengan sabar selalu membimbing, memberikan saran, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar.
2. Bapak Mulyadi dan Alm. Ibu Siti Zaenab selaku orang tua, serta kakak saya Agung Budi Laksono yang selalu memberikan doa dan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Staff pengajar Departemen Fisika dan Laboran Laboratorium Geofisika ITS yang memberikan fasilitas kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Mbak Elok Galih dan keluarganya yang dengan baik hati memberikan fasilitas tempat tinggal dan makan kepada penulis dan tim selama pengambilan data Tugas Akhir di Tulungagung.
5. Bramantya Ramadanti, Audi Dian Bakti, Nugraha Agung Wicaksono, Yozi Reci Manda, dan M. Thoriq Cholidi selaku tim yang dengan ikhlas membantu penulis selama pengambilan data di Tulungagung.
6. M. Rifky Ramadan Azmi dan Anang Setyo Aji Widodo yang telah membantu dalam pembuatan ulang gambar yang dibutuhkan penulis.

7. Teman-teman Laboratorium Geofisika Nandika, Mufidah, Eden, Zaim, Lilid, Reni, dan Aris yang menemani dan memberi semangat kepada penulis.
8. Teman-teman Sirius 2016 dan PSM yang memberikan warna selama kuliah hingga penyusunan Laporan Tugas Akhir kepada penulis.

Penulis menyadari akan keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan, maka dari itu penulis berharap akan menerima kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat dan memberikan inspirasi bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2020

Penulis
Mega Kumalasari

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Abstrak vii
Abstract ix
KATA PENGANTAR..... xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR TABEL..... xv
DAFTAR GAMBAR xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan..... 2
1.4 Batasan Masalah..... 2
1.5 Sistematika Penulisan 3
BAB II DASAR TEORI..... 5
2.1 Geologi Regional Tulungagung 5
2.2 Air Tanah 6
2.3 Resistivitas Batuan 8
2.4 Metode Geolistrik Resistivitas 10
2.5 Konfigurasi *Schlumberger* 11
2.6 Resistivitas Semu 13
2.7 Pemodelan kedepan VES..... 14
BAB III METODOLOGI 15
3.1. Peralatan yang Dibutuhkan..... 15
3.2. Langkah-langkah Penelitian..... 15
3.2.1. Kajian Literatur 15

3.2.2. Survey Awal 16
3.2.3. Akuisisi Data 16
3.2.4. Pengolahan Data 17
3.2.5. Interpretasi Data..... 18
BAB IV HASIL PENELITIAN..... 19
4.1 Analisa Data..... 19
4.2 Interpretasi Data..... 21
BAB V KESIMPULAN..... 27
DAFTAR PUSTAKA 29
BIOGRAFI PENULIS 33
Lampiran 1 Analisa Data VES 35
Lampiran 2 Tabel Interpretasi 39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sebaran lapisan berdasarkan tahanan jenis (Telford et al., 1990)..... 9

Tabel 4. 1 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 1 22

Tabel L2. 1 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 1 39
Tabel L2. 2 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 2 39
Tabel L2. 3 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 3 39
Tabel L2. 4 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 4 40
Tabel L2. 5 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 5 40
Tabel L2. 6 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 6 40
Tabel L2. 7 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 7 40
Tabel L2. 8 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 8 41
Tabel L2. 9 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 9 41
Tabel L2. 10 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 10 41

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta geologi regional Tulungagung 6
Gambar 2. 2 Siklus Hidrologi (dimodifikasi dari Raghunath, 2006) 7
Gambar 2. 3 Jenis akuifer (dimodifikasi dari Raghunath, 2006). 8
Gambar 2. 4 Pola aliran arus dan bidang ekipotensial terhadap dua elektroda arus. 10
Gambar 2. 5 Konfigurasi schlumberger 11
Gambar 2. 6 Resistivitas semu 13

Gambar 3. 1 Diagram alir 15
Gambar 3. 2 Posisi pengukuran VES 16
Gambar 3. 3 Hasil analisa data VES menggunakan software IP2win; a) kurva fitting data VES dan model bawah permukaan; b) parameter bawah permukaan. 17

Gambar 4. 1 Hasil pengolahan data salah satu titik pengukuran20
Gambar 4. 2 Hasil resistivitas 2D pada Titik 1−10 23
Gambar 4. 3 Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan di lokasi pengukuran 24

Gambar L1. 1 Hasil pengolahan data pada Titik 1 35
Gambar L1. 2 Hasil pengolahan data pada Titik 2 35
Gambar L1. 3 Hasil pengolahan data pada Titik 3 35
Gambar L1. 4 Hasil pengolahan data pada Titik 4 36
Gambar L1. 5 Hasil pengolahan data pada Titik 5 36
Gambar L1. 6 Hasil pengolahan data pada Titik 6 36
Gambar L1. 7 Hasil pengolahan data pada Titik 7 37
Gambar L1. 8 Hasil pengolahan data pada Titik 8 37
Gambar L1. 9 Hasil pengolahan data pada Titik 9 37
Gambar L1. 10 Hasil pengolahan data pada Titik 10 37

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan hal yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan manusia yang secara umum digunakan untuk minum, masak, mandi, mencuci, dan lain-lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, terdapat dua jenis air yang dapat digunakan, yaitu: air tanah dan air permukaan. Kualitas dari air tanah umumnya lebih baik dari pada air permukaan, sebab kualitas air permukaan tergantung pada sungai dan curah hujan. Oleh karena itu, air tanah banyak dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat, khususnya di pedesaan. Namun demikian, banyak daerah di Indonesia yang kekurangan air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Pada akhir tahun 2019, terdapat 9 Desa di Kabupaten Tulungagung yang mengalami kekurangan air bersih, dan Desa Nglutung, Kecamatan Sendang salah satunya (DetikNews, 2019). Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, banyak warga yang berburu air dari sisa genangan sungai (CNN, 2019). Dengan kondisi ekonomi warga yang rendah, untuk mendapatkan air bersih seperti dari perusahaan daerah air minum (PDAM) dan air galon sangatlah sulit. Konsekuensinya, penduduk desa mengambil air "bersih" untuk kebutuhan sehari-hari dari sumur yang jauh dari tempat tinggal, baik itu untuk mandi, mencuci, bahkan untuk minum.

Desa Nglutung ini, secara geografis berada di kaki gunung Wilis yang berada pada formasi batuan gunung api wilis, yang tersusun atas breksi gunung api, lava andesit dan tuf. Lapisan breksi gunung api dan tuf diindikasikan sebagai akuifer, sedangakan lava andesit sebagai akuifug. Potensi air tanah dapat diketahui melalui analisa data geolistrik resistivitas, khususnya vertical electrical sounding (VES) yang terukur menggunakan konfigurasi Schlumberger. Metode VES banyak diterapkan untuk penggambaran zona akuifer, karena metode ini dapat memberikan representasi bawah permukaan yang akurat dengan nilai

kedalamannya (Choudhury et al., 2017). Selain itu, biaya operasional metode VES termasuk murah, dan ketika untuk mendapatkan jangkauan kedalaman yang lebih besar maka hanya dengan melakukan penambahan jarak terhadap bentangan elektroda arus dan elektroda potensial (Grandis, 2012). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, metode VES digunakan untuk mengidentifikasi kedalaman air tanah di Desa Nglutung, Kec. Sendang, Kab. Tulungagung.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diselesikan dalam penelitian ini antara lain:

1. Berapa nilai resistivitas reservoir air tanah di Desa Nglutung, Kec. Sendang, Kab. Tulungagung?
2. Berapakah kedalaman reservoir air tanah di Desa Nglutung, Kec. Sendang, Kab. Tulungagung?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang dijelaskan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan nilai resistivitas reservoir air tanah di Desa Nglutung, Kec. Sendang, Kab. Tulungagung.
2. Menentukan kedalaman reservoir air tanah di Desa Nglutung, Kec. Sendang, Kab. Tulungagung

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebegai berikut:

1. Pengukuran data VES menggunakan konfigurasi Schlumberger
2. Analisa data VES dilakukan menggunakan Software IP2Win

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari urutan sebagai berikut:

1. **Bab I Pendahuluan**, berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika laporan.
2. **Bab II Dasar Teori**, berisi tentang teori-teori yang menjadi landasan dilakukannya penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
3. **Bab III Metodologi**, berisi tentang lokasi penelitian, peralatan, tahapan kerja, metode yang digunakan, dan metode analisis pada data yang didapat.
4. **Bab IV Analisa Data dan Pembahasan**, berisi tentang analisis, interpretasi, serta pembahasan mengenai data yang didapat dari akuisisi lapangan.
5. **Bab V Penutup**, berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Geologi Regional Tulungagung

Secara geografis Kabupaten Tulungagung memiliki luas wilayah sebesar 1.055,65 Km^2 yang terletak diantara 111°43' – 112°07' Bujur Timur dan 7°51'–8°18' Lintang Selatan. Batas-batas wilayah Kabupaten Tulungagung yaitu di sebelah utara terdapat Kabupaten Kediri, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Blitar, sebelah selatan terdapat Samudra Indonesia, dan sebelah barat adalah Kabupaten Trenggalek.

Kabupaten Tulungagung terdiri dari 19 kecamatan, 257 desa dan 14 kelurahan. Bagian utara Kabupaten Tulungagung merupakan daerah pegunungan yang relatif subur (bagian tenggara dari pegunungan Wilis). Daerah ini, mencakup 25% dari luas kabupaten. Sedangkan bagian selatan Tulungagung merupakan daerah pegunungan yang relatif tandus, namun kaya akan bahan tambang. Daerah ini merupakan bagian dari pegunungan kapur selatan dan mencakup 40% dari luas kabupaten. Bagian tengah merupakan dataran rendah yang subur, dilalui oleh Sungai Brantas dan Kali Ngrowo yang mencakup 35% dari luas kabupaten (BAPPEDA, 2015).

Di Kabupaten Tulungagung memiliki daerah dengan pengaliran sungai yang cukup luas dan membentuk suatu daerah aliran sungai (DAS). Kabupaten Tulungagung termasuk dalam DAS Brantas, yaitu adanya sungai-sungai kecil yang bermuara di Kali Brantas. Keadaan hidrologi Tulungagung ditentukan oleh adanya waduk, dam, mata air, pompa air dan sumur bor.

Untuk tipe iklim di wilayah Kabupaten Tulungagung secara umum termasuk tipe iklim hujan tropis dengan suhu berkisar antara 24−30^{0}C. Kelembaban udara berkisar antara 74−77% dan curah hujan tahunan rata-rata berkisar 2,155−3,292 mm (BAPPEDA, 2015).

Desa Nglutung, Kec. Sendang, Kab. Tulungagung, merupakan dataran sedang dengan ketinggian 500-700 meter di atas permukaan laut. Desa Nglutung termasuk pada daerah bagian utara

dari Kabupaten Tulungagung, bagian tenggara dari pegunungan Wilis dan memiliki struktur tanah yang cukup subur.

Kondisi geologi wilayah Daerah Desa Ngluntung, Kec. Sendang, Kab. Tulungagung termasuk pada lembar geologi Tulungagung (Samodra et al., 1992), yang dapat dimodifikasi sebagaimana pada Gambar 2.1. Berdasarkan peta tersebut, daerah penelitian dapat dibagi menjadi lima formasi geologi sebagai berikut (Samodra et al., 1992):

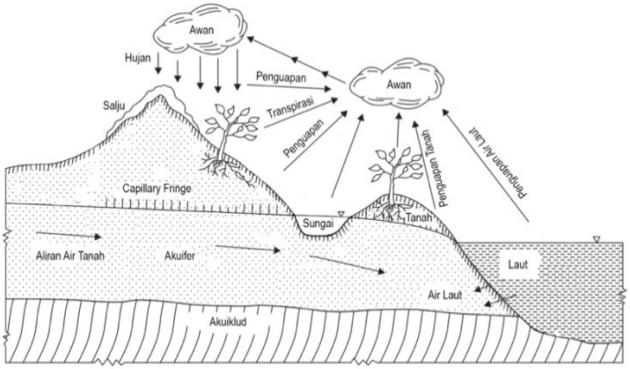
a. Alluvium: kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung, dan lumpur.
b. Batuan Gunung Api Wilis (OPWV): lava andesit basal, breksi gunung api, dan tuf.
c. Formasi Campurdarat (TMCL): batugamping hablur, batugamping berkarbon.
d. Formasi Arjosari (TOMA): breksi aneka bahan, batupasir, batulanau, batulempung, konglomerat.
e. Formasi Mandalika (TOMM): breksi gunungapi, lava dan tuf, batupasir, dan batulanau.

Gambar 2. 1 Peta geologi regional Tulungagung

2.2 Air Tanah

Air tanah merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah. Secara umum, air tanah merupakan hasil dari siklus hidrologi yang dapat dijelaskan melalui Gambar 2.2. Yakni, siklus hidrologi dimulai dari proses proses penguapan air dari permukaan

tanah menuju ke udara sehingga membentuk awan. Awan yang telah terbentuk turun ke bumi dalam bentuk hujan atau salju (tergantung pada cuaca atau iklim). Air yang jatuh ke bumi, kemudian mengalami proses masuknya cairan ke dalam tanah yang kemudian mengalir dari tanah ke waduk, danau, tempat penampungan, dan lainnya (Raghunath, 2006).



Gambar 2. 2 Siklus Hidrologi (dimodifikasi dari Raghunath, 2006)

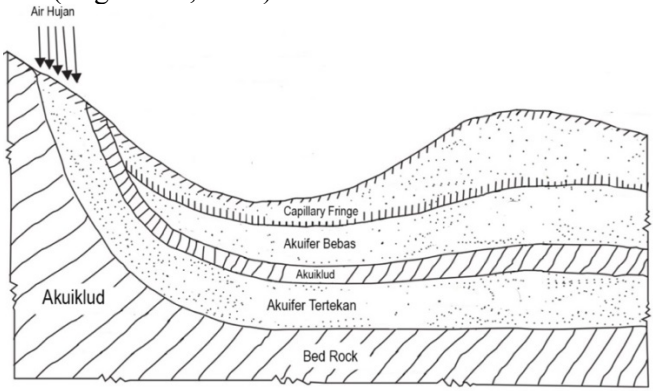
Kandungan air tanah pada suatu batuan di bawah permukaan sangat tergantung pada besarnya porositas dan permeabilitas batuan tempat air tanah tersebut. Porositas batuan dapat dideskrispsikan sebagai perbandingan antara pori-poridan volume batuan, sedangkan permeabilitas merupakan kemampuan suatu batuan dalam mengalirkan fluida. Pori-pori yang berada di bawah permukaan tanah terisi oleh air dan udara dengan jumlah yang berbeda-beda.

Selanjutnya, sifat-sifat (terkait dengan porositas dan permeabilitas) batuan terhadap air tanah dibedakan menjadi 4, sebagai berikut (Metwaly, 2012):

a. Akuifer: batuan yang dapat mengalirkan air cukup banyak, misalnya pasir, kerikil, batu pasir, batu gamping yang berlubang, dan lava yang retak-retak.
b. Akuiklud: batuan yang hanya dapat menyimpan air dan tidak dapat mengalirkannya.

c. Akuifug: batuan yang tidak dapat menyimpan dan tidak dapat mengalirkan air.
d. Akuitar: batuan yang dapat mengalirkan air dengan jumlah yang terbatas.

Selanjutnya, berdasarkan litologi batuan, akuifer air tanah dapat dibedakan menjadi 2 seperti pada Gambar 2.3, yaitu akuifer bebas dan akuifer tertekan. Akuifer bebas (*water table aquifer*) merupakan akuifer yang lapisan atasnya memiliki permeabilitas yang tinggi dan lapisan bawah adalah lapisan kedap air (contohnya: shale dan lempung), memiliki tekanan yang sama dengan atmosfer. Sedangkan, akuifer tertekan (*confined aquifer*) ialah akuifer yang dibatasi lapisan atas dan lapisan bawahnya dengan akuiklud atau lapisan kedap air dan memiliki tekanan lebih besar dari tekanan atmosfer (Raghunath, 2006).



Gambar 2. 3 Jenis akuifer (dimodifikasi dari Raghunath, 2006)

2.3 Resistivitas Batuan

Resistansi adalah daya hambat listrik suatu material ketika dialiri arus listrik yang bergantung pada ukuran dan geometri material tersebut, sedangkan resistivitas merupakan sifat atau kemampuan suatu jenis bahan untuk menghambat arus listrik. Dengan demikian resistansi tentu berbeda dengan resistivitas, dimana resistansi tidak hanya bergantung pada bahan namun juga

bergantung pada ukuran dan geometri bahan tersebut. Sehingga resistivitas batuan dapat diartikan sebagai sifat dari batuan yang menunjukkan kemampuan batuan tersebut untuk menghambat arus listrik (Niculescu, 2018).

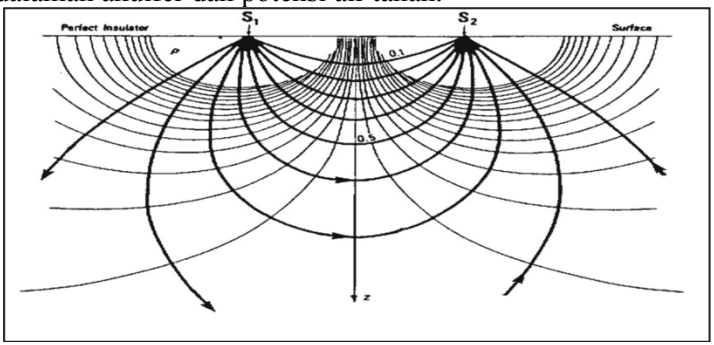
Tabel 2.1 menunjukkan bahwa nilai resistivitas tergantung pada jenis suatu batuan (Telford et al., 1990). Selian itu, resistivitas batuan juga berbanding terbalik dengan besarnya porositas, kedalaman sutau batuan, tekanan, densitas, temperatur, dan resistivitas dari fluida yang mengisi dari pori-pori batuan.

Tabel 2. 1 Sebaran lapisan berdasarkan tahanan jenis (Telford et al., 1990)

Material	**Resistivitas**
Udara	~
Pirit	0,01-100
Kwarsa	500-800000
Kalsit	$1x10^{12}$-$1x10^{13}$
Garam batu	30-$1x10^{13}$
Granit	200-10000
Andesit	$1,7x10^{2}$-$45x10^{4}$
Breksi	75-200
Basal	200-100000
Gamping	500-10000
Batu pasir	200-8000
Batu tulis	20-2000
Tufa	20-100
Pasir	1-1000
Lempung	1-100
Air tanah	0,5-300
Air asin	0,2
Magnetit	0,01-1000
Kerikil kering	600-10000
Aluvium	10-800
Kerikil	100-600

2.4 Metode Geolistrik Resistivitas

Metode Geolistrik adalah salah satu metode aktif geofisika untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan dengan mempelajari sifat aliran listrik pada batuan di bawah permukaan bumi. Metode resistivitas mempelajari tentang perbedaan resistivitas batuan dengan cara menentukan perubahan resistivitas terhadap kedalaman (Barounis and Karadima, 2011). Nilai resistivitas batuan yang diperoleh dari pengukuran lapangan merupakan nilai resistivitas semu yang memerlukan pengolahan data lebih lanjut untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya (Mohamaden et al., 2016). Hasil interpretasi digunakan untuk mengestimasi kedalaman akuifer dan potensi air tanah.



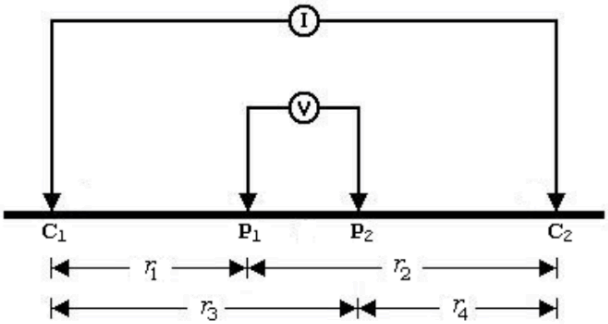
Gambar 2. 4 Pola aliran arus dan bidang ekipotensial terhadap dua elektroda arus.

Prinsip metode resistivitas yaitu arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, yang kemudian menimbulkan beda potensial melalui dua elektroda potensial. Apabila terdapat dua elektroda arus dengan jarak tertentu, maka potensial yang muncul pada sekitar titik pengukuran akan dipengaruhi oleh kedua elektroda tersebut. Pola aliran arus dan bidang ekipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan seperti pada Gambar 2.4. Dari hasil pengukuran dapat diperoleh variasi nilai resistivitas pada lapisan di bawah titik pengukuran (Syofyan, 2017).

2.5 Konfigurasi *Schlumberger*

Prinsip konfigurasi Schlumberger adalah jarak elektroda potensial (P_1P_2) dibuat sekecil-kecilnya sehingga jarak P_1P_2 secara teoritis tidak berubah. Namun karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak elektroda arus (C_1C_2) sudah relatif besar maka jarak P_1P_2 pun diubah lebih besar. Perubahan jarak P_1P_2 tidak lebih besar dari 1/5 jarak C_1C_2 seperti pada Gambar 2.5.

Keunggulan konfigurasi Schlumberger adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya sifat tidak homogen lapisan batuan pada permukaan, yaitu dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda $P_1P_2/2$. Kelemahan dari konfigurasi Schlumberger adalah pembacaan tegangan pada elektroda potensial semakin kecil seiring bertambahnya jarak elektroda arus yang semakin jauh (Ramadhan and Hidajat, 2017).



Gambar 2. 5 Konfigurasi *schlumberger*

Potensial di titik P_1 akibat elektroda arus C_1 dapat dihitung dengan persamaan,

$$V_{11} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right)\frac{1}{r_1} \tag{2.1}$$

Arus pada kedua elektroda adalah sama dan berlawanan arah, maka potensial di titik P_1 akibat elektroda C_2 dapat ditulis,

$$V_{12} = -\left(\frac{I\rho}{2\pi}\right)\frac{1}{r_2} \tag{2.2}$$

Maka potensial di titik P_1 akibat elektroda arus C_1 dan C_2 dapat ditulis,

$$V_{11} + V_{12} = \frac{I\rho}{2\pi}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (2.3)$$

Untuk potensial di titik P_2 akibat elektroda arus C_1 dan C_2 pun sama, yaitu,

$$V_{21} + V_{22} = \frac{I\rho}{2\pi}\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \quad (2.4)$$

Maka beda potensial yang terjadi antara titik P_1 dan P_2 adalah

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi}\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right] \quad (2.5)$$

Untuk mendapatkan nilai resistvitas perlu melibatkan faktor geometri (K) yang bergantung pada konfigurasi elektroda arus dan potensial. Resistivitas tersebut dapat ditulis dengan persamaan

$$\rho a = K\frac{\Delta V}{I} \quad (2.6)$$

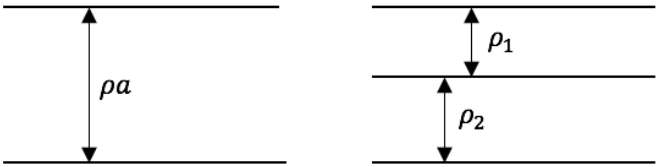
Dengan ρ_a menotasikan nilai resistivitas semu (Ωm), I mengindikasikan arus listrik (mA), ΔV adalah beda potensial (mV), dan K merupakan faktor geometri. Ditinjau dari persamaan 2.5 dan 2.6, maka nilai faktor geometri untuk konfigurasi schlumberger adalah (Sehah and Aziz, 2016):

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)} \quad (2.7)$$

Sistem analisa pada metode VES ini menggunakan pemodelan kedepan dengan pencocokan kurva secara manual, yaitu dengan *software* IP2win. Prinsip dasar yang digunakan pada *software* ini yaitu pencocokan kurva. Perubahan terhadap kemiringan kurva adalah indikasi terhadap perubaan nilai tahanan jenis, seangkan posisi kemiringan kurva adalah indikasi terhadap perubahan kedalaman tiap lapisan yang akan diinterpretasi pada tahap selanjutnya (Sudiar and Akmam, 2012). Hasil dari sistem analisa IP2win di antaranya adalah nilai tahanan jenis, kedalaman, dan ketebalan masing-masing lapisan bawah permukaan.

2.6 Resistivitas Semu

Bumi mempunyai sifat homogen isotropis. Sifat homogen isotropis adalah ketika arus mengalir di dalam bumi dan melewati material bumi maka akan memiliki nilai hambatan yang sama. Arus yang mengalir di dalam bumi membentuk setengah bola, dan arus yang mengalir pada setiap arah di radius atau jari-jari yang sama akan bernilai sama pula (Burger, 1992). Dengan menggunakan asumsi ini maka bumi dianggap memiliki satu lapisan saja, namun keadaan yang sebenarnya bumi terdiri dari lapisan-lapisan yang berbeda, dan seharusnya pun memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda pula. Maka dari itu resistivitas yang didapat dari penelitian (resistivitas semu) merupakan harga resistivitas yang dianggap untuk satu lapisan saja dan belum mewakili harga resistivitas lapisan-lapisan yang ada di bawah permukaan bumi.



Gambar 2. 6 Resistivitas semu

Pada Gambar 2.6, dimisalkan terdapat 2 lapisan dengan resistivitas berbeda ρ_1 dan ρ_2, maka dianggap sebagai lapisan yang homogen dan memiliki harga resistivitas yang sama (ρ_a). Resistivitas semu adalah resistivitas fiktif homogen yang sebanding dengan lapisan-lapisan yang ditinjau dan bergantung pada spasi elektroda (Abidin and Palili, 2011). Maka untuk mendapatkan resistivitas sebenarnya perlu dilakukan proses pengolahan data. Konduktansi pada lapisan homogen sebanding dengan jumlah konduktansi masing-masing lapisan yang dirumuskan dengan:

$$\sigma_a = \sigma_1 + \sigma_2 \tag{2.8}$$

sehingga perbandingan resistivitas semu dengan resistivitas perlapisan adalah:

$$\frac{1}{\rho_a} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} \tag{2.9}$$

2.7 Pemodelan kedepan VES

Pemodelan ke depan untuk metode geolistrik 1D atau VES dirumuskan dengan integral Hankel. Integral Hankel merepresentasikan tahanan jenis semu (ρ_a) yang dideskripsikan melalui persamaannya berikut:

$$\rho_a = s^2 \int_0^\infty T(\lambda) J_1(\lambda_s) \lambda d\lambda \tag{2.10}$$

dengan s adalah setengah jarak dari elektroda arus atau sebesar AB/2 untuk konfigurasi *schlumberger*, J_1 adalah fungsi Bessel orde 1 dan $T(\lambda)$ merupakan fungsi transformasi tahanan jenis yang estimasi melalui persamaan rekursif Pakeris (Martinez and Gonzalo, 2012) sebagai berikut:

$$T_k(\lambda) = \frac{T_{k+1} + \rho_k \tanh(\lambda h_k)}{1 + \frac{T_{k+1}(\lambda) \tanh(\lambda h_k)}{\rho_k}}; k = n-1, \dots, 1 \tag{2.11}$$

Dengan ρ_k dan h_k secara berurutan mendeskripsikan tahanan jenis dan ketebalan untuk lapisan ke k bawah permukaan. Parameter λ sebanding dengan spasi elektroda. Selanjutnya, Perhitungan $T_k(\lambda)$ ini dilakukan dari $k = n - 1$ menuju ke- $k = 1$. Saat $k = n - 1$, berlaku $T_k(\lambda) = \rho_k$.

Persamaan 2.11 dapat diselesaikan dengan mengunakan metode filter linier atau Filter Ghosh seperti persamaan …

$$\rho_a = \sum_k T_k(\lambda) f_k \tag{2.12}$$

dengan f_k adalah koefisien filter linier yang nilainya tergantung dari konfigurasi yang digunakan. Proses perhitungan pada Persamaan (2.12) melibatkan konvolusi antara koefisien filter dengan transformasi tahanan jenis $T_k(\lambda)$ (Martinez and Gonzalo, 2012).

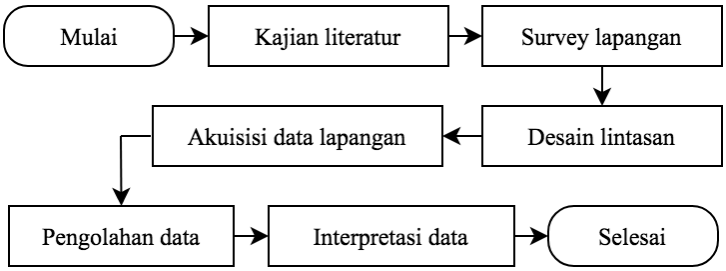
BAB III
METODOLOGI

3.1. Peralatan yang Dibutuhkan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: 1) seperangkat *resistivity meter* untuk mengukur resistivitas tiap titik lokasi pengukuran; 2) elektroda yang terdiri dari elektroda potensial dan elektroda arus; 3) kabel penghubung untuk menghubungkan elektroda dengan *resistivity meter*; 4) *Roll meter* untuk mengukur panjang lintasan serta untuk mengukur spasi antar elektroda potensial dan elektroda arus; 5) palu geologi untuk menancapkan elektroda ke tanah; 6) *global positioning system* (GPS) untuk mengetahui koordinat lokasi pengukuran data; 7) laptop untuk pengolahan data yang didapat.

3.2. Langkah-langkah Penelitian

Langkah kerja yang dilakukan pada penelitian seperti pada Gambar 3.1. Masing-masing bagian dari langkah kerja ini dapat dideskripsikan dalam Sub Sub Bab berikut:



Gambar 3. 1 Diagram alir

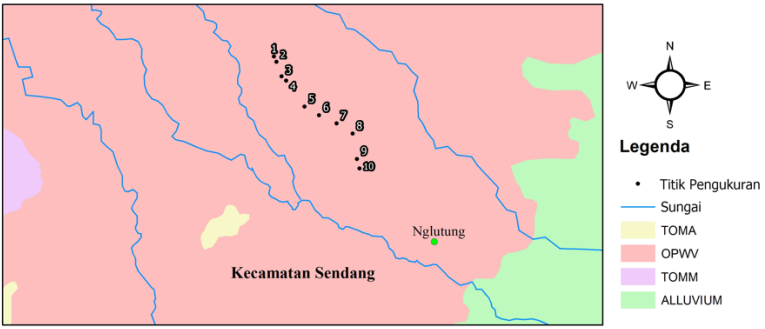
3.2.1. Kajian Literatur

Kajian literatur dari berbagai sumber seperti buku, paper, dan jurnal baik itu jurnal dalam negeri maupun jurnal internasional digunakan sebagai landasan dalam melakukan penelitian. Selain itu

kajian literatur, juga dilakukan dari peta geologi dan kondisi geologi lokal lokasi penelitian.

3.2.2. Survey Awal

Survey awal merupakan tahap persiapan dalam penelitian sebelum dilakukannya akuisisi data di lapangan secara langsung. Kegiatan ini meliputi survey kondisi lokasi, keadaan geologi, dan informasi-informasi yang pernah atau sedang terjadi di daerah tempat penelitian. Selain itu, pada waktu survey ini, juga dilakukan perizinan untuk melakukan penelitian VES dalam rangka mengidentifikasi reservoir air tanah. Perizinan dilakukan kepada Kepala Desa Nglutung, Kec. Sendang, Kab. Tulungagung.



Gambar 3. 2 Posisi pengukuran VES

3.2.3. Akuisisi Data

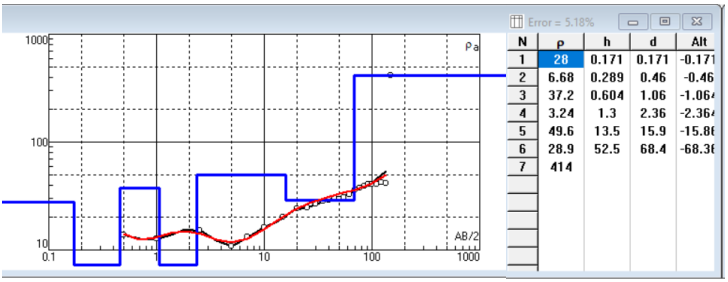
Akuisisi data dilakukan di Desa Nglutung Tulungagung menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi schlumberger. Pengukuran dilakukan di 10 titik yang berbeda, dengan membentangkan lintasan sejauh 300 meter, yakni 150 meter ke kanan dan 150 meter ke kiri dari titik pengukuran sesuai desain akuisisi. Pada metode ini menggunakan 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial yang ditancapkan di tanah sesuai dengan jarak yang telah ditentukan. Jarak terkecil dimulai dari jarak 0,25 meter kemudian elektroda tersebut dihubungkan ke *resistivity meter* menggunakan kabel penghubung. Selanjutnya arus

diinjeksikan ke dalam tanah dan didapatkan nilai resistivitas yang terekam dari *resistivity meter* untuk masing-masing jarak elektroda. Pengukuran dilakukan di semua titik yang berlangsung selama tiga hari, yaitu tanggal 22−24 Desember 2019.

3.2.4. Pengolahan Data

Data yang didapat dari akuisisi berupa data resistansi dari setiap datum dan setiap titik pengukuran. Kemudian, perhitungan resistivitas semu dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.6). Untuk menghasilkan nilai resistivitas bawah permukaan, data resistivitas semu ini dianalisis menggunakan *software* IP2win. Pada analisa ini melibatkan pemodelan kedepan, yakni dengan merebuh-rubah nilai resistivitas dan ketebalan laipsan secara manual. Secara matematis, pemodelan kedepan data VES dapat dilakukan sebagaimana Persamaan (2.12).

Hasil analisa ini merupakan nilai resistivitas (ρ), ketebalan (h), dan kedalaman (d) untuk setiap lapisan batuan. Tampilan hasil pengolahan data menggunakan *software* IP2win seperti pada Gambar 3.3. Gambar 3.3 bagian kanan merupakan kurva fitting antara data VES observasi dan perhitungan serta model bawah permukaannya, sedangkan bagian kanan merupakan digitasi hasil parameter model hasil analisa data. Hasil-hasil analisa data ini dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 3. 3 Hasil analisa data VES menggunakan *software* IP2win; a) kurva fitting data VES dan model bawah permukaan; b) parameter bawah permukaan.

3.2.5. Interpretasi Data

Data resistivitas dan ketebalan lapisan bawah permukaan (hasil IP2Win) diinterpretasi untuk mendapatkan kedalaman dan kedalaman reservoir air tanah. Interpretasi hasil analisa data ini didasarkan pada geologi setempat dari tiap-tiap titik pengukuran VES. Selain itu, interpretasi juga mempertimbangkan dua hal: 1) reservoir air tanah secara umum terdapat pada lapisan dengan porositas yang tinggi; 2) reservoir air tanah selalu terdapat diatas lapisan kedap air.

BAB IV
HASIL PENELITIAN

4.1 Analisa Data

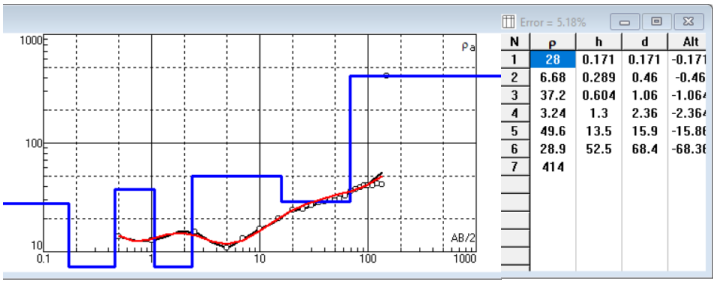
Penelitian Tugas Akhir dilakukan di Desa Nglutung, Sendang, Tulungagung pada koordinat 7°58'−7°59' Lintang Selatan dan 111°50'−111°51' Bujur Timur. Wilayah tersebut memiliki kondisi geologi berupa formasi Batuan Gunung Api Wilis (OPWV) yang terdiri atas lava andesit basal, tuf, dan breksi gunung api. Jenis lapisan breksi gunung api dan tuf pada daerah lava dapat menjadi tempat reservoir air tanah (Massinai et al., 2019).

Metode VES digunakan untuk mengidentifikasi keberdaan reservoir air tanah ini melalui estimasi distribusi nilai hambatan jenis tiap lapisan bawah permukaan di derah penelitian. Akuisisi dikakukan di 10 titik yang berbeda dengan panjang lintasan untuk 8 titik pertama adalah 200 meter dan 2 titik berikutnya adalah 300 meter. Perbedaan panjang lintasan ini akibat dari perbedaan kondisi setempat. Masing-masing titik pengukuran menghasilkan 26−30 nilai resistansi yang digunakan untuk menghitung resistivitas semu. Perhitungan resistivitas semu melibatkan nilai faktor geometri yang disesuaikan dengan konfigurasi yang digunakan saat penelitian. Karena antar konfigurasi memiliki nilai faktor geometri yang berbeda.

Selanjutnya, data resistivitas semu diproses menggunakan *software* IP2WIN untuk mendapatkan nilai resistivitas sebagai fungsi kedalaman yang sebenarnya. Prinsip yang digunakan *software* ini pada dasarnya yaitu pencocokan kurva, dimana perubahan terhadap kemiringan kurva adalah indikasi perubaan nilai tahanan jenis, dan posisi kemiringan kurva adalah indikasi perubahan kedalaman (Sudiar and Akmam, 2012).

Data yang diperlukan untuk analisa data ialah adalah AB/2 (dengan AB merupakan jarak antar elektroda arus dan titik pengukuran) dan nilai resistivitas semu. Selanjutnya, pencocokkan

nilai resistivitas semu pengukuran (titik pada Gambar 4.1 bagian kiri) dengan perhitungan (garis merah pada Gambar 4.1 bagian kiri), dengan cara mengubah-ngubah ketebalan lapisan dan nilai resistivitas bawah permukaan (kurva biru pada Gambar 4.1 bagian kiri). Pencocokkan kurva ini dilakukan berdasarkan atas kondisi geologi tiap titik pengukuran dan nilai RMSE (*root mean square error*) antara resistivitas semu pengukuran dan observasi. RMSE ini mencerminkan kecocokan antara data observasi dan perhitungan. Secara umum, model resistivitas bawah permukaan yang bagus itu yang memiliki RMSE yang rendah (data observasi dan pengukuran yang dekat) dan model bawah permukannya sesuai dengan karakteristik geologi setempat.



Gambar 4. 1 Hasil pengolahan data salah satu titik pengukuran

Gambar 4.1 bagian kanan merupakan nilai resistivitas, ketebalan dan kedalaman dari tiap lapisan hasil dari analisa data VES. Kedalaman medium setengah ruang (*half-space*) atau pada lapisan ke-7 pada titik pengukuran ini ialah 68,4 − ∞ meter. Tanda ∞ mengindikasikan lapisan yang tidak diketahui kedalaman maksimumnya. Namun, secara umum kedalaman ∞ merupakan kedalaman maksimum yang mampu dijangkau oleh konfigurasi pengukuran, dalam hal ini menggunakan konfigurasi *Schlumberger* yaitu AB/4 (Szalai, 2009).

4.2 Interpretasi Data

Air tanah merupakan air yang berada di bawah lapisan tanah, dengan letak kedalaman berbeda-beda tiap tempat, tergantung formasi geologi pada daerah tersebut. Air tanah terbentuk akibat siklus hidrologi, dimana air dalam tanah dan sungai mengalami penguapan hingga terbentuklah awan, kemudian terjadilah hujan turun yang diserap oleh tanah dan mengalir ke laut atau sungai yang kemudian akan menguap kembali, begitu seterusnya. Keberadaan air tanah dapat diketahui dengan mengidentifikasi akuifer pada lokasi penelitian dengan parameter resistivitas bawah permukaan.

Besarnya nilai resistivitas batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya ialah material penyusun batuan, porositas, permeabilitas, kandungan mineral, homogenitas batuan, dan saturasi fluida (Niculescu, 2018). Batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi akan mudah menyimpan dan mengalirkan fluida air. Jenis batuan yang dapat menyimpan dan mengalirkan air dapat dengan mudah mengalirkan arus listrik. Konsekuensinya, batuan yang demikian memiliki nilai resistivitas batuan yang kecil.

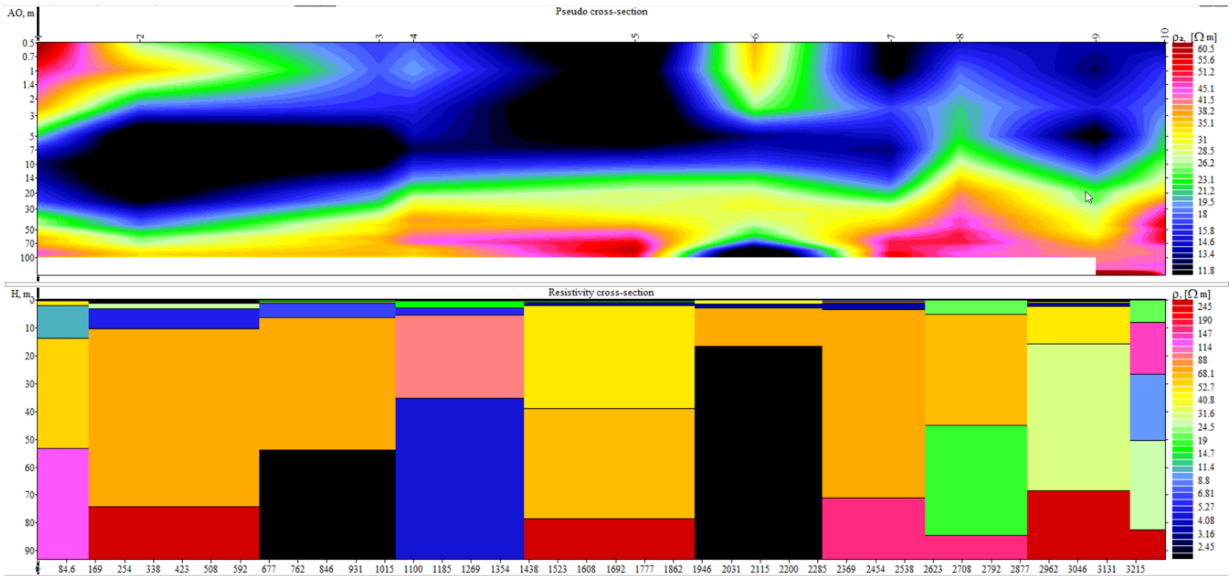
Kecamatan Sendang memiliki jenis tanah andosol. Jenis tanah ini memiliki sifat massa jenis yang rendah dan porositas yang besar, sehingga dapat memiliki kadar air lebih banyak dari jenis tanah lain. Untuk formasi geologi, Desa Nglutung Kecamatan Sendang terdiri dari lava andesit, tuf dan breksi gunung api. Lapisan yang diidentifikasikan sebagai akuifer pada formasi tersebut yaitu breksi gunung api dan tuf, karena terdiri dari kerikil yang berongga, memiliki porositas yang besar dan resistivitas yang kecil. Sedangkan lava andesit bersifat padat dan berpori kecil, maka dari itu lava andesit diidentifikasikan sebagai lapisan kedap air yang merupakan batuan yang tidak dapat menyimpan dan mengalirkan air (Massinai et al., 2019). Untuk nilai resistivitas masing-masing lapisan mengacu pada Tabel 2.1, yaitu untuk breksi nilai resistivitas berkisar 75−200 Ωm, batuan

tuff berkisar 20−100 Ωm, dan batuan andesit berkisar $1{,}7x10^2$–$45x10^4$ Ωm (Telford, 1990).

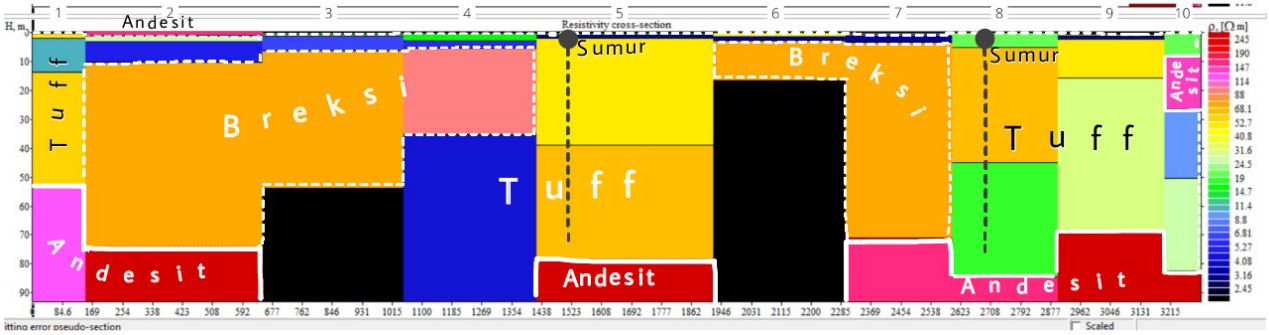
Sebagai contoh hasil interpretasi ialah sebagaimana Tabel 4.1 untuk Titik 1. Pada Titik 1 ini yang bertindak sebagai lapisan kedap air ialah andesit sebab batuan andesit bersifat keras, padat dan memiliki pori-pori yang kecil sehingga tidak dapat menyimpan dan mengalirkan air. Sedangkan lapisan batuan yang berfungsi untuk meyimpan air ialah tuff dan breksi. Sebab breksi gunung api terbentuk dari kerikil yang berongga sehingga mampu menyimpan dan mengalirkan air, sedangkan tuff terdiri dari debu vulkanik yang bertekstur halus dan terdapat butiran yang pecah-pecah. Dengan demikian, breksi gunung api dan tuff mampu menyimpan dan mengalirkan air (Massinai et al., 2019). Oleh karena itu, reservoir air kemungkinan terdapat pada kedalaman 0−53,2 m (biru pada Tabel 4.1). Reservoir ini disebut sebagai akuifer bebas, karena lapisan atas memiliki permeabilitas yang tinggi dan bagian bawah terdapat lapisan kedap air.

Tabel 4. 1 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 1

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
114	0,175	0,175	Breksi
47,2	1,7	1,88	Tuff
10,8	11,9	13,6	Tuff
58,2	39,4	53,2	Tuff
126	∞	∞	Andesit



Gambar 4. 2 Hasil resistivitas 2D pada Titik 1−10



Gambar 4. 3 Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan di lokasi pengukuran

Selanjutnya, sebab Titik pengukuran masing-masing data VES tersebut dapat dibuat menjadi suatu lintasan pengukuran (Gambar 3.2), hasil analisa setiap data VES (resistivitas 1D) dari masing-masing titik pengukuran (Gambar 4.2 panel atas) dapat digunakan untuk membuat resistivitas 2D, sebagaimana Gambar 4.2 panel bawah. Skala warna yang berada di bagian kanan menunjukkan nilai resistivitas lapisan bawah permukaan untuk masing-masing titik pengukuran dan kedalaman yang dapat dijangkau.

Selanjutnya, interpretasi bawah permukaan hasil analisa VES, didasarkan nilai range resistivitas pada Tabel 2.1 dan kondisi geologi lokasi penelitian. Selanjutnya, hasil interpretasi ini dikorelasikan dengan keberadaan dua sumur warga di sekitar Titik 5 dan 8 (ditunjukkan pada Gambar 4.3) untuk data VES dengan kedalaman antara 70−100 meter. Secara umum, Gambar 4.3 menunjukkan bahwa daerah penelitian didominasi oleh tiga jenis batuan, yakni nilai tuff, breksi, dan andesit dengan nilai resistivitas masing-masing batuan ialah 1,49−68,1 Ωm, 68,2–114 Ωm, dan 115–887 Ωm.

Selanjutnya, interpretasi digunakan untuk mendeskripsikan kondisi akuifer air tanah pada Titik 2 (Titik 1 telah dideskripsikan pada paragraph sebelumnya). Pada Titik 2 diduga terdapat akuifer tertekan di kedalaman 1,15−74,1 meter. Disebut akuifer tertekan karena pada bagian atas dan bawah dari lapisan ini terdapat lapisan kedap air yaitu andesit (Raghunath, 2006).

Pada Titik 3 dan 4, lapisan kedap air belum dijumpai hingga kedalaman 100 meter. Hal ini juga terjadi pada Titik 6. Dengan demikian, pada ketiga titik ini terdapat dua kemungkinan, yaitu: kedalaman lapisan kedap air lebih dalam dari 100 meter atau tidak ada lapisan kedap air. Dengan merujuk pada geologi setempat (disekitar titik pengukuran tidak terdapat sesar), posisi sumur disekitar Titik 5 (80 meter), dan hukum superposisi kesinambungan lateral, dapat diketahui bahwa pada ketiga titik pengukuran ini diduga terdapat lapisan kedap air yang dalam (kedalaman lebih besar dari 100 m). Dengan demikian, lapisan kedap air tidak

ditemukan pada ketiga titik pengukuran tersebut, karena keterbatasan panjang lintasan yang digunakan dalam pengukuran. Selanjutnya, Gambar 4.3 mengindikasikan bahwa Titik 5 diduga terdapat akuifer bebas pada kedalaman 0−78,6 m dengan resistivitas 3,32−63,1 Ωm.

Resistivitas 3,46−71,9 Ωm pada Titik 7 dan 8 diduga sebagai akuifer bebas di kedalaman 0−84,35 meter. Selanjutnya, titik pengukuran 9 diinterpretasikan terdapat akuifer bebas di kedalaman 0−68,4 meter dan pada Titik 10 diduga terdapat akuifer tertekan pada kedalaman 50−82,5 meter.

Dari seluruh titik pengukuran, akuifer bebas dapat ditemukan di Titik 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 dengan kedalaman antara 0−84,35 meter yang meiliki resistivitas 3,24−114 Ωm. Selain itu, juga terdapat akuifer tertekan dapat pada Titik 2 dan 10 dengan kedalaman masing-masing 1,15−74,1 dan 50−82,5 meter dengan resistivitas berkisar 1,97−71,2 Ωm. Secara umum, batuan tuff dan breksi pada daerah penelitian bertindak sebagai lapisan reservoir.

BAB V
KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan interpretasi data geolistrik resistivitas di Desa Nglutung, Sendang, Tulungagung, dapat disimpulkan bahwa:

1. Reservoir air tanah di Desa Nglutung, Kecamatan Sendang, Tulungagung berupa lapisan batuan tuff dan breksi yang memiliki nilai resistivitas 1,97−114 Ωm.
2. Kedalaman reservoir air tanah di Desa Nglutung, Kecamatan Sendang, Tulungagung antara 0−84,35meter.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, K., Palili, A., 2011. Studi Penentuan Mineral Bawah Permukaan dengan Metode Geolistrik Di Desa Tarere Kec Larompong Kab Lawu. J. Din. 02, 62–73.

BAPPEDA, 2015. Hasil Pelaksanaan Pembangunan Kabupaten dan Kota Se-Jawa Timur. BAPPEDA Provinsi Jawa Timur.

Barounis, N., Karadima, K., 2011. Application of half Schlumberger configuration for 101–116.

Burger, H.R., 1992. Exploration Geophysics of The Shallow Subsurface. Prentice Hall PTR.

Choudhury, J., Kumar, K.L., Nagaiah, E., Sonkamble, S., Ahmed, S., Kumar, V., 2017. Vertical electrical sounding to delineate the potential aquifer zones for drinking water in Niamey city, Niger, Africa. J. Earth Syst. Sci. 126, 91. https://doi.org/10.1007/s12040-017-0860-9

CNN, 2019. Krisis Air, Warga Tulungagung Berburu Sisa Genangan Sungai. CNN Indones.

DetikNews, 2019. 9 Desa Kekeringab, BPBD Tulungagung Distribusi Air Bersih 48 Ribu Liter/Hari. Detik.com.

Grandis, H., 2012. Pemodelan Resistivitas 2-D dengan Menggunakan Data Sounding Konfigurasi Schlumberger 5.

Martinez, J.L.F., Gonzalo, E.G., 2012. Stochastic Stability and Numerical Analysis of Two Novel Algorithms of The PSO Family. Int. J. Artif. Intell. Tools 21, 1240011. https://doi.org/10.1142/S0218213012400118

Massinai, M.F.I., Bundang, S., Massinai, M.A., Hidayat, W., 2019. Tipologi Sistem Akuifer Endapan Gunungapi. J. Geomine 7, 124–132. https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.346

Metwaly, 2012. Groundwater exploration using geoelectrical resistivity technique at Al-Quwy'yia area Central Saudi

Arabia. Int. J. Phys. Sci. 7, 317–326. https://doi.org/10.5897/IJPS11.1659

Mohamaden, M.I.I., Hamouda, A.Z., Mansour, S., 2016. Application of electrical resistivity method for groundwater exploration at the Moghra area, Western Desert, Egypt. Egypt. J. Aquat. Res. 42, 261–268. https://doi.org/10.1016/j.ejar.2016.06.002

Niculescu, B.M., 2018. Forward Modeling of Vertical Electrical Sounding with Application in The Study of Sea Water Intrusions. Sec Applied and Env Geophysics.

Raghunath, H.M., 2006. Hydrologi: Principles, Analysis, and Design, 2nd ed. New Age International (P) Limited Publisher, New Delhi.

Ramadhan, T.B., Hidajat, W.K., 2017. Pemanfaatan Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Pendugaan Air Bawah Tanah dan Penentuan Salintas Air, Studi Kasus Kampung Warnab, Kelurahan Bonkawir, Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat 7.

Samodra, H., Gafoer, S., Suwarti, T., 1992. Peta Geologi Lembar Tulungagung, Jawa.

Sehah, S., Aziz, A.N., 2016. Pendugaan Kedalaman Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Desa Bojongsari Kecamatan Alian Kabupoaten Kebumen. J. Neutrino 8, 41–49. https://doi.org/10.18860/neu.v8i2.3239

Sudiar, N.Y., Akmam, D., 2012. Pemodelan Inversi Data Geolistrik 1-D Untuk Menentukan Jenis dan Kedalaman Batuan Dasar Di Universitas Negeri Padang 53.

Syofyan, F.A., 2017. Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Daerah Pandawa, Jorong Tarok, Kecamatan 2 x 11 Kayu Tanam 15.

Szalai, S. 2009. Depth of Investigation and Vertical Resolution of Surface Geoelectric Arrays. J. of Env & Eng Geophysics.

Telford, W., Geldart, L., Sheriff, R., 1990. Applied Geophysics, 2nd ed. Cambridge University Press, Melbourne.

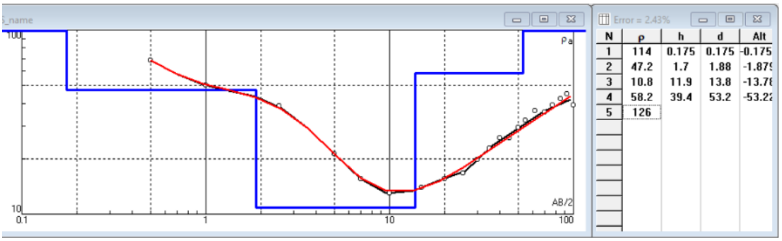
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS

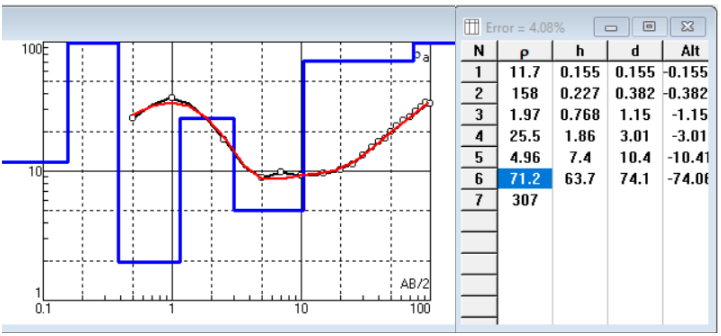
Penulis "Mega Kumalasari" merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Mulyadi dan Alm. Siti Zaenab. Penulis lahir di Lamongan pada tanggal 6 Juni 1998. Pendidikan formal telah ditempuh penulis di SD Tunas Harapan Bangka Belitung, SMP Negeri 1 Sugio, dan SMA Negeri 2 Lamongan. Pada tahun 2016 penulis diterima di ITS melalui jalur SNMPTN dengan Nomor Registrasi Pokok 01111640000023 di Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Analitika Data. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti organisasi seperti Paduan Suara Mahasiswa ITS sebagai Kepala Departemen Pengembangan Sumber Daya Musik (PSDMus), Himpunan Mahasiswa Fisika ITS sebagai staff Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM), dan *American Association of Petroleum Geologist* (AAPG) ITS sebagai staff Big Event. Tidak hanya aktif di organisasi, penulis juga telah mendapatkan beberapa prestasi di bidang paduan suara seperti Juara 3 dalam *Satya Dharma Gita National Choral Festival* 2017 di Semarang, Juara 2 dalam *Soegijapranata International Choral Festival* 2018 di Semarang, dan Juara 1 dalam *Leonardo da Vinci Choral Festival* 2019 di Italy. Penulis juga pernah menjadi asistan laboratorium untuk mata kuliah Fisika Dasar I dan Fisika Laboratorium II.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

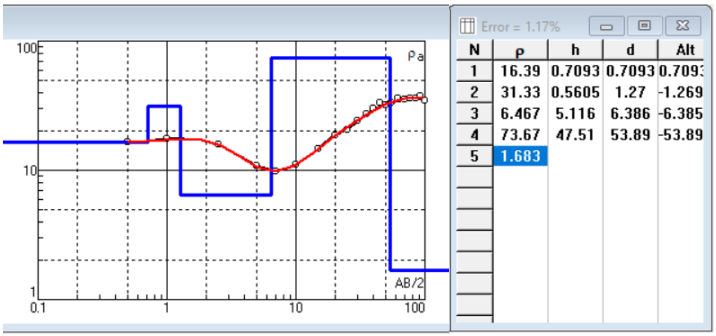
Lampiran 1
Analisa Data VES



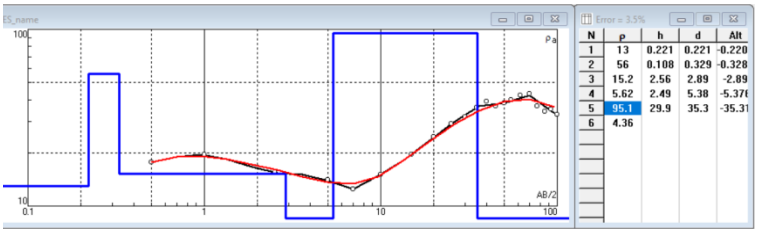
Gambar L1. 1 Hasil pengolahan data pada Titik 1



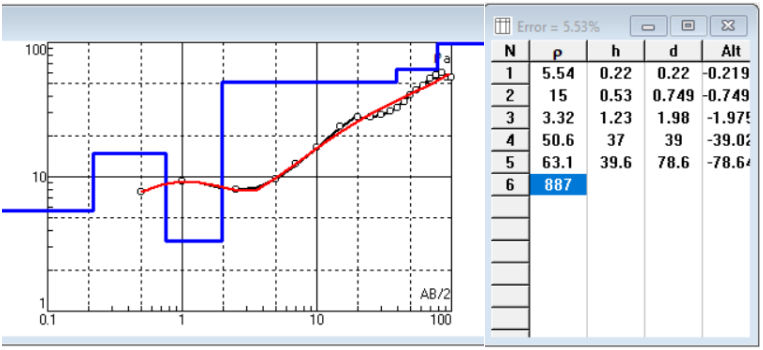
Gambar L1. 2 Hasil pengolahan data pada Titik 2



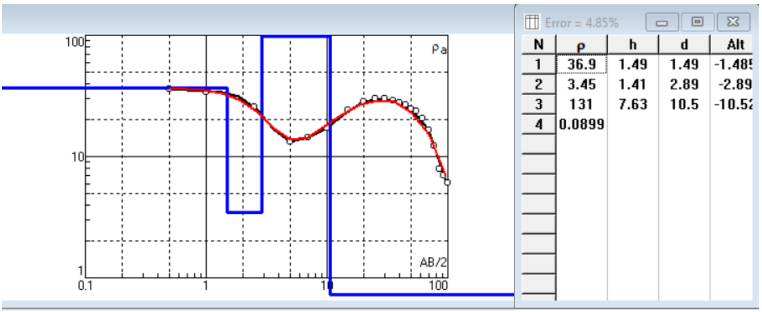
Gambar L1. 3 Hasil pengolahan data pada Titik 3



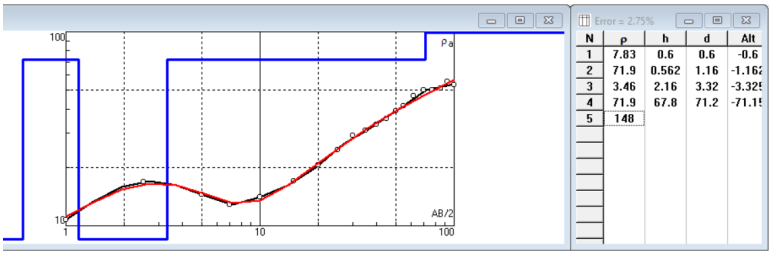
Gambar L1. 4 Hasil pengolahan data pada Titik 4



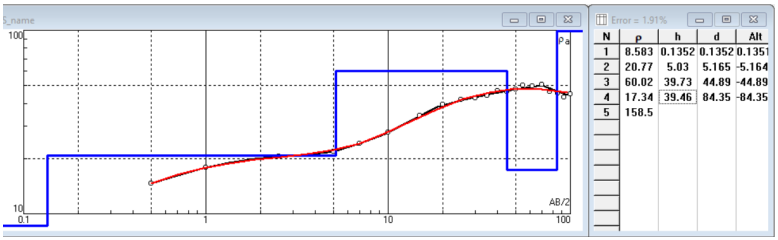
Gambar L1. 5 Hasil pengolahan data pada Titik 5



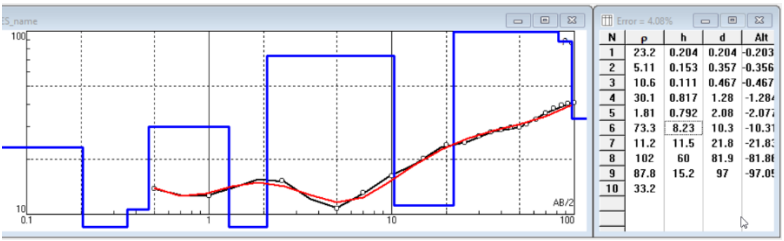
Gambar L1. 6 Hasil pengolahan data pada Titik 6



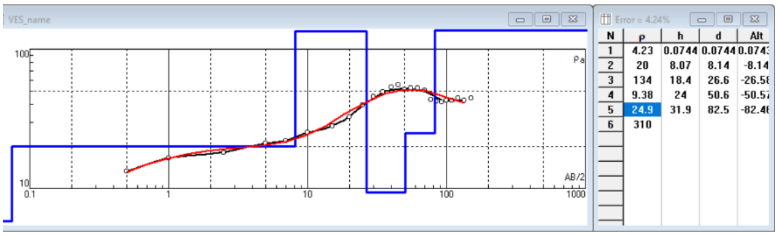
Gambar L1. 7 Hasil pengolahan data pada Titik 7



Gambar L1. 8 Hasil pengolahan data pada Titik 8



Gambar L1. 9 Hasil pengolahan data pada Titik 9



Gambar L1. 10 Hasil pengolahan data pada Titik 10

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 2
Tabel Interpretasi

Tabel L2. 1 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 1

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
114	0,175	0,175	Breksi
47,2	1,7	1,88	Tuff
10,8	11,9	13,6	Tuff
58,2	39,4	53,2	Tuff
126	∞	∞	Andesit

Tabel L2. 2 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 2

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
11,7	0,155	0,155	Tuff
158	0,227	0,382	Andesit
1,97	0,768	1,15	Tuff
25,5	1,86	3,01	Tuff
4,96	7,4	10,4	Tuff
71,2	63,7	74,1	Breksi
307	∞	∞	Andesit

Tabel L2. 3 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 3

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
16,39	0,7093	0,7093	Tuff
31,33	0,5605	1,27	Tuff
6,467	5,116	6,386	Tuff
73,67	47,51	53,89	Breksi
1,683	∞	∞	Tuff

Tabel L2. 4 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 4

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
13	0,221	0,221	Tuff
56	0,108	0,329	Tuff
15,2	2,56	2,89	Tuff
5,62	2,49	5,38	Tuff
95,1	29,9	35,3	Breksi
4,36	∞	∞	Tuff

Tabel L2. 5 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 5

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
5,54	0,22	0,22	Tuff
15	0,53	0,749	Tuff
3,32	1,23	1,98	Tuff
50,6	37	39	Tuff
63,1	39,6	78,6	Tuff
887	∞	∞	Andesit

Tabel L2. 6 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 6

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
36,9	1,48	1,48	Tuff
3,43	1,3	2,78	Tuff
72,6	13,7	16,5	Breksi
1,49	12,4	28,9	Tuff
0,135	∞	∞	Tuff

Tabel L2. 7 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 7

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
7,83	0,6	0,6	Tuff
71,9	0,562	1,16	Breksi
3,46	2,16	3,32	Tuff
71,9	67,8	71,2	Breksi
148	∞	∞	Andesit

Tabel L2. 8 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 8

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
8,583	0,1352	0,1352	Tuff
20,77	5,03	5,165	Tuff
60,02	39,73	44,89	Tuff
17,34	39,46	84,35	Tuff
158,5	∞	∞	Andesit

Tabel L2. 9 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 9

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
28	0,171	0,171	Tuff
6,68	0,289	0,46	Tuff
37,2	0,604	1,06	Tuff
3,24	1,3	2,36	Tuff
49,6	13,5	15,9	Tuff
28,9	52,5	68,4	Tuff
414	∞	∞	Andesit

Tabel L2. 10 Hasil Identifikasi lapisan bawah permukaan pada Titik 10

Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Identifikasi
4,23	0,0744	0,0722	Tuff
20	8,07	8,14	Tuff
134	18,4	18,4	Breksi
9,38	24	50,6	Tuff
24,9	31,9	82,5	Tuff
310	∞	∞	Andesit

“Halaman ini sengaja dikosongkan”