

PENENTUAN TAHANAN JENIS BATUAN ANDESIT MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER (STUDI KASUS DESA POLOSIRI)

Munaji, Syaiful Imam, Ismi Lutfinur*
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Semarang

*Email: munajie7@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan nilai resistivitas dan kedalaman batuan andesit di Desa Polosiri. Prinsip kerja metode geolistrik adalah mempelajari aliran listrik di dalam bumi dan cara mendeteksi di permukaan bumi. Metode tahanan jenis didasari oleh hukum Ohm, untuk mengetahui jenis lapisan batuan didasarkan pada distribusi nilai resistivitas pada tiap lapisan. Variasi harga tahanan jenis akan didapatkan jika jarak masing-masing elektroda diubah, sesuai konfigurasi alat yang dipakai (konfigurasi Schlumberger). Data hasil pengukuran di lapangan berupa beda potensial dan arus yang dapat digunakan untuk menghitung resistivitas semu. Penelitian ini dilakukan sebanyak tiga lintasan. Data hasil pengukuran diolah menggunakan software IPI2Win. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa batuan andesit di Desa Polosiri memiliki resistivitas $212 \Omega\text{m} - 300 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman 1.3 m - 1.86 m.

Kata kunci: batuan andesit, konfigurasi Schlumberger, metode Geolistrik

PENDAHULUAN

Desa Polosiri, Kecamatan Bawen, Kabupaten Semarang merupakan salah satu daerah potensi bahan galian berupa andesit. Kebutuhan akan andesit sebagai bahan bangunan sarana prasarana sipil mendorong kegiatan usaha untuk melakukan eksplorasi. Dalam rangka untuk menentukan nilai tahanan jenis batuan andesit di Desa Polosiri Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang, maka perlu dilakukan penyelidikan pendugaan bawah permukaan dengan metode geofisika. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode geolistrik (tahanan jenis).

Metode Geolistrik merupakan metode geofisika yang sangat populer dan sering digunakan untuk survey eksplorasi. Hal ini disebabkan karena metode geolistrik sangat bagus untuk mengetahui kondisi bawah permukaan berdasarkan variasi nilai tahanan jenis batuan pada daerah yang mempunyai nilai tahanan jenis yang cukup kontras terhadap sekitarnya untuk keperluan eksplorasi air tanah, panasbumi (geothermal). Pengukuran dengan konfigurasi Schlumberger menggunakan empat elektroda yakni dua elektroda arus dan dua elektroda potensial.

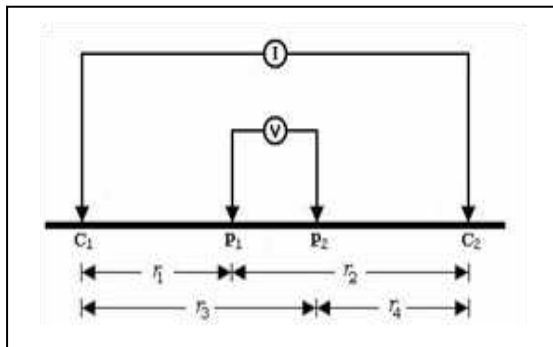
Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Metode ini pada dasarnya adalah pengukuran harga resistivitas batuan (Sakka 2002).

Metode geolistrik resistivitas bekerja dengan pengukuran beda potensial pada titik-titik di permukaan bumi yang diproduksi dengan langsung mengalirkan arus ke bawah permukaan. Hal ini bermanfaat untuk menentukan distribusi resistivitas di bawah permukaan dan kemudian digunakan untuk interpretasi material-material yang ada di dalam bumi.

Formasi Kaligetas (Qpkg) pada lokasi penelitian terdiri dari batuan breksi dan lahar dengan sisipan lava dan tufa halus sampai kasar. Di bagian bawahnya ditemukan batu lempung yang mengandung moluska dan batu pasir tuffaan. Breksi dan lahar berwarna cokelat kehitamaan, dengan komponen berupa andesit, basalt, batu apung dengan masa dasar tufa. Komponen umumnya menyudut-menyudut tanggung, porositas sedang hingga tinggi. Breksi bersifat keras dan kompak, sedangkan

lahar agak rapuh. Lava berwarna hitam kelabu keras dan kompak. Tufa berwarna kuning keputihan, halus-kasar, porositas tinggi, dan getas. Batu lempung berwarna hijau, porositas rendah, agak keras dalam keadaan kering dan mudah hancur dalam keadaan basah. Batu pasir tufaan berwarna coklat kekuningan, halus-sedang, porositas sedang, agak keras (Thanden et al. 1996).

Konfigurasi elektroda digunakan adalah konfigurasi Schlumberger. Apabila terdapat dua elektroda arus yang dibuat dengan jarak tertentu seperti Gambar 1, potensial pada titik-titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut.



Gambar 1. Dua pasang elektroda arus dan potensial pada permukaan medium homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ

Potensial pada titik P_1 akibat elektroda arus C_1 adalah (Reynolds 1997)

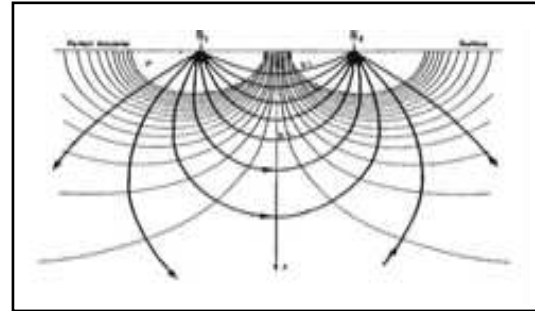
$$V_{11} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_1} \quad (1)$$

Karena arus pada kedua elektroda sama dan berlawanan arah, maka potensial pada titik P_2 akibat elektroda arus C_2 dapat ditulis,

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

Sehingga potensial pada titik P_1 akibat elektroda arus C_1 dan C_2 adalah,

$$V_{11} + V_{12} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (3)$$



Gambar 2. Pola aliran arus dan bidang equipotensial antara dua elektroda arus dengan polaritas berlawanan (Herman 2001)

Dengan cara yang sama, potensial pada P_2 akibat elektroda arus C_1 dan C_2 adalah,

$$V_{21} + V_{22} = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \quad (4)$$

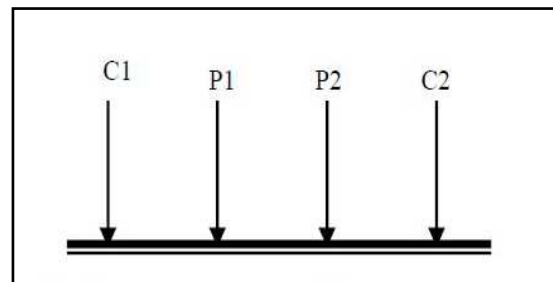
Sehingga, beda potensial antara P_1 dan P_2 dapat ditulis sebagai,

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right) \quad (5)$$

Metode yang biasa digunakan pada pengukuran resistivitas secara umum yaitu dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi dengan menggunakan dua elektroda arus (C_1 dan C_2), dan pengukuran beda potensial dengan menggunakan dua elektroda tegangan (P_1 dan P_2) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3. Menurut Anthony (2006) dari besarnya arus dan beda potensial yang terukur maka nilai resistivitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\rho = k \frac{V}{I} \quad (6)$$

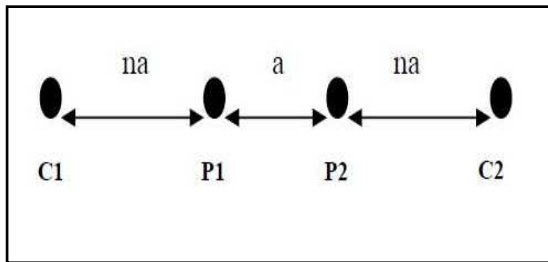
dengan k adalah faktor geometri yang tergantung penempatan elektroda di permukaan.



Gambar 3. Bentuk susunan elektroda pada survey geolistrik tahanan jenis

Gambar 4 memperlihatkan elektroda yang digunakan pada penelitian ini dengan faktor geometri

$$k = \pi n(n + 1)a \tag{7}$$



Gambar 4. Bentuk konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini

Resistivimeter biasanya memberikan nilai resistansi

$$R = V/I \tag{8}$$

sehingga nilai resistivitas dapat dihitung dengan persamaan (6).

METODE

Pengukuran resistivitas dilakukan dengan menggunakan metode hambatan jenis konfigurasi Schlumberger. Pengambilan data dilakukan dalam tiga lintasan di Desa Polisiri, Kecamatan Bawen, Kabupaten Semarang.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu resistivimeter, aki, kabel, elektroda, dan laptop untuk mencatat data yang didapatkan oleh resistivimeter. Pada konfigurasi Schlumberger, MN digunakan sebagai elektroda potensial dan AB digunakan sebagai elektroda arus, dengan nilai MN < AB.

Pengukuran geolistrik ini dilakukan di tiga lintasan dengan bentangan AB adalah 100 m di Desa Polisiri Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang.

Spasi yang digunakan disesuaikan dengan tabel pengamatan dimana penempatan posisi elektroda potensial dan elektroda arus menggunakan konfigurasi Schlumberger. Langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Menyusun rangkaian alat resistivimeter .
2. Mengaktifkan resistivimeter, kemudian mengalirkan arus listrik ke medium.
- Mencatat arus listrik (I) dan beda potensial (V) antara 2 titik elektroda.
- Menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah sesuai konfigurasi.
- Melakukan pengukuran seperti langkah 1 sampai 4 dengan spasi sesuai tabel pengamatan Konfigurasi Schlumberger.

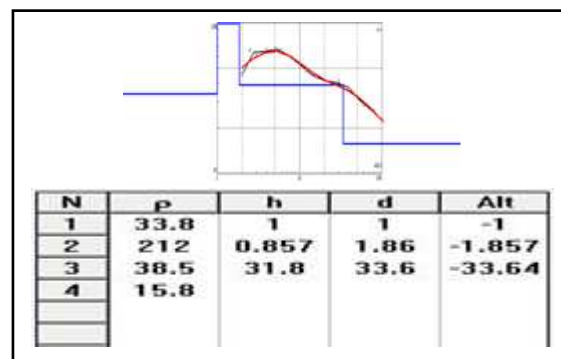
Data yang didapatkan dari pengukuran Konfigurasi Schlumberger kemudian diolah dengan software IP2win, dengan memasukkan besar nilai arus (I) dan nilai beda potensial (ΔV) serta jarak spasi elektroda (a) ke dalam software IP2win dan hasilnya berupa tampilan grafik dan nilai resistivitas batuan (ρ_a) lapisan di bawah permukaan tanah secara vertikal.

Pertama yang harus dilakukan adalah menghitung faktor geometri k untuk konfigurasi Schlumberger dengan persamaan $k = \pi n(n + 1)a$ kemudian menghitung nilai resistivitas batuan, dimana nilai resistivitas yang didapatkan ini merupakan nilai resistivitas semu atau *apparent resistivity*. Karena batuan yang berada di bawah permukaan bumi sebenarnya terdiri dari banyak lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda, sehingga bukan resistivitas sebenarnya yang didapatkan. Untuk mengetahui nilai resistivitas yang sebenarnya dari masing-masing lapisan. Maka proses yang ditempuh adalah dengan melakukan proses inversi hingga didapatkan kesalahan (error) paling kecil (biasanya kurang dari 10%).

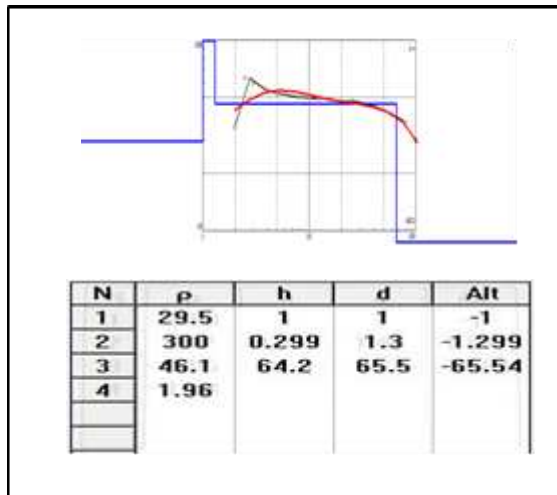
Hasil pengolahan data dengan software IP2win adalah dalam bentuk kurva 2 dimensi dan dalam bentuk tabel. Grafik terdiri dari kurva yang berwarna hitam, biru dan merah. Kurva biru merepresentasikan ketebalan dan batas lapisan pada titik sounding, kurva merah merupakan kurva standar atau kurva acuan, dan kurva hitam merupakan kurva data penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

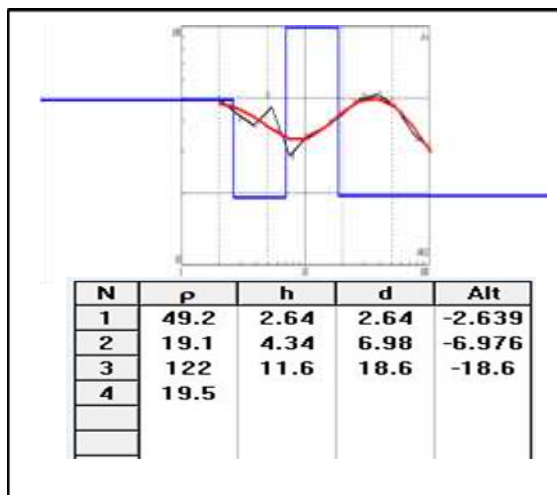
Hasil pengolahan data resistivity pada ketiga lintasan menggunakan IPI2win dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7 seperti gambar di bawah ini:



Gambar 5. Pemodelan 1-D Lintasan 1



Gambar 6. Pemodelan 1-D Lintasan 2



Gambar 7. Pemodelan 1-D Lintasan 3

Tabel 2. Hasil Interpretasi Lintasan secara keseluruhan

Nilai Resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Kedalaman Lintasan (m)
29.5 - 49.2	<i>Top Soil</i>	1 - 2.64
212 - 300	<i>Andesite (Andesit)</i>	1.3 - 1.86
38.5 - 122	<i>Clay (Lempung)</i>	18.6 - 65.5
1.96 - 19.5	<i>Batuan Pasir</i>	

Hasil pengolahan dengan pemodelan dua dimensi seperti gambar di atas diperoleh dengan pendekatan kurva matching. Dari pendekatan ini susunan batuan bawah permukaan daerah penelitian dapat diketahui. Berdasarkan nilai resistivitas batuan dan analisis peta geologi daerah setempat dapat diinterpretasikan ke beberapa lapisan, diantaranya lapisan tanah penutup (*top soil*) yang mempunyai nilai resistivitas 29,5 – 49,2 Ωm dengan kedalaman sekitar 1 – 2,64 meter terdapat di semua lintasan. Lapisan batuan andesit (*Andesite*) dengan nilai resistivitas 212 – 300 Ωm berada pada kedalaman sekitar 1,3 – 1,86 meter yang terdapat di lintasan 1 dan 2.

Tabel 1. Nilai resistivitas sebagian material-material bumi (Telford 1990)

Material	Resistivitas (Ohm-meter)
Air (Udara)	0
Sandstones (Batu Pasir)	200 – 8.000
Sand (Pasir)	1 – 1.000
Clay (Lempung)	1 – 100
Andesite (Andesit)	1.7×10^{-2} – 45×10^4
Ground Water (Air Tanah)	0.5 – 300
Sea Water (Air Asin)	0.2
Dry Gravel (Kerikil Kering)	600 – 10.000
Alluvium (Aluvium)	10 – 800
Gravel (Kerikil)	100 – 600

Lapisan batu lempung (*Clay*) dengan nilai resistivitas 38,5 - 122 Ωm berada pada kedalaman sekitar 18,6 – 65,5 meter terdapat di semua lintasan. Lapisan batupasir (*sand*) dengan

nilai resistivitas 1,96 – 19,5 Ωm dengan kedalaman > 65 meter ditemukan semua lintasan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai tahanan jenis batuan andesit. Nilai tahanan jenis batuan andesit di daerah penelitian sebesar 212 – 300 Ωm dengan ketebalan lapisan antara 0,2 – 0,8 meter dan kedalaman 1,3 – 1,86 meter. Lapisan batuan andesit ditemukan di lintasan 1 dan 2. Hal ini sesuai dengan keadaan geologi daerah penelitian yang memiliki susunan formasi batuan breksi vulkanik Kaligetas yang berasal dari lava Gunung Ungaran dengan susunan batuan andesit yang merupakan salah satu komponen dari batuan breksi vulkanik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa nilai tahanan jenis (resistivitas) batuan andesit sebesar 212 – 300 Ωm dengan kedalaman 1.3 – 1.86 terdapat pada Lintasan 1 dan 2 .

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Dr. Supriyadi, M.Si., pengurus laboratorium, segenap teman-teman di KBK Geofisika, dan tim ekspedisi geolistrik yang senantiasa saling membantu dalam susah maupun senang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, E. 2006. Groundwater Exploration and Management using Geophysics: Northern Region of Ghana [thesis]. Cottbus : Brandenburg Technical University of Cottbus.
- Herman, R. 2001. *An Introduction to Electrical Resistivity in Geophysics*. America : American Association of Physics Teachers.
- Thanden, R.E., H. Sumadirdja, P.W. Richard, K. Sutisna & T.C. Amin. 1996. Peta Geologi Bersistem, Indonesia: Lembar Magelang-Semarang [peta geologi]. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. 1 lembar.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York : John Wiley and sons Ltd.
- Sakka. 2002. *Metoda Geolistrik Tahanan Jenis*. Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNHAS.

Telford WM, Geldart LP, Sheriff RE. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge : Cambridge University.