



## Analisa Komposisi Material Bawah Tanah Hasil Letusan Gunung Merapi di Dusun Mliwis, Kecamatan Cepogo, Boyolali dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Schlumberger

*Analysis of Underground Material Composition from the Eruption of Mount Merapi in Mliwis Village, Cepogo District, Boyolali Using the Wenner Schlumberger Configuration Resistivity Geoelectric Method*

Dzikru Aminulloh, Susilowati, Adam Raka Ekasara, Ikhwannur Adha  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Indonesia

### Article Info:

Received: 09-01-2025

Accepted: 05-02-2025

Published: 30-04-2025

### Kata Kunci:

Andesit,  
Geofisika,  
Geolistrik,  
Resistivitas,  
Vulkanik.

### DOI:

[10.31315/imagi.v5i1.14880](https://doi.org/10.31315/imagi.v5i1.14880)

**Abstrak:** Dusun Mliwis, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali adalah salahsatu area yang terdampak letusan Gunung Merapi dan menjadi area sampel pengambilan data geolistrik resistivitas. Metode geolistrik adalah metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui lokasi, kedalaman, ketebalan dan komposisi material tanah dan batuan dibawah permukaan bumi. Dimana dari pengukuran geolistrik resistivitas didapatkan 4 lapisan material sedimen, yaitu lapisan tuf, lapisan pasir, lapisan campuran pasir dengan kerikil dan kerakal dan lapisan lava atau boulder andesit. Dari hasil interpretasi material bawah tanah di Desa Mliwis didominasi oleh lapisan pasir dan campuran pasir dengan kerikil-kerakal.

**Abstract:** *Mliwis Village, Cepogo District, Boyolali Regency is one of the areas affected by the eruption of Mount Merapi and is a sample area for collecting geoelectric resistivity. The geoelectric method is the geophysical methods used to determine the location, depth, thickness and composition of soil and rock material below the earth's surface, Where from the resistivity geoelectric measurement, 4 layers of sedimentary material were obtained, namely the tuff layer, the sand layer, a layer of sand mixture with gravel and pebbles, and a layer of lava or andesite boulder. From the results of the interpretation of underground material in Mliwis Village, it is dominated by layers of sand and a mixture of sand with gravel-pebbles.*

### How to Cite:

Aminulloh, D., Susilowati, Ekasara, A. R., Adha, I. (2025). Analisa Komposisi Material Bawah Tanah Hasil Letusan Gunung Merapi di Dusun Mliwis, Kecamatan Cepogo, Boyolali dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Schlumberger. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 5(1), 25-33. <https://doi.org/10.31315/imagi.v5i1.14880>.

### \*Corresponding Author:

Email : [dzikruaminulloh@upnyk.ac.id](mailto:dzikruaminulloh@upnyk.ac.id)

Address : Jalan SWK Jl. Ring Road Utara  
No.104, Sleman, 55283

## PENDAHULUAN

Kebutuhan komoditas pasir dan batu (sirtu), di wilayah Kabupaten Boyolali dan sekitarnya sangat besar, seperti untuk pembangunan infrastruktur berupa gedung perkantoran, pabrik, perumahan, jembatan dan jalan. Pada tahun 2025, kebutuhan yang cukup besar akan material pasir dan batu, salah satunya adalah untuk proyek besar jalan tol segitiga emas Jawa Tengah (Yogyakarta, Surakarta dan Semarang). Dimana pada tahun 2025 pekerjaan Jalan Tol Yogyakarta-Surakarta masih dalam tahap setengah jalan, sedangkan pekerjaan Jalan Tol Yogyakarta-Semarang masih dalam tahap awal pengerjaan. Dikarenakan kebutuhan akan komoditas pasir dan batu sangatlah besar, maka kegiatan pencarian sumberdaya pasir dan batu sangatlah dibutuhkan. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian untuk menganalisa keberadaan sumberdaya pasir dan batu di salahsatu area yang terdampak letusan Gunung Merapi, dengan cara melukan kegiatan eksplorasi material bawah permukaan menggunakan metode geofisika geolistrik resistivitas 2 dimensi konfigurasi Wenner Schlumberger di sekitar area Lereng Gunung Merapi, Tepatnya di Dusun Mliwis, Kecamatan Cepogo, Boyolali, Jawa Tengah.

Gunung Merapi adalah gunung api paling aktif di Indonesia, dimana setiap letusan yang terjadi, Gunung Merapi memuntahkan material vulkanik berupa batu, pasir, abu dan material lain dalam jumlah yang sangat besar. Material letusan Gunung Merapi merupakan sumberdaya alam yang berguna untuk keperluan pembagunan wilayah area Yogyakarta-Surakarta-Semarang. Sehingga perlu dilakukan eksplorasi pasir dan batu dengan memanfaatkan ilmu geologi dan Geofisika. Eksplorasi dalam bidang geologi bermaksud untuk mengetahui sumber geologi berupa aspek ekonomis dari sebuah bahan galian hasil letusan Gunung Merapi. Sedangkan pekerjaan geofisika digunakan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan dari bahan galian yang menjadi target eksplorasi, kondisi bawah permukaan tersebut bisa berupa jenis, letak dan ketebalan material pasir dan batu di bawah permukaan tanah.

Survei geolistrik resistivitas telah digunakan selama beberapa dekade penyelidikan hidrogeologi, pertambangan dan geoteknik (Loke, 2004). Prinsip dasar metode geolistrik adalah dengan menginjeksikan arus sebesar I melalui dua buah elektroda arus (C1 dan C2) dan mengukur nilai beda potensial (V) melalui elektroda potensial (P1 dan P2) (M.H. Loke, 2004). Kemudian dengan data potensial dan arus listrik yang diperoleh, dapat dihitung nilai resistivitas semu dan sebenarnya yang menggambarkan kondisi material tanah dan batuan dibawah permukaan bumi. Konfigurasi Wenner Schlumberger adalah hibrida baru antara Konfigurasi Wenner dan Konfigurasi Schlumberger (Pazdirek & Blaha 1996), dimana pengukuran geolistrik resistivitas dengan menggunakan Konfigurasi Wenner Schlumberger dapat digunakan untuk memetakan kondisi material pasir dan batu dibawah permukaan tanah secara vertikal dengan menafsirkan nilai resistivitas hasil pengukuran.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Penelitian ini menggunakan beberapa data yang diperlukan untuk mengetahui komposisi batuan dan sedimen dilokasi penelitian. Data yang diperlukan antara lain:

- a. Litologi permukaan. Data ini didapatkan dari peta geologi regional Lembar Surakarta (W.H. Condon, 1996). Secara administratif, wilayah penyelidikan terletak di Dusun

Mliwis, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah pada koordinat  $-7,517321^{\circ}$  LS dan  $110,531804^{\circ}$  BT. Daerah penyelidikan berada pada sekitar 7 Km Timur pusat Kota Boyolali, tepatnya berada pada area perkebunan warga yang terletak di kaki Gunung Merapi. Lokasi penelitian tersusun dari litologi Batuan Gunung Api Merapi antara lain Breksi gunungapi, lava dan tuf.

- b. Data Geolistrik 2 dimensi. Pengukuran geolistrik 2 dimensi menggunakan konfigurasi Wenner Schlumberger. Alat yang digunakan adalah satu set Naniura multichannel, dengan panjang lintasan 310 meter dan jarak antar elektroda 10 m. Dari pengukuran diperoleh harga tahanan jenis semu secara lateral (horizontal) dan vertikal di area Desa Mliwis.

## Metode

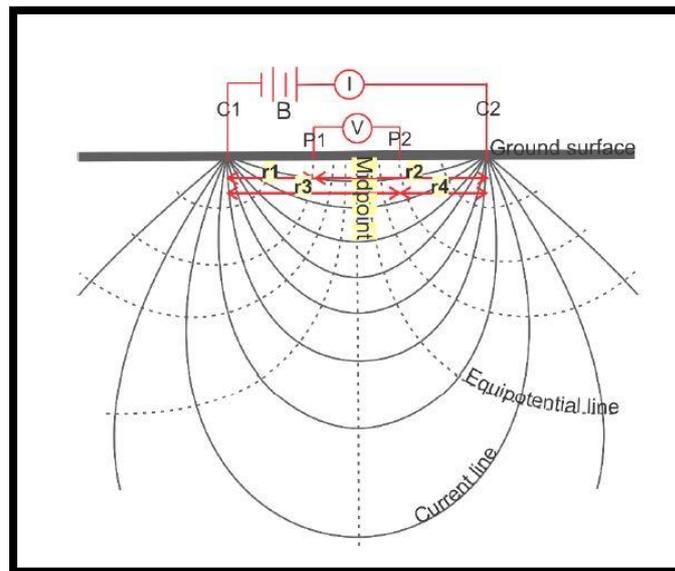
### Metode Geolistrik

Tujuan survei geolistrik adalah untuk mengetahui distribusi resistivitas bawah permukaan dengan melakukan pengukuran pada permukaan tanah. Resistivitas ( $\rho$ ) adalah besaran yang menggambarkan daya tahan sebuah material terhadap aliran arus listrik yang mengenai material tersebut (M.H. Loke, 2004). Resistivitas tanah berhubungan dengan berbagai macam parameter geologi seperti jenis batuan, kandungan mineral dan cairan, porositas dan derajat air saturasi pada batuan seperti pada gambar 1. Oleh karena itu survei resistivitas listrik telah digunakan selama beberapa dekade penyelidikan hidrogeologi, pertambangan dan geoteknik (M.H. Loke, 2004). Seperti yang diilustrasikan pada gambar 2 Prinsip dasar metode geolistrik adalah dengan menginjeksikan arus sebesar  $I$  melalui dua buah elektroda arus (C1 dan C2) dan mengukur nilai beda potensial ( $V$ ) melalui elektroda potensial (P1 dan P2). Kemudian dengan data potensial dan arus listrik yang diperoleh, dapat dihitung nilai resistivitas semu dan sebenarnya yang menggambarkan kondisi material tanah dan batuan dibawah permukaan bumi.

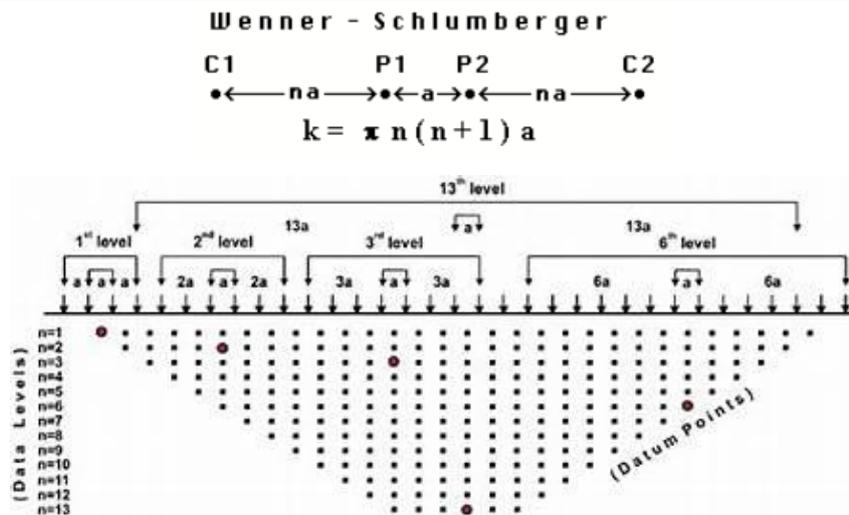
Konfigurasi Wenner Schlumberger (gambar 3) adalah hibrida baru antara Konfigurasi Wenner dan Konfigurasi Schlumberger (Pazdirek dan Blaha 1996). Konfigurasi Schlumberger klasik adalah konfigurasi yang paling umum dipakai untuk survey resistivitas sounding sedangkan Konfigurasi Wenner adalah jenis konfigurasi untuk pengukuran mapping 2 Dimensi. Karena Konfigurasi Schlumberger hanya bisa digunakan untuk survey 1 dimensi, sehingga agar bisa digunakan untuk survey 2 dimensi, maka Konfigurasi Schlumberger digabungkan dengan Konfigurasi Wenner. faktor "n" dari konfigurasi ini adalah rasio dari jarak antara elektroda C1 (arus listrik 1)-P1 (potensial 1) atau P2 (potensial 2)-C2 (arus listrik 2), yang mana semakin besar nilai "n" maka akan semakin jauh jarak C1 ke P1 dan jarak P2 ke C2, sehingga karena semakin panjang bentangan lintasan maka akan semakin dalam pula cuplikan data resistivitas material bawah permukaan tanah, kemudian spasi antara elektroda P1 – P2 akan selalui tetap tetap (Dr M.H Locke, 2004). Pada penelitian ini digunakan Konfigurasi Wenner Schlumberger dalam identifikasi material bawah permukaan.

Material	Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )
Udara ( <i>Air</i> )	~
Pirit ( <i>Pyrite</i> )	0.01-100
Kwarsa ( <i>Quartz</i> )	500-800000
Kalsit ( <i>Calcite</i> )	$1 \times 10^{12}$ - $1 \times 10^{13}$
Garam Batu ( <i>Rock salt</i> )	$30 \cdot 1 \times 10^{13}$
Granit ( <i>Granite</i> )	200-10000
Andesit ( <i>Andesite</i> )	$1.7 \times 10^2$ - $4.5 \times 10^4$
Basal ( <i>Basalt</i> )	200-100000
Gamping ( <i>Limestone</i> )	500-10000
Batu pasir ( <i>Sandstone</i> )	200-8000
Batu tulis ( <i>Shales</i> )	20-2000
Pasir ( <i>Sand</i> )	1-1000
Lempung ( <i>Clay</i> )	1-100
Air tanah ( <i>Ground water</i> )	0.5-300
Air asin ( <i>Sea water</i> )	0.2
Magnetit ( <i>Magnetite</i> )	0.01-1000
Kerikil kering ( <i>Dry gravel</i> )	600-10000
Aluvium ( <i>Alluvium</i> )	10-800
Kerikil ( <i>Gravel</i> )	100-600

Gambar 1. Tabel Nilai Reistivitas Material  
 Sumber: Telford, 1990



Gambar 2. Model Medium Resistif Berbentuk Balok  
 Sumber: Todd, D.K, 1959

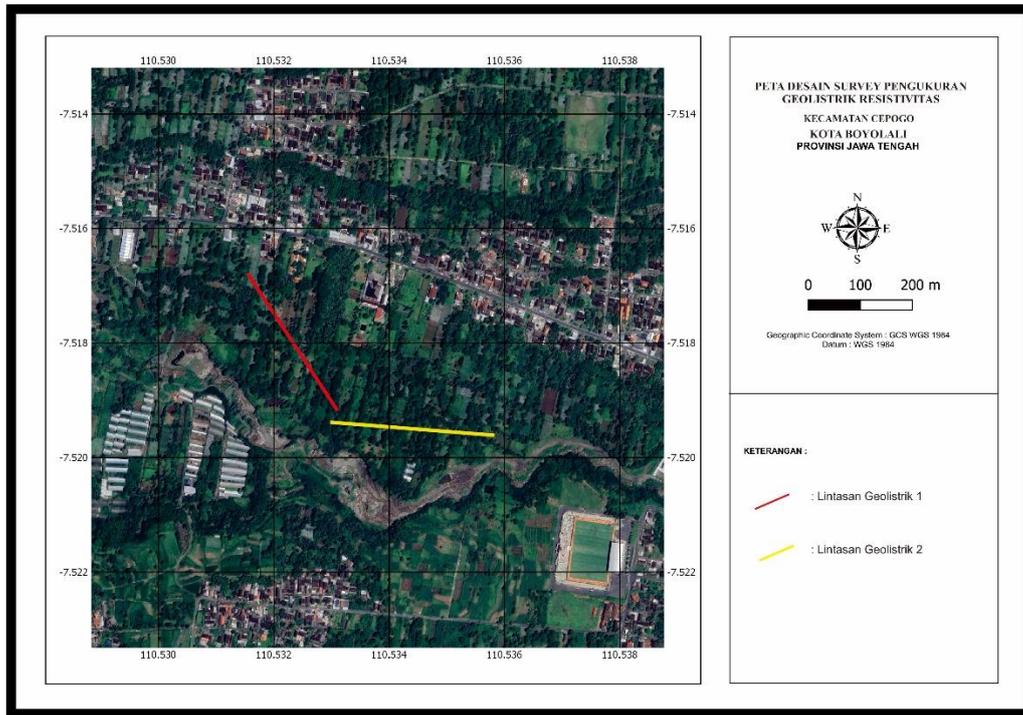


**Gambar 3.** Konsep Pengukuran Konfigurasi *Wenner Schlumberger*  
 Sumber: Pazdirek and Blaha 1996

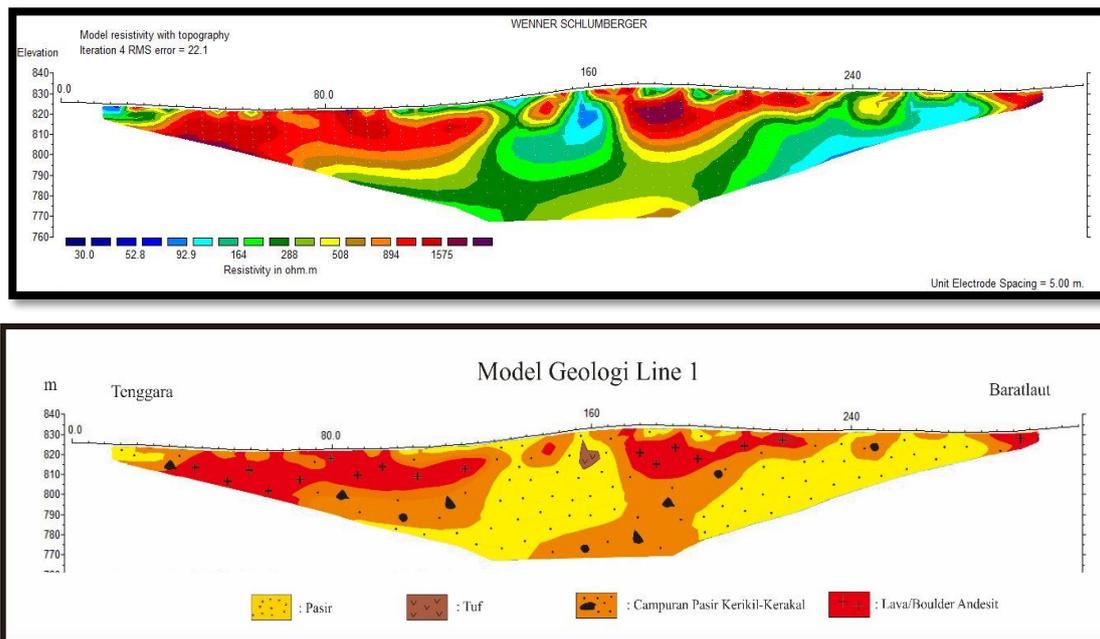
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Desain Survey Penelitian**

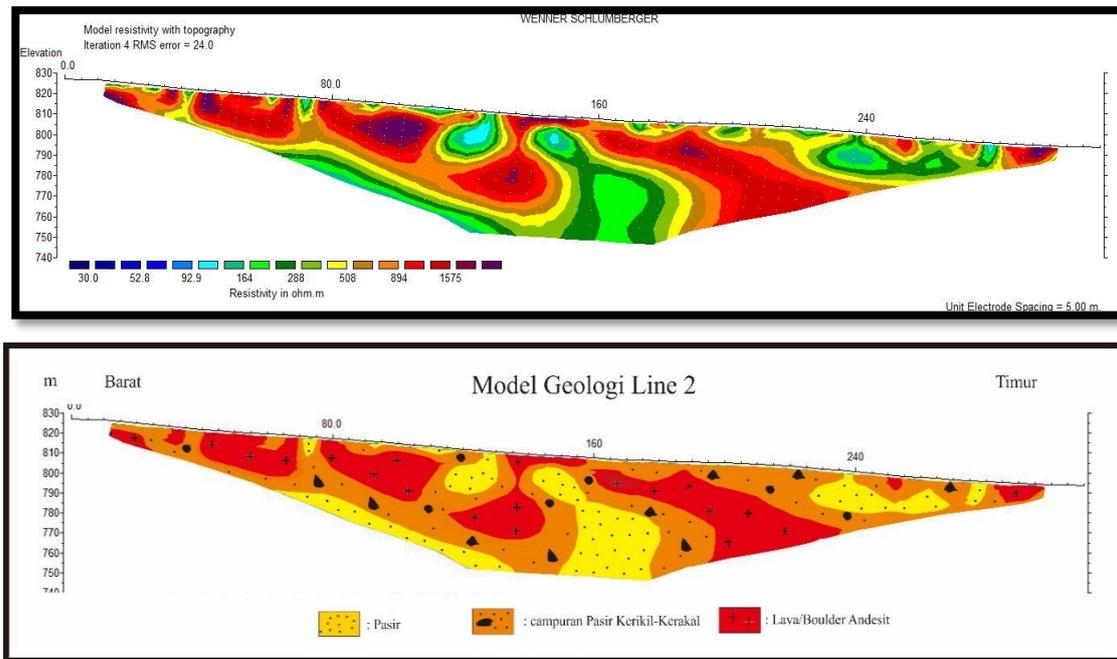
Pengukuran geolistrik resistivitas dilakukan dengan metode mapping menggunakan konfigurasi Wenner Schlumberger. Alat yang digunakan adalah Naniura multichannel, dengan panjang lintasan 310 meter dan jarak antar elektroda 10 m. Dari pengukuran diperoleh harga tahanan jenis semu secara lateral (horizontal) dan vertikal. Pengukuran metode geolistrik resistivitas 2 dimensi (Gambar 3), dengan jumlah lintasan pengukuran sebanyak 2 lintasan, dengan penyebaran seperti pada gambar 4. lintasan pengukuran geolistrik resistivitas digambarkan dengan garis warna merah untuk lintasan/line 1 dan warna kuning untuk lintasan 2. Pengukuran pada lintasan 1 dan 2 memiliki topografi yang landai agar kualitas data pengukuran bisa maksimal. Lintasan 1 memiliki arah bentangan barat laut – tenggara, kemudian lintasan 2 memilik arah bentangan Barat - Timur. Dengan penggunaan bentangan sejauh 310 meter bertujuan untuk mengetahui variasi batuan sampai dengan kedalaman 50 sampai 60 meter dibawah permukaan tanah.



Gambar 4. AHP Desain Survey Pengukuran Geolistrik Resistivitas



Gambar 5. Penampang Resistivitas 2 Dimensi *Line 1* (Gambar Atas) dan Model Geologi *Line 1*, Dari Pengukuran Geolistrik Konfigurasi *Wenner Schlumberger* (Gambar Bawah)



**Gambar 6.** Penampang Resistivitas 2 Dimensi *Line 1* (gambar atas) dan Model Geologi *Line 1*, Dari Pengukuran Geolistrik Konfigurasi *Wenner Schlumberger* (Gambar Bawah)

### Interpretasi Data Pengukuran Geolistrik 2 Dimensi

Dari penampang resistivitas yang dihasilkan (gambar 5 dan 6) yang dikombinasikan dengan data penunjang berupa singkapan batuan dan sedimen yang ditemukan di lokasi penelitian (Lampiran 1 dan 2), peta geologi lokasi penelitian dan tabel resistivitas batuan (Telford, 1990), maka diinterpretasikan bahwa lokasi penyelidikan dibagi menjadi 4 buah kelompok lapisan sedimen utama. Lapisan sedimen yang pertama adalah lapisan tuf yang diinterpretasikan dengan nilai resistivitas paling kecil dengan nilai dibawah 60 Ohm.m yang diilustrasikan dengan warna biru tua ( 30.0 52.8 ) pada penampang resistivitas dan secara geologi lapisan ini dimodelkan dengan lapisan berwarna hijau dengan garis hitam. Kemudian lapisan sedimen kedua adalah lapisan pasir, dimana lapisan ini memiliki nilai resistivitas sedang mulai 60 Ohm.m sampai dengan 300 Ohm.m yang diilustrasikan dengan warna biru muda sampai hijau ( 92.9 164 288 ) di penampang resistivitas dan secara geologi lapisan pasir dimodelkan berupa lapisan berwarna kuning dengan bitnik-bintik hitam berukuran kecil. Kemudian lapisan sedimen ketiga adalah campuran antara pasir dengan kerikil-kerakal, dimana lapisan ini memiliki nilai resistivitas mulai 300 Ohm.m sampai 894 Ohm.m dengan warna kuning sampai orange ( 508 894 ) pada penampang resistivitas dan secara geologi lapisan ini dimodelkan berupa lapisan berwarna orange dengan bintik-bintik dan blok-blok hitam berukuran besar didalamnya. Lapisan keempat adalah lapisan yang kemungkinan antara boulder atau lava Andesit dimana lapisan ini memiliki nilai resistivitas diatas 894 Ohm.m dengan warna merah ( 1575 ) di penampang resistivitas, kemudian lapisan andesit ini secara geologi diilustrasikan berupa lapisan berwarna merah dengan motif plus (+) didalamnya.

Lapisan tuf memiliki nilai resistivitas paling kecil dikarenakan lapisan ini memiliki ukuran butir terhalus, paling lunak dan memiliki sifat layaknya lempung atau lanau yang sangat mudah dialiri arus listrik. Kemudian lapisan pasir memiliki nilai resistivitas kecil ke sedang mulai dari 60 Ohm.m sampai dengan 300 Ohm.m, dikarenakan pasir juga memiliki ukuran butir kecil (0,125 mm - 2 mm) dan lunak, selain itu pasir adalah jenis sedimen yang baik dalam menyimpan air, hal inilah yang menyebabkan lapisan pasir mudah dialiri arus listrik yang menyebabkan rendahnya nilai resistivitas pada lapisan pasir. Lapisan pasir campuran kerikil-kerakal memiliki nilai resistivitas sedang ke besar dikarenakan adanya campuran kerakal dan kerikil pada tubuh lapisan pasir, dimana kerikil memiliki ukuran butir 2 mm – 4 mm dan kerakal memiliki ukuran butir 4 mm – 64 mm, campuran kerikil dan kerakal ini bersifat keras dan padat sehingga semakin sulit lapisan ini untuk dialiri arus listrik, olehkarena itu lapisan pasir campuran kerikil-kerakal memiliki nilai resistivitas yang lebih besar dibandingkan lapisan pasir. Lapisan boulder atau lava Andesit memiliki nilai resistivitas paling tinggi dengan nilai diatas 894 Ohm.m dikarenakan wataknya yang sangat keras dan sulit untuk menjadi wadah penyimpan air, hal inilah yang menyebabkan lapisan boulder atau lava ini sulit untuk dialiri arus listrik.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan data pengukuran geolistrik resistivitas 2 dimensi yang ditunjang dengan data singkapan sedimen dilapangan, peta geologi lokasi penelitian dan tabel resistivitas batuan, lokasi penelitian yang terletak di Dusun Mliwis, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali terdiri dari 4 lapisan sedimen. Dari nilai resistivitas terkecil hingga terbesar berturut-turut adalah lapisan sedimen tuf, lapisan sedimen pasir, lapisan sedimen pasir campuran kerikil dan kerakal dan lapisan lava/boulder andesit. Ke 4 lapisan sedimen diklasifikasikan berdasarkan perbedaan nilai resistivitas yang berhubungan dengan sifat fisik batuan seperti kekerasan lapisan, ukuran butir butir, dan kemampuan dalam menyimpan air. Kemudian bawah tanah Desa Mliwis didominasi oleh material pasir dan pasir campuran kerikil-kerakal

### **UCAPAN TERI MAKASIH**

Ucapan terima kasih kepada tim penelitian yang telah bekerja dengan maksimal dan segenap pengurus Jurnal Ilmiah Geomatika yang telah menerima dan mereview paper saya dengan baik.

### **DAFTAR PUSTAKA (FORMAT APA)**

- Pazdirek, O. & Blaha, V., (1996). *Examples of Resistivity Imaging using ME-100 Resistivity Field Acquisition System*. Amsterdam, European Association of Geoscientists & Engineers.
- Loke, M.H., (2004). *2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. Birmingham University.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge Universty Press.
- Todd, D. K., (1980), *Groundwater Hydrology, 2ND Edition*. John Wiley and Sons, Inc., USA.
- W. H. Condon, (1996), *Peta Geologi Lembar Surakarta*. Indonesia.

**LAMPIRAN**



**Lampiran 1.** Singkapan Lava atau *Boulder* Andesit di sekitar lokasi penelitian



**Lampiran 2.** Singkapan Campuran Pasir dengan Kerikil-Kerakal