

# PEMODELAN 3D ANDESIT BERDASARKAN DATA RESISTIVITAS DI GUNUNG KALISONGGO, KULON PROGO

Obrin Trianda<sup>1</sup>, Rizqi Prastowo<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Geologi<sup>1</sup>, Jurusan Teknik Pertambangan<sup>2</sup>

Sekolah Tinggi Teknologi Nasional

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman

obrintrianda.lahat@gmail.com

## Abstract

*The needs for andesite stone for development in Kulon Progo is increasing, so a new andesite reserve is needed. This study aims to map andesite distribution in 2-D or 3-D in the research area. The determination of andesite distribution is based on the difference between the andesite resistivity value and the surrounding rocks. Geologically, Mount Kalisonggo and Songgo River are included in the Old Andesite Formation with the appearance of the columnar joint structure.*

*Field data was collected using a Geolistrik method with dipole-dipole configuration of 5 paths. The resistivity data is processed and modeled 2D using Res2Dinv software, so that the andesite resistivity cross-section model is obtained. Andesite distribution after the 2-D or 3-D modeling obtained thickness varies between 5-17 meters.*

**Keywords:** 3D Model, Andesite, Dipole-dipole, Resistivity

## Abstrak

Kebutuhan batu andesit untuk pembangunan di Kulon Progo semakin meningkat, sehingga diperlukan cadangan andesit baru. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran andesit secara 2-D maupun 3-D di daerah penelitian. Penentuan sebaran andesit didasarkan pada perbedaan nilai resistivitas andesit dengan batuan di sekitarnya. Secara geologi, Gunung Kalisonggo dan Sungai Kali Songgo termasuk dalam Formasi Andesite Tua dengan kenampakan struktur columnar joint.

Pengambilan data lapangan menggunakan metode Geolistrik dengan konfigurasi dipole-dipole sebanyak 5 lintasan. Data resistivitas diolah dan dimodelkan 2D menggunakan software Res2Dinv, sehingga didapatkan model penampang resistivitas andesit. Sebaran andesit setelah dilakukan pemodelan secara 2-D maupun 3-D didapatkan ketebalan bervariasi antara 5 – 17 meter.

**Kata kunci:** Model 3D, Andesit, Dipole-dipole, resistivitas

## 1. Latar Belakang Masalah

Masterplan Bandara Kulonprogo terletak sekitar 30 km sebelah barat dari kota Yogyakarta memiliki runway sepanjang 3.600 meter. Landasan tersebut sangat memadai untuk pesawat ukuran besar dan bertaraf internasional. Pada landasan sisi timur-barat, ditambah dua perimeter masing-masing sejauh 900 meter sehingga total keseluruhan runway adalah 4.400 meter. Sarana dan fasilitas yang ada nantinya adalah apron, terminal building, commercial building, technical building dan dukungan pengoperasian penerbangan dengan Air Traffic Control (ATC) serta fasilitas parkir bagi pengunjung. Bandara yang mampu melayani 30 juta penumpang setiap tahun (Dirjen Perhubungan, 2015).

Penilaian ekonomi andesit juga ditinjau dari sumberdaya cadangannya, sehingga diperlukan suatu metode eksplorasi yang mampu mengungkapkan keberadaan andesit di bawah permukaan beserta pola penyebarannya. Salah satu daerah potensi andesit yaitu kecamatan Nanggulan, tepatnya di gunung Kalisonggo. Formasi geologi gunung Kalisonggo adalah

formasi kebobutak/ andesit tua. Formasi ini diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Nanggulan. Litologinya berupa breksi vulkanik dengan fragmen andesit, lapilli tuf, tuf, lapili breksi, sisipan aliran lava andesit, aglomerat, serta batupasir vulkanik yang tersingkap di banyak lokasi di daerah Kulonprogo. Formasi ini tersingkap baik di bagian tengah, utara, dan barat daya daerah Pegunungan Kulonprogo yang membentuk morfologi pegunungan bergelombang sedang hingga terjal. Ketebalan formasi ini kira-kira mencapai 600 m (Hartono, 2016).

Salah satu metode geofisika yang dapat memberikan informasi dalam eksplorasi andesit adalah dengan Metode Geolistrik. Metode Geolistrik merupakan salah satu Metode Geofisika yang memanfaatkan sifat kelistrikan batuan yakni resistivitas batuan. Pada dasarnya batuan adalah penghantar listrik yang buruk / bersifat resistif, akan tetapi batuan memiliki sifat dan komposisi yang berbeda yang mengakibatkan variasi nilai resistivitas. Nilai resistivitas digunakan untuk membedakan antara satu jenis batuan dengan batuan yang lainnya dan sebagian besar batuan beku memiliki nilai resistivitas yang tinggi termasuk andesit.

Pemodelan 3 Dimensi (3D) resistivitas batuan dengan menggunakan Metode Geolistrik diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai pola sebaran andesit. Hal ini penting untuk dilakukan, khususnya dalam eksplorasi andesit dalam rangka penilaian potensi dan sumberdaya andesit di daerah penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan keberadaan andesit di bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas melalui pemodelan 2-D maupun 3-D serta mengestimasi sumberdaya andesit pada daerah penelitian.

### **Geologi daerah Penelitian**

Wilayah telitian termasuk kedalam daerah Kecamatan Kulonprogo yang mana daerah ini terpisah oleh adanya Sungai Opak. Kulonprogo sering disebut dengan istilah “Oblong Dome”, istilah ini dikaitkan dengan adanya Gunung api purba yang disebut Gunung Gajah yang mana terletak pada bagian tengah dari dome yang sekarang ini. Dome ini mempunyai arah yaitu utara timur laut-selatan barat daya (Bammelen, 1949).

Kegiatan Gunung Gajah purba tersebut menghasilkan jenis batuan Andesite augit basaltic. Seiring dengan perkembangan tektonik maka terbentuklah Gunung Ijo yang ada pada bagian Selatan dengan menghasilkan jenis batuan Andesit piroksen basaltic, selanjutnya Andesite augit horblende, pada fase akhir dari Gunung ijo dicirikan dengan jenis intrusi pada bagian ini yaitu Dasit. Pada fase dimana Gunung Gajah dan Gunung Ijo berakhir, maka terbentuklah Gunung Menoreh pada bagian Utara yang menghasilkan jenis batuan Andesite augit horblende, selanjutnya Dasit, maka diakhirir oleh batuan Andesite. Gunung Menoreh merupakan gunung terakhir yang ada pada kompleks Kulonprogo.

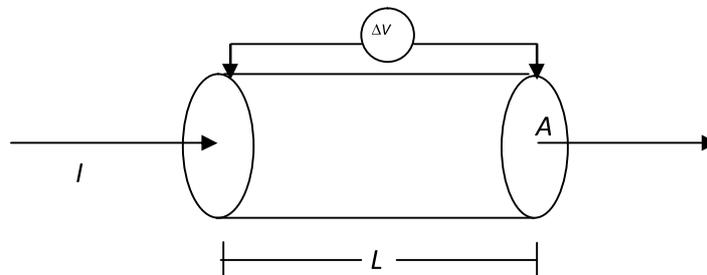
Andesit pada daerah penelitian secara geologi termasuk dalam satuan batuan intrusi pada bagian dangkal andesit yang terdiri atas andesit hipersten sampai andsit augit-hornblende dan trakiandesit (Raharjo, 1995). Pembagian zonasi batuan didapatkan dari survey geologi detil daerah penelitan dimana warna abu-abu, struktur columnar joint, derajat kristalisasi hipokristalin, derajat granularitas fanerik halus, bentuk kristal subhedral, komposisi mineral plagioklas felsic 45%, horbalnde 10%, piroksen 15%, k-feldsfar 10%, kuarsa 5%, masa dasar gelas 5%, nama batuan ndesite.

Resistivitas batuan merupakan nilai daya hambat listrik dari suatu batuan. Semakin besar nilai resistivitas batuan maka semakin kecil nilai arus yang dapat mengalir pada suatu penghantar, dan sebaliknya. Nilai resistivitas batuan bermacam-macam, sehingga merumuskan table resistivitas (Telford, 1976).

$$\rho = R \frac{A}{L} \tag{1}$$

Dengan  $\rho$  = resistivitas ( $\Omega\text{m}$ ),  $R$  = hambatan (ohm),  $L$  = panjang medium (m), dan  $A$  = luas penampang medium ( $\text{m}^2$ ).

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot \frac{A}{L} \tag{2}$$



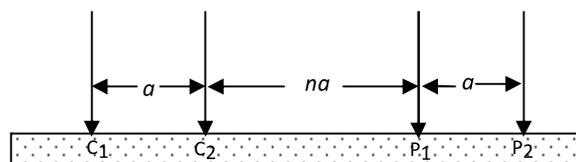
Gambar 1 Sampel medium yang dilalui arus I, panjang L dan luas penampang A

Persamaan (2) berlaku untuk medium yang homogen, sehingga hasil yang diperoleh adalah tahanan jenis sesungguhnya (*true resistivity*). Tetapi di dalam praktek, obyek yang diukur adalah bumi atau tanah yang tidak homogen karena tahanan jenisnya berbeda-beda, sehingga tahanan jenis yang terukur adalah tahanan jenis semu (*apparent resistivity*). Nilai tahanan jenis semu ini tergantung pada tahanan jenis lapisan-lapisan pembentuk formasi dan konfigurasi elektroda yang digunakan. Tahanan jenis semu dirumuskan sebagai :

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \tag{3}$$

dengan K adalah faktor geometri susunan elektroda yang berdimensi panjang.

Pada pengukuran di lapangan digunakan dua elektroda untuk mengalirkan arus (C1 dan C2), dan beda potensialnya diukur diantara dua titik dengan dua elektroda potensial, P1 dan P2



Gambar 2 Konfigurasi elektroda dipole-dipole

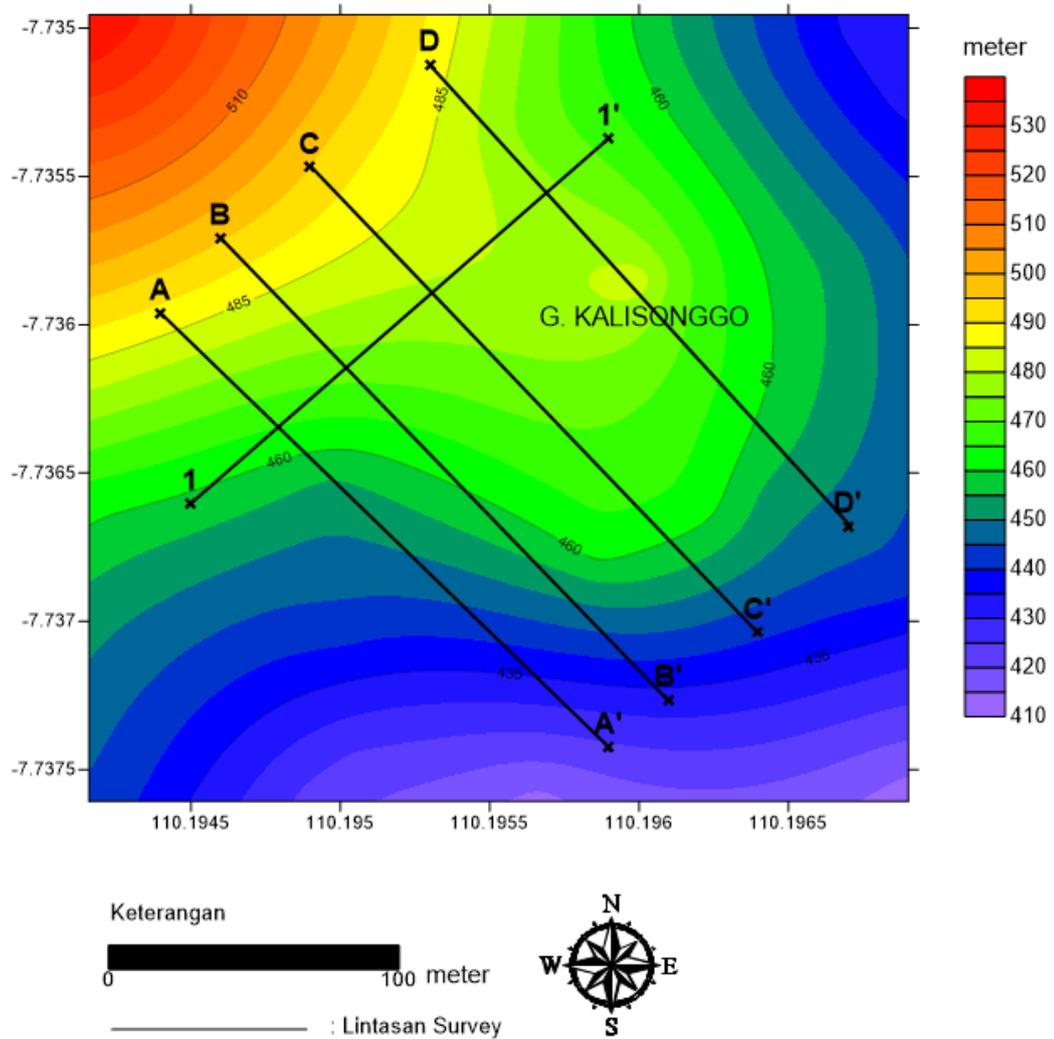
$$k = \pi a n (n + 1) (n + 2) \tag{4}$$

Dengan a adalah spasi antara C1C2 dan P1P2, dan n adalah faktor pengali, pada penelitian ini menggunakan n sebanyak 6 kali.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Gunung Kalisonggo, Kecamatan, Nanggulan, Kulon Progo. Jumlah lintasan pada penelitian ini adalah 5 lintasan dengan masing-masing bentangan 200m, spasi 10m, dan jumlah n adalah 6. Terdapat 4 lintasan berorientasi barat-laut-tenggara, dan 1 lintasan berorientasi baratdaya-timurlaut (memotong ke-4 lintasan). Peta lintasan survey dapat dilihat pada Gambar 3.

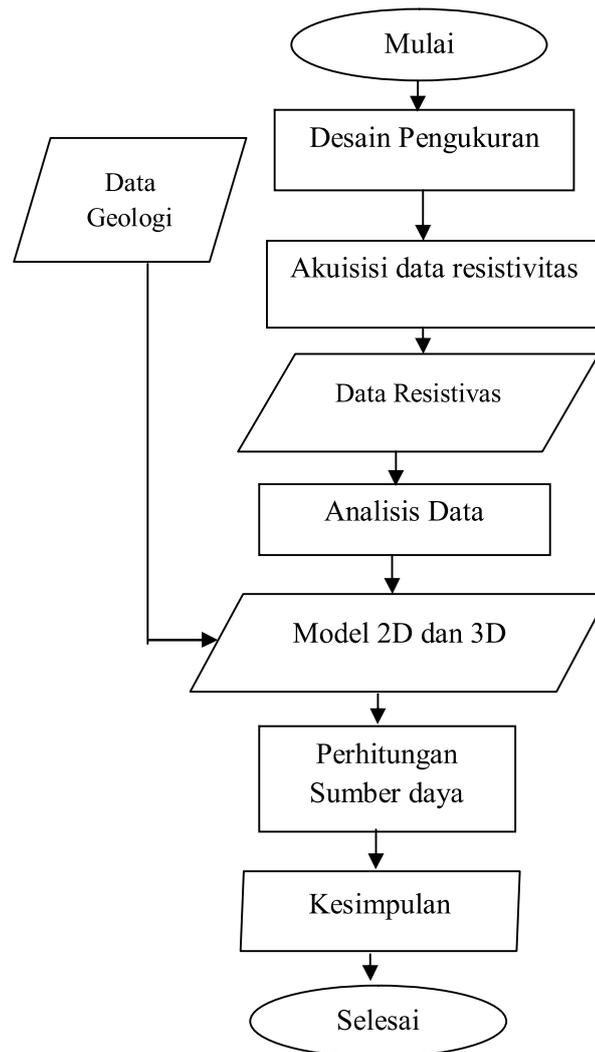
## DENAH LINTASAN PENELITIAN



Gambar 3 Peta Survey Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

- Resistivity meter,
- Elektroda,
- GPS (*Global Positioning System*),
- Kabel penghubung,
- Ohmmeter,
- Palu,
- Rol meter,
- Laptop/computer,
- Handy talk*.

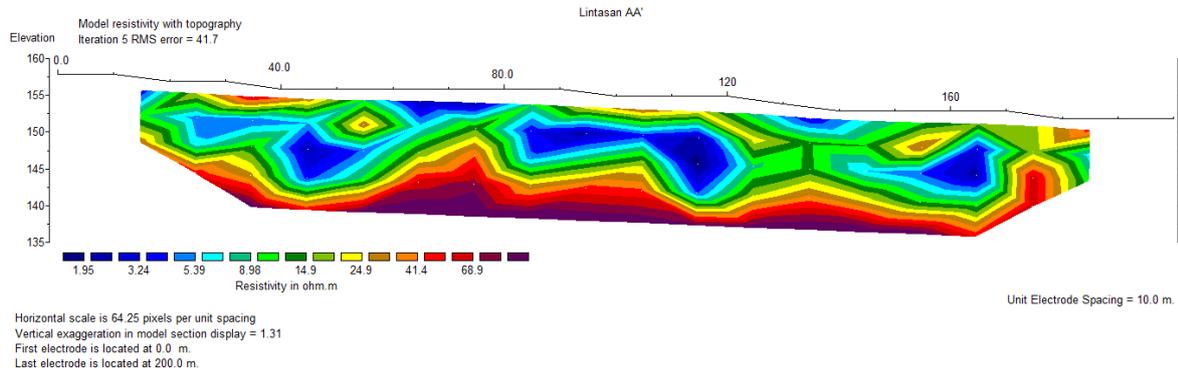


Gambar 4 Diagram alir penelitian

Tahapan penelitian yang digambarkan pada diagram alir (Gambar 4) yaitu sebelum melakukan pengukuran membuat desain survey dahulu seperti (Gambar 3). Setiap lintasan survey dengan panjang 200 m dibentangkan sesuai dengan desain pengukuran. Akuisisi data atau pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat yang bernama resistivity meter. Hasil dari pengukuran berupa data tegangan ( $V$ ), arus listrik ( $I$ ), dan faktor jarak/ geometri ( $K$ ) melalui persamaan 3, maka didapatkan nilai hambat jenis (resistivitas). Pemodelan 2D dan 3D menggunakan software pemodelan dengan masukan nilai jarak, resistivitas, dan topografi (ketinggian).

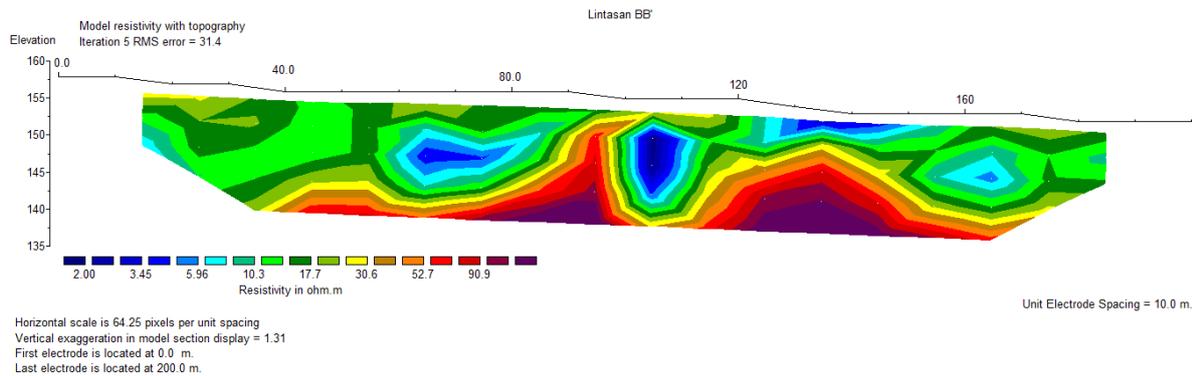
Hasil inversi tiap lintasan yang berupa data 2D dari software Res2Dinv kemudian dibuat menjadi suatu bentuk pemodelan secara 3-D yang juga akan digunakan untuk menghitung volume andesit. Model 3-D juga merupakan *solid model*. *Solid model* merupakan hasil interpolasi dari nilai resistivitas. Data yang diinterpolasi/ ditaksir adalah data antara line. Hasil taksiran/ interpolasi ini yang dijadikan estimasi sumberdaa andesit.

### 3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 5 Penampang 2D resistivitas lintasan AA'

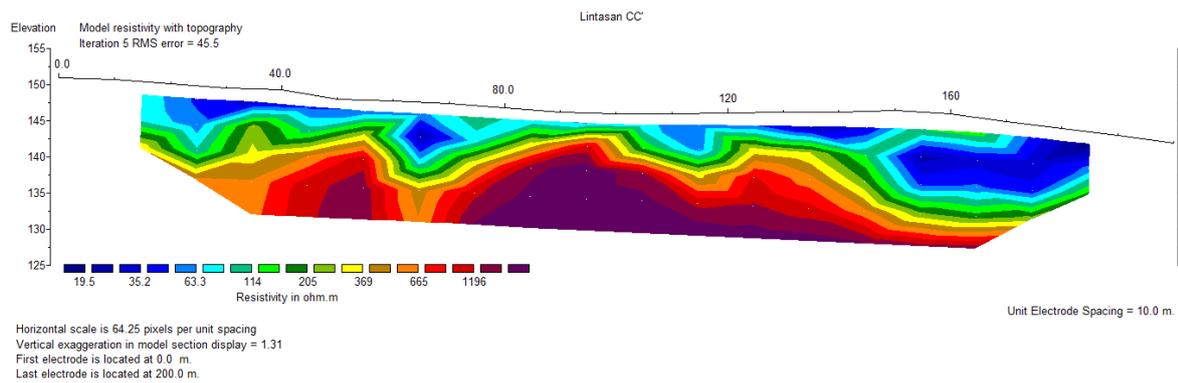
Lintasan AA' pada Gambar 5 merupakan lintasan dengan panjang bentangan 200 meter yang dapat dilihat pada proses iterasi pada data lintasan AA' ini menghasilkan nilai perbedaan pengukuran dan perhitungan (nilai RMS) sebesar 41,7. Pada lintasan AA' (Gambar 5) ini tidak terdapat resistivitas yang menunjukkan andesit ( $> 1000 \Omega\text{m}$ ). pada lintasan AA' ini resistivitas besar yang ditunjukkan warna merah-ungu berada (sekitar  $50\text{-}80 \Omega\text{m}$ ) berada pada kedalaman 14 m dan menerus ke dalam. Menurut table resistivitas Telford (1974) Batuan tersebut diperkirakan adalah batuan lempung. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemenerusan andesit tidak sampai lintasan AA' dan pada kedalaman 17 m.



Gambar 6 Penampang 2D resistivitas lintasan BB'

Lintasan BB' pada Gambar 6 merupakan lintasan dengan panjang bentangan 200 m yang dapat dilihat pada Proses iterasi pada data lintasan BB' ini menghasilkan nilai perbedaan pengukuran dan perhitungan (nilai RMS) sebesar 31,4 yang lebih kecil dibandingkan dengan RMS pada lintasan AA'. Anomali resistivitas rendah ( $10.3\text{-}90.9 \Omega\text{m}$ ) diinterpretasikan kemungkinan adalah batuan lempung yang merupakan lapisan yang diterobos intrusi mikrodiorite.

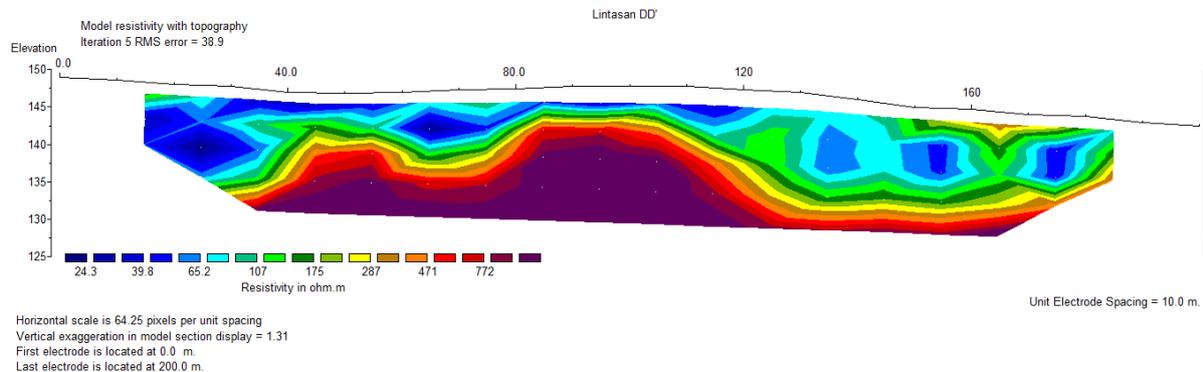
Pada lintasan BB' ini belum ada anomali andesit (resistivitas tinggi). Hal tersebut menandakan bahwa kemungkinan memang intrusi hanya pada daerah tinggian kalisonggo. Kemungkinan tersebut dikarenakan penetrasi dari pengukuran ini hanya 17 m, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan penetrasi kedalaman yang lebih dalam.



Gambar 7 Penampang 2D resistivitas lintasan CC'

Lintasan CC' pada Gambar 7 merupakan lintasan dengan panjang bentangan 200 m yang dapat dilihat pada Proses iterasi pada data lintasan CC' ini menghasilkan nilai perbedaan pengukuran dan perhitungan (nilai RMS) sebesar 45,5. Anomali resistivitas rendah (19,5-114  $\Omega\text{m}$ ) diinterpretasikan kemungkinan adalah batuan lempung yang juga merupakan lapisan yang diterobos intrusi mikro diorite.

Anomali resistivitas sedang (205-665  $\Omega\text{m}$ ) diinterpretasikan sebagai lapukan andesit, sedangkan nilai resistivitas tinggi (>1000  $\Omega\text{m}$ ) diindikasikan dengan warna merah – ungu, diinterpretasikan merupakan andesit yang segar yang melampar  $\pm 70$  m. Sedangkan andesit segar berdasarkan penampang lintasan CC' dapat dijumpai bervariasi dari kedalaman  $\pm 7 - 17$  meter. Selain itu juga ketebalan andesit segar mencapai  $\pm 12$  m, serta dimensi andesit segar  $\pm 840$  m<sup>2</sup>. Pada lintasan CC', andesit segar kemungkinan juga masih tersedia pada kedalaman > 20 m, karena pola kontur masih menerus pada kedalaman 20 m.

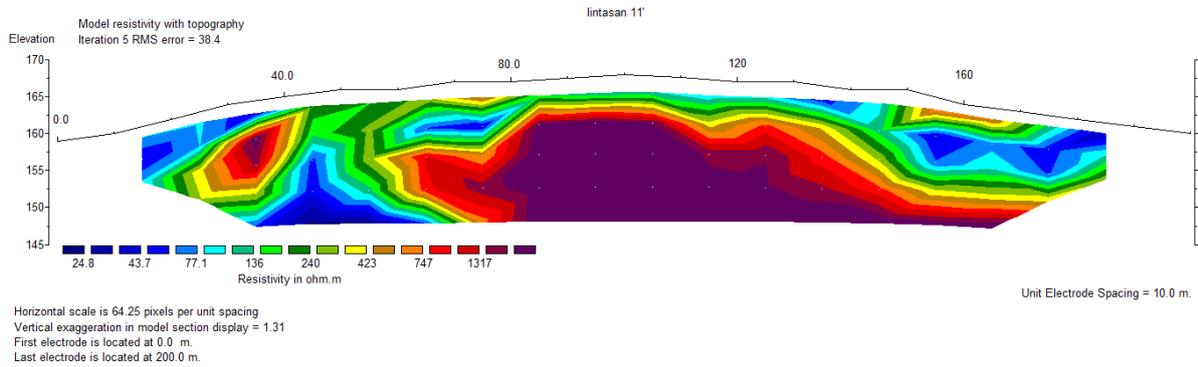


Gambar 8 Penampang 2D resistivitas lintasan DD'

Lintasan DD' pada Gambar 8 merupakan lintasan dengan panjang bentangan 200 m yang dapat dilihat pada Proses iterasi pada data lintasan DD' ini menghasilkan nilai perbedaan pengukuran dan perhitungan (nilai RMS) sebesar 38,9. Anomali resistivitas rendah (24,3-175  $\Omega\text{m}$ ) diinterpretasikan kemungkinan adalah tuff yang merupakan akumulasi endapan piroklastik gunungapi.

Anomali resistivitas sedang (200-475  $\Omega\text{m}$ ) diinterpretasikan sebagai batu lempung yang merupakan batuan yang diterobos andesit. Anomali resistivitas sedang (500-772  $\Omega\text{m}$ ) dimungkinkan adalah andesit lapuk, sedangkan nilai resistivitas tinggi (>1000  $\Omega\text{m}$ ) diindikasikan dengan warna ungu, diinterpretasikan merupakan andesit yang segar yang melampar  $\pm 90$  m dan kedalaman batuan mencapai  $\pm 5$  meter. Selain itu juga ketebalan andesit segar mencapai  $\pm 15$  m, serta dimensi andesit segar  $\pm 1350$  m<sup>2</sup>. Pada lintasan DD',

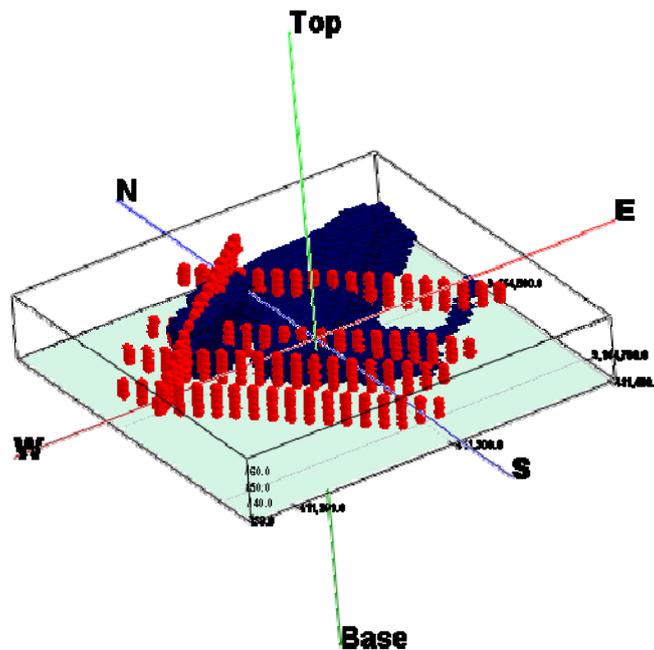
andesit segar kemungkinan juga masih tersedia pada kedalaman > 17 m, karena pola kontur masih menerus pada kedalaman 17 m.



Gambar 9 Penampang 2D resistivitas lintasan 11'

Lintasan 11' pada Gambar 9 merupakan lintasan dengan panjang bentangan 200 m yang dapat dilihat pada Proses iterasi pada data lintasan 11' ini menghasilkan nilai perbedaan pengukuran dan perhitungan (nilai RMS) sebesar 38,4. Anomali resistivitas rendah (24,8-136 Ωm) diinterpretasikan kemungkinan adalah tuff yang merupakan akumulasi endapan piroklastik gunungapi.

Anomali resistivitas sedang (150-423 Ωm) diinterpretasikan sebagai batu lempung yang merupakan batuan yang diterobos andesit. Anomali resistivitas sedang (500-747 Ωm) dimungkinkan adalah andesit lapuk, sedangkan nilai resistivitas tinggi (>1000 Ωm) diindikasikan dengan warna merah tua-ungu, diinterpretasikan merupakan andesit yang segar yang melampar ±100 m dan kedalaman batuan mencapai ± 5 meter. Selain itu juga ketebalan andesit segar mencapai ±15 m, serta dimensi andesit segar ±1500 m<sup>2</sup>. Pada lintasan 11', andesit segar kemungkinan juga masih tersedia pada kedalaman > 17 m, karena pola kontur masih menerus pada kedalaman 17 m.



Gambar 10 Penampang 3D resistivitas

Hasil interpretasi penampang resistivitas 2D, kemudian dilakukan pemodelan 3D resistivitas andesit pada daerah penelitian (Gambar 10). Pemodelan 3D bertujuan untuk mengetahui pola sebaran batuan andesit melalui nilai resistivitas secara 3 dimensi. Berdasarkan model 3D yang ditunjukkan oleh Gambar 10, menunjukkan bahwa sebaran andesit tidak pada seluruh line pengukuran (line AA' dan BB'). Sebaran andesit berada pada elevasi  $\pm 142-153$  mdpl dan pada kedalaman  $\pm 5-17$  m.

#### 4. Kesimpulan

Hasil pendugaan survey geolistrik menunjukkan indikasi keberadaan andesit di area penelitian yang berasosiasi yang diduga hasil intrusi kalisonggo. Sebaran resistivitas menunjukkan bahwa andesit terkonsentrasi pada bagian timurlaut. Penyebaran andesit terdapat di bagian puncak gunung Kalisonggo yang terdapat antara lintasan CC' dan DD', serta andesit lapuk dengan resistivitas sekitar  $700 \Omega\text{m}$  pada kedalaman sekitar 10m. Penampakan di lapangan sangat jelas dengan bentuk perbukitan kecil yang meruncing, dengan arah relatif tenggara – barat laut.

#### Daftar Pustaka

- Dirjen Perhubungan, 2015,. Rencana Strategis Dirjen Perhubungan Tahun 2015-2019: Jakarta.
- Hartono, H. G. dan Pambudi, S., 2016, Gunung Api Purba Mujil, Kulonprogo, Yogyakarta: Suatu Bukti Dan Pemikiran. Proseding RETII X, STTNAS.
- Rahardjo W., Sukandarrumidi, Rosidi, 1995, Lembar Yogyakarta, Jawa, Skala 1:100.000, PU dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A., 1976, Applied Geophysics, edisi 1, Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, Melbourne.
- Van Bemmelen, R. W, 1949, The Geology of Indonesia, Vol IA, Government Printing Office, hal. 28-29, 102-106, 595-602