

# **IDENTIFIKASI JENIS BATUAN BAWAH PERMUKAAN DAERAH SUMBER AIR PANAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK (STUDI KASUS PANASBUMI DAERAH TIRIS, KABUPATEN PROBOLINGGO JAWA TIMUR)**

Laelah Hilaliyah Istighfaroh<sup>1</sup>, Sukir Maryanto<sup>2</sup>, Fajar Rakhmanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Sarjana Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya

<sup>2</sup> Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya

<sup>3</sup>CV. Geosentris Nusantara Malang

E-mail: Laelah.istighfaroh@gmail.com

## **ABSTRAK**

Telah dilaksanakan penelitian tentang pendugaan lapisan bawah permukaan potensi panasbumi di kawasan Tiris-Probolinggo. Penelitian ini bertujuan mengetahui variasi nilai resistivitas batuan dan struktur lapisan batuan bawah permukaan serta mempelajari sebaran pola aliran fluida panas. Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Dipole-dipole pada 4 titik lintasan penelitian.

Dari pengolahan data 2D menunjukkan bahwa nilai resistivitas lapisan bawah permukaan dari keempat lintasan berkisar  $0.80 \Omega m$  -  $14245 \Omega m$ . Litologi bawah permukaan lintasan 1 dan lintasan 4 memiliki batuan yang sama yaitu lempung, pasir, breksi vulkanik, tuff, lava dan basal. Litologi pada lintasan 2 dan lintasan 3 memiliki batuan yang sama yaitu lempung, pasir, breksi vulkanik dan tuff.

**Kata Kunci :** Panasbumi Tiris-Probolinggo, resistivitas, konfigurasi Dipole-dipole, litologi batuan.

## **ABSTRACT**

A geothermal research to estimate layer at the prospecting area of geothermal Tiris-Probolinggo has been conducted. The goals were to find out the variation of rock resistivity layer lithology subsurface and to determine the pattern of hot fluid flow. The data was taken by using resistivity method with Dipole-dipole configuration in 4 research area.

Based on 2D modelling it can be found anomaly at research is about  $0.80 \Omega m$  -  $14245 \Omega m$ . The lithology of layer structure subsurface first and fourth area had similar contains such as clay, sand, volcanic breccia, tuff, lava and basalt. The lithology for the second and third area had similar contains such as are clay, sand, volcanic breccia and tuff.

**Keywords :** Geothermal Tiris-Probolinggo, resistivity, Dipole-dipole configuration. lithology of rock.

## **I. PENDAHULUAN**

Di negara Indonesia potensi panasbumi sangat berlimpah yaitu 29.000 MW atau sekitar 40% dari total panasbumi di dunia, dikarenakan negara Indonesia merupakan negara yang berpotensi gunung berapi tinggi (Wahyuni, 2012)<sup>i</sup>.

Salah satu potensi sumber energi panasbumi yang ada di Jawa Timur yaitu di daerah sumber air panas yang berpotensi sebesar 147 MW di Desa Segaran, Kecamatan Tiris, Kabupaten Probolinggo. Wilayah panasbumi Desa Segaran ini berada di kaki G. Lamongan dan dekat dengan G. Argopuro. Dalam pemanfaatan sumber energi panasbumi tersebut, Pemerintah Provinsi Jawa Timur telah melakukan survei awal yaitu survei geologi, survei geokimia dengan data geologi bahwa manifestasi panasbumi Segaran berasal dari Gunung Argopuro, akan tetapi hal tersebut masih belum cukup bukti untuk menyatakan posisi sumber air panas tersebut karena hanya mengetahui dari kenampakan diatas permukaan tanah saja (Survei Geologi ESDM Jawa Timur dalam Martha, dkk., 2012)<sup>ii</sup>.

Sebelumnya juga sudah dilakukan penelitian pada daerah manifestasi panasbumi pada tahun 2012 bertujuan untuk menentukan pola arah retakan dengan menggunakan metode Geolistrik

*square array* dengan susunan elektroda berbentuk persegi dengan spasi jarak antar elektroda digunakan 5 meter dan 10 meter pada masing-masing 3 titik pengukuran di daerah selatan sungai Pekalen (kaki Gunung Lamongan). Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa sumber air panas di desa Segaran berasal dari zona lemah yang di terobos air yang diakibatkan oleh patahan yang mengarah sepanjang arah timur laut-barat daya yang dapat menggambarkan adanya retakan yang memotong Sungai Pekalen dengan adanya pola aliran sungai yang membekok (Martha,dkk., 2012)<sup>ii</sup>.

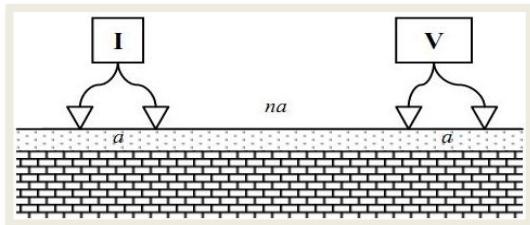
Sedangkan pada penelitian ini akan dilakukan akuisisi data dengan menggunakan metode Geolistrik Resistivitas konfigurasi Dipole-dipole untuk mengidentifikasi jenis batuan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai resistivitas batuan yang memusat pada satu daerah dengan 2 titik sumber di kawasan manifestasi panasbumi di Desa Segaran, Kecamatan Tiris-Probolinggo.

Secara umum, panasbumi (*geothermal*) didefinisikan sebagai panas yang berasal dari dalam bumi (Citrosiswoyo, 2008)<sup>iii</sup>.

Adanya manifestasi panasbumi di permukaan diperkirakan terjadi karena adanya perambatan panas dari bawah permukaan atau dari adanya

rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panasbumi (uap dan air panas) mengalir ke permukaan (Saptadji, 2002)<sup>iv</sup>.

Metode tahanan jenis merupakan salah satu dari kelompok metoda geofisika yang digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam batuan di bawah permukaan bumi (Santoso, 2002)<sup>v</sup>.



**Gambar 1** Metode pengukuran geolistrik dipole-dipole.  $n = 1, 2, \dots N$ . (Sharma, 1997)<sup>vi</sup>.

Pada konfigurasi dipole-dipole tersusun dari 4 elektroda yang terdiri dari 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial (Gambar 1).

Adanya perbedaan tegangan yang timbul pada ujung-ujung kabel menyebabkan muatan berpindah dan menghasilkan arus listrik. Arus listrik di ukur dalam satuan Ampere yang merupakan umlah muatan listrik yang lewat pada suatu titik sembarang dalam 1 sekon, sedangkan nilai potensial biasa yang dihitung dengan satuan Volt yang merupakan perbedaan antara tegangan yang dibutuhkan agar arus dapat lewat. Pada sebagian besar bahan termasuk sebagian besar batuan, arus yang mengalir pada suatu material semakin besar sejalan dengan kenaikan tegangannya. Dari hukum Ohm dapat diturunkan persamaan :

$$R = \frac{V}{I}$$

dimana:  $R$  = hambatan (ohm)

$\Delta V$  = beda potensial (volt)

$I$  = arus listrik (ampere)

(Giancoli, 2001)<sup>vii</sup>.

Dengan mengubah-ubah nilai  $n$ , maka akan diperoleh kumpulan data yang dapat digambarkan pada *pseudo-section*. Hasil pengukuran ini adalah potensial, yang kemudian dikonversikan menjadi tahanan jenis semu, nilai faktor geometris konfigurasi dipole-dipole sebesar :

$$\pi \tan(n+1)(n+2)$$

dan besar resistivitas semunya adalah

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} \pi \tan(n+1)(n+2) \quad (\text{Waluyo}, 2001)^{\text{viii}}$$

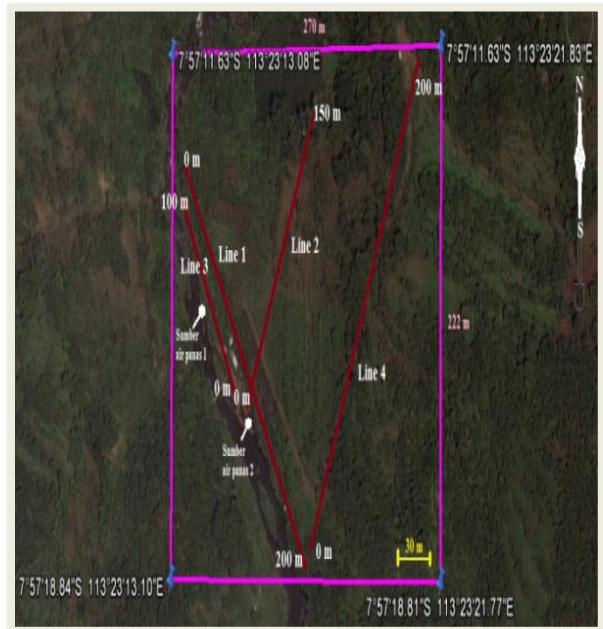
Daerah penelitian terletak di daerah pemandian air panas Tiris yang berada di kaki gunung Lamongan. Disekitar mata air panas Tiris secara

umum ditemukan adanya endapan berwarna kuning kemerahan dan sedikit berbau belerang, endapan ini merupakan unsur besi yang keluar bersama air panas tersebut dan mengalami oksidasi sehingga menunjukkan warna seperti karat (Survei Geologi ESDM Jawa Timur dalam Martha, dkk., 2012)<sup>ix</sup>.

## II. METODOLOGI

Pengambilan data dilakukan di sekitar kawasan manifestasi panasbumi desa Segaran Kecamatan Tiris kabupaten Probolinggo dengan menggunakan seperangkat peralatan Geolistrik.

Data yang diambil dalam penelitian berupa data primer. Pengambilan data dengan menggunakan konfigurasi Dipole-dipole pada empat lintasan penelitian, akuisisi data dilakukan dengan 4 lintasan penelitian dengan panjang bentangan yang berbeda dengan jarak elektroda (a) yaitu 10 m. Panjang bentangan lintasan 1 berjarak 200 m, panjang bentangan lintasan 2 berjarak 150 m, panjang bentangan lintasan 3 berjarak 100 m serta panjang bentangan 4 berjarak 200 m (Gambar 2):



**Gambar 2** Desain pengambilan data geolistrik resistivitas (Google Earth)<sup>ix</sup>.

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai besar arus dan hambatan, nilai tersebut dilakukan perhitungan untuk mencari nilai  $k$  serta  $\rho$ . Setelah data perhitungan didapat, maka hasil data dirunning menggunakan software *Res2dinv* untuk diinversi dalam bentuk 2D dari masing-masing lintasan. Hasil dari inversi tersebut akan menunjukkan pola hambatan jenis dan struktur lapisan bawah permukaan yang diteliti.

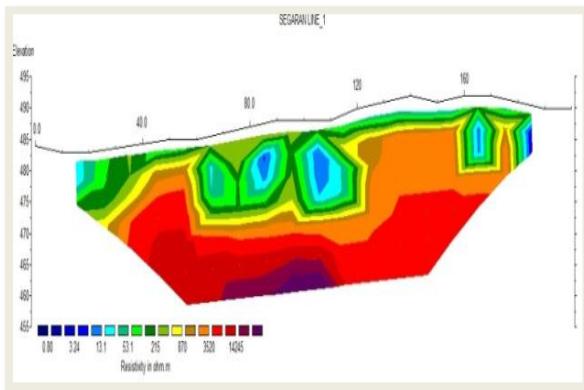
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Interpretasi Permodelan 2D

Pada permodelan resistivitas hasil inversi model 2D dengan menggunakan *software Res2dinv*, dapat menggambarkan model geologi daerah penelitian yang selanjutnya disesuaikan dengan literatur geologi batuan secara umumnya. Dibawah ini merupakan litologi batuan pada masing-masing lintasan :

##### a. Litologi lintasan 1

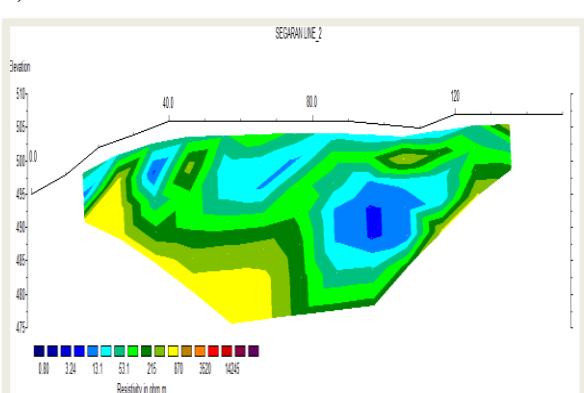
Berdasarkan hasil permodelan 2D (Gambar 3) dengan kedalaman 29 m, nilai tahanan jenis antara 0.8  $\Omega\text{m}$  – 13  $\Omega\text{m}$  berupa batuan lempung, 13  $\Omega\text{m}$  – 53  $\Omega\text{m}$  batuan pasir, 53  $\Omega\text{m}$  – 200  $\Omega\text{m}$  berupa batuan breksi vulkanik, 200  $\Omega\text{m}$  – 870  $\Omega\text{m}$  berupa batuan tuff, 870  $\Omega\text{m}$  – 3520  $\Omega\text{m}$  berupa batuan lava, serta >3520  $\Omega\text{m}$  berupa batuan basal.



Gambar 3 Model resistivitas 2D lapisan bawah permukaan pada lintasan 1

##### b. Litologi lintasan 2

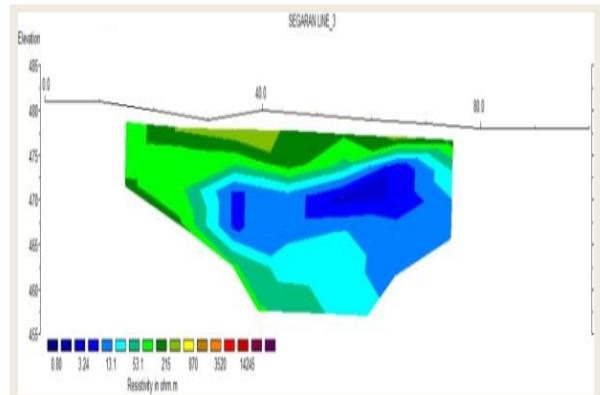
Berdasarkan hasil permodelan 2D (Gambar 4) dengan kedalaman 30.5 m, nilai tahanan jenis antara 0.8  $\Omega\text{m}$  – 13  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan lempung, tahanan jenis antara 13  $\Omega\text{m}$  – 53  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan pasir, tahanan jenis antara 53  $\Omega\text{m}$  – 200  $\Omega\text{m}$  berupa breksi vulkanik, tahanan jenis antara 200  $\Omega\text{m}$  – 870  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan tuff (Gambar 4).



Gambar 4 Model resistivitas 2D lapisan bawah permukaan pada lintasan 2.

##### c. Litologi lintasan 3

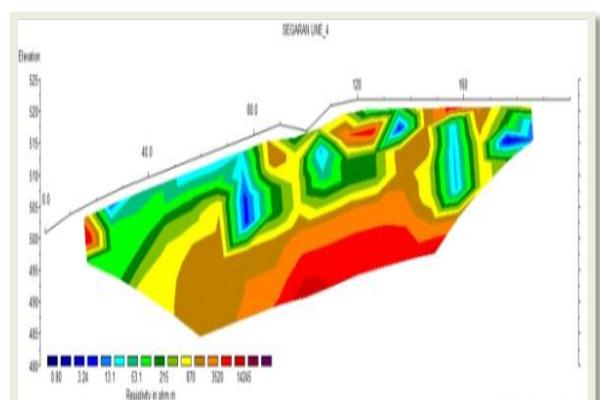
Berdasarkan hasil permodelan 2D (Gambar 5) dengan kedalaman 23 m, nilai tahanan jenis antara 0.8  $\Omega\text{m}$  – 13  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan lempung, tahanan jenis antara 13  $\Omega\text{m}$  – 53  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan pasir, tahanan jenis antara 53  $\Omega\text{m}$  – 200  $\Omega\text{m}$  berupa breksi vulkanik, tahanan jenis antara 200  $\Omega\text{m}$  – 870  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan tuff.



Gambar 5 Model resistivitas 2D lapisan bawah permukaan pada lintasan 3.

##### d. Litologi lintasan 4

Berdasarkan hasil permodelan 2D (Gambar 6) dengan kedalaman 27 m, nilai tahanan jenis antara 0.8  $\Omega\text{m}$  – 1  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan lempung, tahanan jenis antara 13  $\Omega\text{m}$  – 53  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan pasir, tahanan jenis antara 53  $\Omega\text{m}$  – 200  $\Omega\text{m}$  berupa breksi vulkanik, tahanan jenis antara 200  $\Omega\text{m}$  – 870  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan tuff, tahanan jenis antara 870  $\Omega\text{m}$  – 3520  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan lava, serta tahanan jenis >3520  $\Omega\text{m}$  berupa lapisan basal.

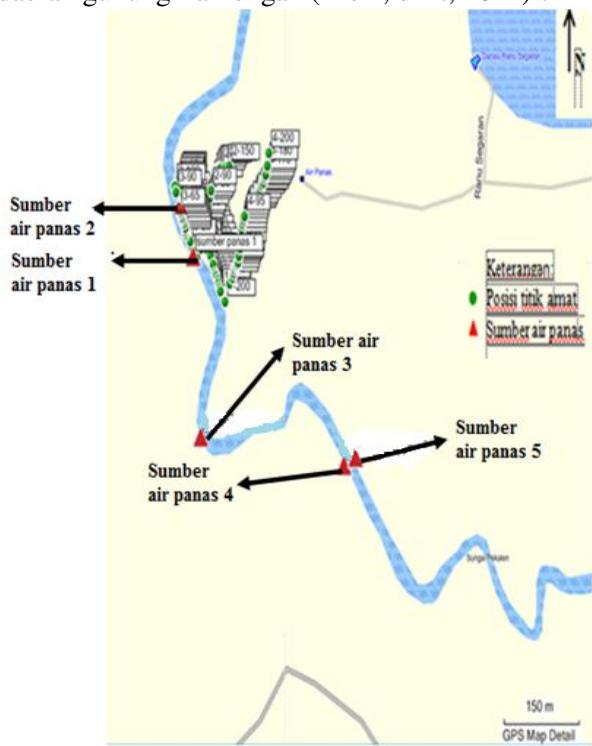


Gambar 6 Model resistivitas 2D lapisan bawah permukaan pada lintasan 4.

Pada daerah penelitian (Gambar 7), juga dilakukan pengukuran suhu secara langsung di daerah sumber air panas 1 dan 2 yaitu berkisar  $45^{\circ}\text{C}$ , sedangkan sumber air panas lainnya saling berjauhan dari sumber air panas 1 dan 2 sehingga tidak dilakukan pengukuran suhu.

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan analisis citra Landsat ETM<sup>+</sup>

diketahui bahwa suhu permukaan air panas daerah manifestasi panasbumi Tiris sekitar  $40-45^{\circ}\text{C}$  dengan pemetaan data citra temperatur permukaan daerah gunung Lamongan (Riski, dkk., 2012)<sup>x</sup>.



**Gambar 7** Manifestasi sumber air panas Tiris.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa, hasil pengolahan data dan interpretasi geolistrik resistivitas untuk panasbumi daerah Tiris menunjukkan sebaran batuan pada lintasan 1 antara  $0.80 \Omega\text{m}$  sampai  $14245 \Omega\text{m}$  dengan identifikasi litologi bawah permukaan berupa batuan lempung, pasir, breksi vulkanik, tuff, lava serta basal. Pada lintasan 2 antara  $0.80 \Omega\text{m}$  sampai  $870 \Omega\text{m}$  dengan identifikasi litologi bawah permukaan berupa batuan lempung, pasir, breksi vulkanik serta tuff. Pada lintasan 3 antara  $0.80 \Omega\text{m}$  sampai  $870 \Omega\text{m}$  dengan identifikasi litologi bawah permukaan juga ditemukan berupa batuan lempung, pasir, breksi vulkanik serta tuff. Pada lintasan 4 antara  $0.80 \Omega\text{m}$  sampai  $14245 \Omega\text{m}$  dengan identifikasi litologi bawah permukaan berupa batuan lempung, pasir, breksi vulkanik, tuff, lava serta basal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- i Wahyuni. N. 2012. **Indonesia Bakal Jadi Penghasil Listrik Panasbumi Terbesar di Dunia.** <http://bisnis.liputan6.com/read/461333/indonesia-bakal-jadi-penghasil-listrik-panas-bumi-terbesar-di-dunia>. Diakses pada tanggal 15 Januari 2013.
- ii Martha. KP, Tri dan Utama.W. 2012. **Permodelan Arah Retakan Kawasan Manifestasi Panasbumi Tiris Probolinggo Menggunakan Metode Azimuthal Resistivity Sounding.** Coop Penelitian Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika FMIPA ITS.
- iii Citrosiswoyo, W. 2008. **Geothermal: Dapat mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil dalam menyediakan listrik Negara.** <http://www.migas-indonesia.com/files/article/Geothermal.Sumber Energi Masa Depan.pdf>. Diakses pada tanggal 25 April 2013.
- iv Saptadji, N. M. 2002. **Teknik Panasbumi.** ITB. Bandung.
- v Santoso, Djoko. 2002. **Pengantar Teknik Geofisika.** ITB. Bandung.
- vi Sharma, P.V. 1997. **Environmental and Engineering Geophysics.** Cambridge University Press.
- vii Giancoli, D. C. 2001. **Fisika, Edisi ke-5.** Erlangga. Jakarta.
- viii Waluyo. 2001. **Panduan Workshop Eksplorasi Geofisika (Teori & Aplikasi) Metode Resistivitas.** Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, UGM. Yogyakarta.
- ix Google Earth. 2009. **Pekalen Hot Spring Water.** Diakses pada tanggal 3 Maret 2013.
- x Riski, Utama. W, Bahri. AS dan Warnana. DD. 2012. **Analisis Citra ETM<sup>+</sup> untuk Kajian Awal Penentuan Daerah Potensi Panasbumi di Gunung Lamongan, Tiris, Probolinggo.** Jurnal Fisika dan Aplikasinya. ITS.