

## IDENTIFIKASI STRUKTUR PERLAPISAN BAWAH PERMUKAAN DAN SEBARAN TEMPERATUR DAERAH PANASBUMI DESA MANTIKOLE

Identifying the subsurface layer structure and the temperature distribution of geothermal areas in Mantikole village

Yantri Suryadi<sup>1</sup>, Rustan Efendi<sup>1</sup> dan Sandra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

### ABSTRACT

Research on identifying the subsurface layer structure and the temperature distribution of geothermal areas in Mantikole village. Dolo district, Sigi regency has been conducted. Measurements were performed on 3 tracks around geothermal sources by using the geoelectric resistivity of Wenner configuration that was subsequently processed using *EarthImager2D* software. Based on the results of data processing, the subsurface layer structures in study area were surface water, clay, and igneous rock of granite with resistivity values ranging between 75  $\Omega\text{m}$ -1585  $\Omega\text{m}$ . Subsequently, the obtained resistivity values were converted to a temperature distribution using an equation that is derived from Archie formula and further modelled using *Rockwork* software. Considering this temperature distribution, it is known that the temperature values ranged between 38°C-57°C with the highest temperature at the second track.

Keywords: *Geolistrik resistivity, geothermal, temperature distribution.*

### ABSTRAK

Penelitian untuk identifikasi struktur perlapisan bawah permukaan dan sebaran temperatur daerah panas bumi telah dilakukan di Desa Mantikole, Kecamatan Dolo, Kabupaten Sigi. Pengukuran dilakukan dengan tiga lintasan di sekitar sumber panas bumi dengan menggunakan metode geolistrik hambatan jenis konfigurasi Wenner yang selanjutnya diolah dengan menggunakan software *EarthImager2D*. Berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh, struktur lapisan bawah permukaan pada ketiga lintasan berupa air permukaan, lempung dan batuan beku granit dengan nilai resistivitas berkisar antara 75  $\Omega\text{m}$  - 1585  $\Omega\text{m}$ . Setelah didapatkan nilai resistivitas, nilai tersebut dikonversi menjadi sebaran temperatur menggunakan persamaan yang diturunkan dari persamaan Archie kemudian memodelkan dengan menggunakan software *Rockwork*. Berdasarkan sebaran temperatur ini diketahui bahwa nilai temperatur berkisar antara 38°C-57°C dengan temperatur tertinggi berada pada lintasan kedua.

**Kata kunci :** *Geolistrik hambatan jenis, Panas bumi, Sebaran temperatur.*

## LATAR BELAKANG

Energi *geothermal* merupakan sumber energi terbarukan berupa energi *thermal* (panas) yang dihasilkan dan disimpan di dalam inti bumi. Istilah *geothermal* berasal dari bahasa Yunani dimana kata, "geo", berarti bumi dan, "thermos", berarti panas, menjadi *geothermal* yang juga sering disebut panasbumi. Energi panas di inti bumi sebagian besar berasal dari peluruhan radioaktif dari berbagai mineral di dalam inti bumi. Sumber daya alam panasbumi ini menjadi salah satu sumber energi alternatif yang banyak dikembangkan dibanyak negara di dunia.

Potensi sumber daya panasbumi juga terdapat di daerah Dolo tepatnya di Desa Mantikole yang belum pernah dilakukan penyelidikan struktur perlapisan bawah permukaan maupun sebaran temperaturnya. Daerah panasbumi Desa Mantikole perlu diselidiki karena banyak sumber mata air panas yang muncul di atas permukaan tanah, sehingga hal ini menjadi pertimbangan perlunya untuk harus ditindak lanjuti dengan melakukan penyelidikan struktur perlapisan bawah permukaan dan sebaran temperatur daerah panasbumi Desa Mantikole. diambil dari jumlah air (yang telah di takar) yang di masukan ke dalam wadah.

Proses pengukuran dengan metode seperti ini kurang efisien. Kedua cara ini memiliki kekurangan seperti pembacaan skala pada meteran atau disebut *human error* dan juga membutuhkan waktu yang cukup lama. Dan akan lebih sulit jika mengukur volume fluida pada penampungan yang hanya terisi setengahnya.

Metode geolistrik (tahanan jenis) merupakan salah satu metode geofisika yang sangat populer dan sering digunakandalam banyak survei geofisika. Hal ini disebabkan karena metode geolistrik (tahanan jenis) sangat baik untuk mengetahui kondisi atau struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi tahanan jenis batuan.

## DASAR TEORI

### 2.1 Sifat Listrik Dalam Batuan

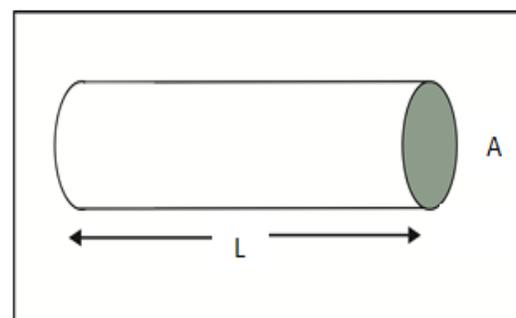
Aliran arus listrik dalam batuan dan mineral dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara

elektrolitik, dan konduksi secara dielektrik (Telford, 1990).

#### a. Konduksi secara elektronik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut. Aliran listrik ini juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas (tahanan jenis) yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya. Resistivitas memiliki pengertian yang berbeda dengan resistansi tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan resistansi tidak bergantung pada faktor geometri.

Jika ditinjau suatu silinder dengan panjang  $L$ , luas penampang  $A$ , dan resistansi  $R$ , seperti pada Gambar 2.1, maka dapat dirumuskan :



Gambar 1 Silinder Konduktor (Tipler, 2001)

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.1)$$

Secara fisis Persamaan 2.1 dapat diartikan jika panjang silinder konduktor ( $L$ ) dinaikan, maka resistansi akan meningkat, dan apabila diameter silinder konduktor diturunkan yang berarti luas penampang ( $A$ ) berkurang maka resistansi juga meningkat. Dimana  $\rho$  adalah resistivitas (tahanan jenis) dalam  $\Omega\text{m}$ . Menurut Ohm, resistivitas  $R$  dirumuskan :

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.2)$$

Sehingga didapatkan nilai resistivitas ( $\rho$ )

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (2.3)$$

Namun sering menggunakan sifat konduktivitas ( $\sigma$ ) batuan yang merupakan kebalikan dari resistivitas ( $\rho$ ) dengan satuan mhos/m (Mr.Rob&Perry,1996: 1).

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{IL}{VA} \quad (2.4)$$

b. Konduksi secara elektrolit

Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Namun pada kenyataannya batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida, terutama air. Akibatnya batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, dimana konduksi arus listrik dibawah oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan porus bergantung pada volume dan susunan poriporinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan besar.

Menurut rumus Archie :

$$\rho_c = a \phi^{-m} S_w^{-n} \rho_w \quad (2.5)$$

c. Konduksi secara dielektrik

Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik, artinya batuan dan mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak sama sekali. Sifat-sifat suatu formasi dapat digambarkan dengan 3 parameter dasar, seperti konduktivitas listrik, permeabilitas magnet, dan permitivitas dielektrik (Williams, 1986).

**2.2 Aliran Listrik Didalam Bumi**

Asumsikan bumi homogen, yang memiliki resistivitas yang seragam( $\rho$ ). Misalkan kemudian diinjeksikan arus  $+I$  pada titik  $C_1$ , yang akan mengalir secara radial setengah bola di dalam bumi. Sehingga equipotensial di belahan bumi akan dipusatkan di titik  $C_1$ . Potensial diantara jarak belahan bumi adalah :

$$-dV = \frac{I\rho}{2\pi r^2} \quad (2.6)$$

Dimana integrasi diberikan potensial  $V$  pada jarak  $r$  dan sumber  $+I$  sehingga :

$$V = \frac{I\rho}{2\pi r} \quad (2.7)$$

Bernilai tetap pada integrasi bernilai nol ketika  $V=0$  pada  $r = \infty$

Jika ada 2 elektroda arus di permukaan sumber  $+I$  di titik  $C_1$  dan  $-I$  di titik  $C_2$  dan Persamaan (2.9) memungkinkan jumlah distribusi potensial dari kombinasi sumber masukan ditemukan disetiap tempat.

potensial titik  $P_1$  diberikan :

$$V_1 = \frac{I\rho}{2\pi} = \left( \frac{1}{C_1P_1} \right) - \left( \frac{1}{C_2P_2} \right) \quad (2.8)$$

potensial titik  $P_2$  diberikan :

$$V_2 = \frac{I\rho}{2\pi} = \left( \frac{1}{C_1P_2} \right) - \left( \frac{1}{C_2P_2} \right) \quad (2.9)$$

potensial diantara  $P_1$  dan  $P_2$  kemudian menjadi :

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2} \right) \quad (2.10)$$

sehingga diperoleh resistivitas  $\rho$  ditulis :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.11)$$

dengan faktor geometri :

$$K = \left[ 2\pi \left( \frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2} \right) \right]^{-1} \quad (2.12)$$

Persamaan  $\frac{\Delta V}{I}$  sebagai resistansi diantara titik  $P_1$  dan  $P_2$  dan persamaan dalam kurung sebagai faktor geometri ( $K$ ) bergantung pada posisi semua 4 titik (posisi elektroda dalam penelitian)

**2.3 Metode Geolistrik Hambatan Jenis**

Metode geolistrik hambatan jenis merupakan metode geolistrik yang mempelajari sifat hambatan jenis dari lapisan batuan di dalam bumi (Telford, 1990).

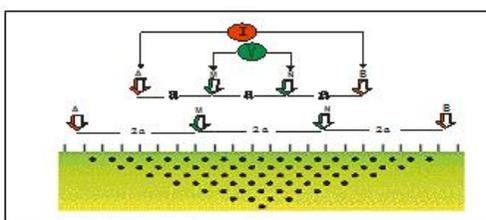
Ditinjau dari tujuan pemanfaatan eksplorasi, metode geolistrik hambatan jenis dapat dibagi dalam 3 kelompok besar yaitu :

- a. Pendugaan lapisan horisontal, yang mempelajari keadaan bawah permukaan dimana lapisan batuan mempunyai kemiringan hampir horisontal. Metoda yang umum digunakan antara lain “*Vertical Electrical Sounding*” (VES).
- b. Pendugaan lapisan vertikal, yang mempelajari keadaan bawah permukaan dimana lapisan batuan mempunyai kemiringan hampir vertikal. Metode pendekatan cara ini antara lain *Resistivity Mapping, Misse ala Masse*, dan lain-lain.
- c. *Automatic Array Scanning*, adalah metoda hambatan jenis yang melakukan pengukuran yang berulang-ulang serta berurutan dengan menggunakan kedalaman penetrasi tertentu.

**2.4 Konfigurasi Elektroda Wenner**

Konfigurasi Wenner merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geolistrik dengan susunan jarak antar elektroda sama panjang. Dalam hal ini elektroda-elektrodabaik arus maupun potensial diletakkan secara simetris terhadap titik sounding. Jarak antar elektroda arus 3 kali jarak antar elektroda potensial. Jadi, jika jarak masing-masing potensial terhadap titik sounding adalah  $a/2$  maka jarak masing-masing elektroda arus terhadap titik sounding adalah  $3a/2$ .

Pada tahanan jenis mapping, jarak spasi elektroda tersebut tidak berubah-ubah untuk setiap titik sounding yang diamati (besarnya  $a$  tetap). Sedangkan pada tahanan jenis sounding, jarak spasi elektroda tersebut diperbesar secara gradual, mulai dari harga “ $a$ ” kecil, untuk suatu titik sounding. Model pengukuran 2-D dengan metode Wenner terlihat pada Gambar 2.3 (Loke, 1995)



Gambar 2 Konfigurasi elektroda Wenner dan pola data pseudosection (Loke, 1998)

**2.5 Hambatan Jenis Mineral dan Batuan**

Batuan merupakan suatu jenis materi sehingga batuan mempunyai sifat-sifat kelistrikan. Batuan mempunyai sifat menghantarkan arus listrik karena ada bagian batuan yang mempunyai ikatan atom-atom secara ionik atau kovalen.

**2.6 Pengaruh Temperatur Pada Resistansi**

Besar resistivitas bervariasi terhadap temperatur, hal ini dapat diterangkan dengan teori zat padat, khususnya tentang ikatan atom. Pada bahan yang bersifat konduktor, ketika temperatur dinaikkan maka nilai resistivitas juga akan naik. Hal ini disebabkan karena pada material yang bersifat konduktor, elektron tidak terikat kuat sehingga ketika suhu naik maka atom-atom akan bervibrasi dengan lebih cepat dan menghalangi gerakan elektron sehingga tahanan jenis akan naik. Sebaliknya pada material yang bersifat semikonduktor elektron terikat lebih kuat.

Hukum Archie berlaku jika resistivitas fluida adalah urutan dari  $2 \Omega m$  atau kurang, tapi keraguan yang dimunculkan jika resistivity jauh lebih tinggi (Flóvenz et al., 1985). Namun, hukum Archie tampaknya menjadi pendekatan yang cukup baik ketika konduktivitas didominasi oleh cairan jenuh (Arnason et al., 2000).

Demikian pula, sebagian besar resistivitas batuan dengan konduktif mineral dalam matriks dapat dinyatakan dalam bentuk matriks resistivitas ( $\rho_m$ ) sebagai:

$$\rho = a \rho_m (1 - \Phi)^n \quad (2.13)$$

Menggabungkan persamaan ini untuk kasus umum dengan matriks konduktif dan Fluida:

$$1/\rho = 1/\rho_m F + 1/\rho_m F_m \quad (2.14)$$

dimana faktor pembentukan matriks  $F_m$  dekat dengan nilai 1 untuk nilai porositas kecil (Hochstein, 1982). Caldwell et al (1986) melaporkan modifikasi Persamaan Archie yang mencakup komponen untuk konduksi oleh mineral lempung dalam matriks:

$$\rho = \rho_w a \Phi^{-n} S_w^{-m} (1 + KC \rho_w)^{-1} \quad (2.15)$$

dimana  $S_w$  adalah proporsi saturasi air dalam pori-pori,  $C$  adalah proporsi mineral lempung dalam matriks, dan  $K$  adalah konstan sesuai dengan jenis mineral lempung yang hadir. Karena konduksi dalam elektrolit adalah proses

ionik, resistivitas elektrolit secara langsung berkaitan dengan viskositas yang berhubungan dengan suhu. Hal ini berbeda dengan logam mekanisme konduksi dimana resistivitas meningkat dengan suhu. Akibatnya keduanya memiliki hubungan eksponensial dari resistivitas dengan suhu dalam bentuk:

$$\rho = \rho_0 e^{\frac{E}{RT}} \quad (2.16)$$

dimana adalah energi aktivasi (biasanya sekitar 0,2 eV di air dan batuan jenuh, bervariasi dengan tingkat perubahan), R adalah konstanta Boltzman ( $0,8617 \times 10^{-4}$  eV/°K), T adalah temperatur (°K) dan  $\rho_0$  adalah resistivitas pada teoritis suhu yang tak terbatas (Llera et al,1990).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

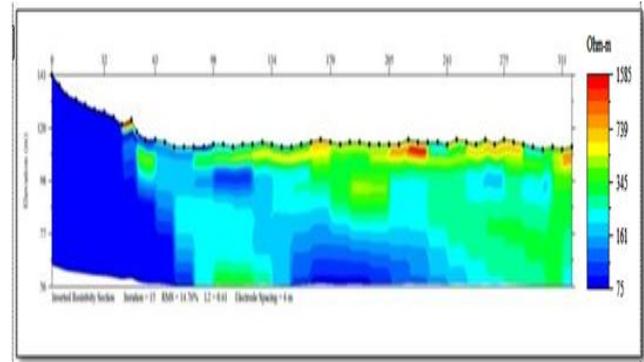
### 1. Hasil Penelitian Lintasan 1

Lintasan 1 membentang dengan arah N 190° W. Elevasi maksimum di lintasan ini berada di bagian barat mencapai 141 m.dpl (meter di atas permukaan laut) yaitu wilayah pegunungan Desa Mantikole. Manifestasi kolam air panas yang ada di lokasi penelitian berada di bagian utara lintasan 1, yang berjarak sekitar 100 m.

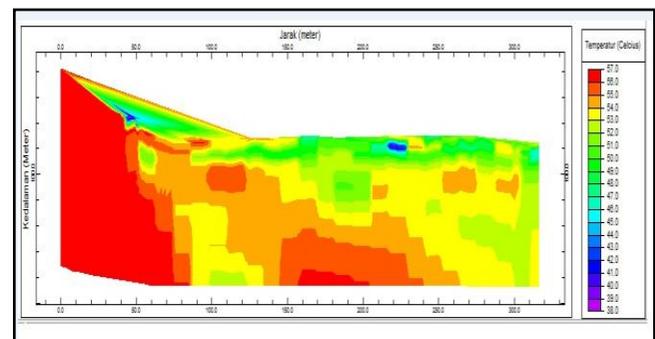
Lintasan 1 ini berada tepat di atas formasi latimojong, dengan litologi berupa batupasir, batusabak, dan batulempung. Karakter nilai resistivitas litologi batuan tersebut tergolong rendah sebagai lapisan jenuh air dan bersifat tidak terkonsolidasi. Berdasarkan informasi geologi, formasi ini tersebar di permukaan di sekitar lintasan yang diduga berperan sebagai lapisan lulus air meteorik, dan memerangkap air tersebut secara kaidah hidraulik dan menjadi air tanah.

Berdasarkan hasil penyelidikan geolistrik di lintasan 1 diperoleh nilai resistivitas batuan bawah permukaan bervariasi antara 75-1585  $\Omega$ m. Nilai anomaly resistivitas tinggi dari hasil pemodelan berada di bagian timur lintasan yang berada di 10 meter bawah mukatanah (m.bmt), diduga anomaly ini merupakan *boulder* batuan yang terendapkan. Nilai anomaly rendah ditemukan berada pada lapisan dangkal di bagian barat lintasan, yaitu wilayah pegunungan. Hal ini diduga berkorelasi dengan kerapatan vegetasi di permukaan yang bertindak untuk menahan laju air limpasan dan terinfiltrasi menjadi air tanah dangkal sehingga anomaly yang terdeteksi tergolong rendah (Gambar 3).

Secara detail pada gambar penampang resistivitas lintasan ini (Gambar 3), warna biru dengan nilai resistivitas 40  $\Omega$  msampai 200  $\Omega$ m diinterpretasikan sebagai air permukaan yang tersaturasi dengan lempung, warna hijau dengan nilai resistivitas 200  $\Omega$ m sampai 1000  $\Omega$ m sebagai lapisan pasir dan warna merah dan kuning diinterpretasikan sebagai batuan beku jenis granit dengan nilai resistivitas 1000  $\Omega$ msampai 2482  $\Omega$ m.



Gambar 3. Model resistivitas batuan bawah permukaan lintasan 1.



Gambar 4. Model sebaran temperatur bawah permukaan lintasan 1.

Upaya pemetaan sebaran temperatur bawah permukaan dilakukan dengan mengkonversi nilai resistivitas batuan menjadi derajat temperatur mengikuti perumusan Llera, dkk (1990) pada Persamaan (2.16). Hasil pemetaan sebaran temperatur untuk lintasan 1 dapat dilihat pada gambar (4).

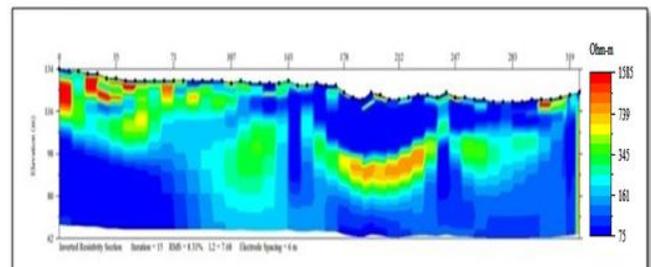
Nilai temperatur yang diperoleh bervariasi antara 38°C hingga 57°C. Anomali *high temperature*

terkonsentrasi di bagian barat yang berkorelasi terbalik dengan nilai resistivitas rendah. Hal ini diduga dipengaruhi oleh aliran air tanah yang membawahkan panas secara konveksi dan konduksi pada batuan setempat. Anomali *high temperature* tersebut terdapat pada batuan dasar di sekitar lintasan 1. Menurut informasi dari warga sekitar, bahwa di sekitar pegunungan Desa Mantikole terdapat beberapa titik mata air panas yang dimanfaatkan oleh warga untuk mandi yang tak jauh dari titik pusat tempat permandian Wisata Mantikole, hal ini diduga berkaitan dengan anomali *high temperature* dari hasil penelitian ini. Sedangkan anomali temperatur rendah (*low temperature*) teridentifikasi berada di bawah permukaan dangkal dengan kontras warna biru-ungu antara nilai  $38^{\circ}\text{C}$ - $46^{\circ}\text{C}$  (Gambar 4). Nilai *low temperature* tersebut tidak terlalu signifikan sebaran luasannya jika dibandingkan dengan *high temperature* yang mendominasi penampang bawah permukaan lintasan 1. Diduga besarnya sebaran *high temperature* tersebut masih berhubungan dari keberadaan manifestasi mantikole dimana *source rock* setempat ialah batuan granit.

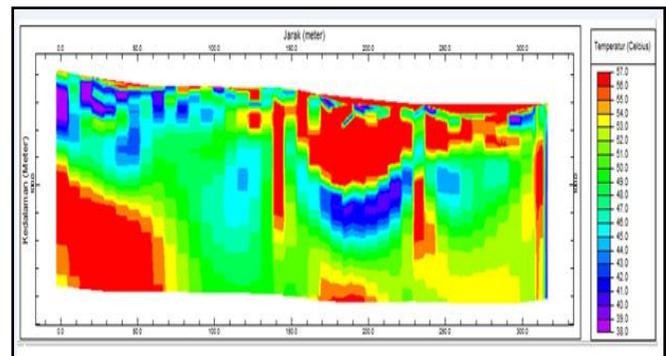
## 2. Hasil Penelitian Lintasan 2

Lintasan 2 membentang dengan arah  $\text{N}210^{\circ}\text{W}$ , dengan elevasi maksimum mencapai 134 m.dpl. Manifestasi kolam mata air panas berada di bagian timur dari lintasan 2 ini. Karakteristik kondisi geologi di lintasan ini serupa dengan lintasan penyelidikan geolistrik lainnya. Dari hasil pemodelan struktur bawah permukaan, diperoleh nilai resistivitas batuan rendah pada lintasan ini ialah  $79 \Omega\text{m}$  sedangkan resistivitas tinggi hingga kisaran  $1000 \Omega\text{m}$ . Nilai resistivitas tertinggi berada pada kedalaman 134 m.dpl sedangkan nilai resistivitas terendah berada pada kedalaman 62 m.dpl (Gambar 5).

Nilai anomali resistivitas rendah diduga berasal dari keberadaan air bawah permukaan yang berkorelasi dengan kehadiran batupasir, batubak, dan bersisipan dengan batulempung. Komposisi litologi tersebut dapat diinterpretasikan sebagai lapisan jenuh air. Sedangkan anomali resistivitas tinggi diinterpretasikan sebagai bongkah batuan granit yang masih menyimpan panas.



Gambar 5. Model resistivitas batuan bawah permukaan lintasan 2.



Gambar 6. Model sebaran temperatur bawah permukaan lintasan 2.

Dari hasil transformasi harga resistivitas batuan untuk memetakan sebaran temperatur batuan bawah permukaan, diperoleh nilai kisaran temperatur  $38^{\circ}\text{C}$  hingga  $57^{\circ}\text{C}$ . Dimana *high temperature* mendominasi sebarannya di lingkup penampang lintasan 2 (Gambar 6).

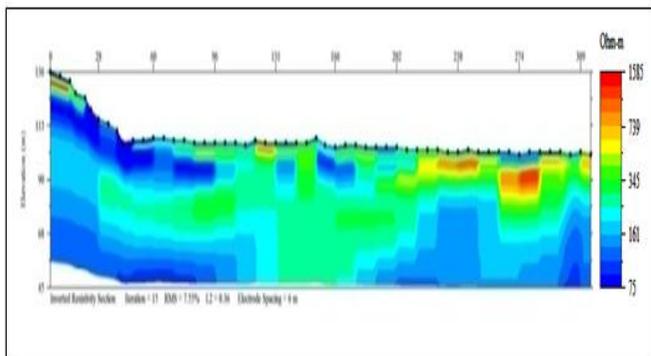
Hasil penyelidikan pada lintasan 2 serupa dengan hasil yang diperoleh pada lintasan 1. Hal ini mengindikasikan bahwa sebaran parameter fisik kelistrikan, temperatur, dan komposisi litologi di kedua lintasan tergolong seragam. Terutama untuk anomali *high temperature* terkonsentrasi di bagian barat penampang dan dekat dengan lokasi manifestasi, yang berkorelasi terbalik dengan nilai resistivitas rendah. Hal ini diduga juga dipengaruhi oleh aliran air tanah yang membawahkan panas dari *source rock* secara konveksi dan konduksi pada batuan setempat, kemudian besarnya sebaran *high temperature* tersebut juga masih berhubungan dari keberadaan manifestasi mantikole.

## 3. Hasil Penelitian Lintasan 3

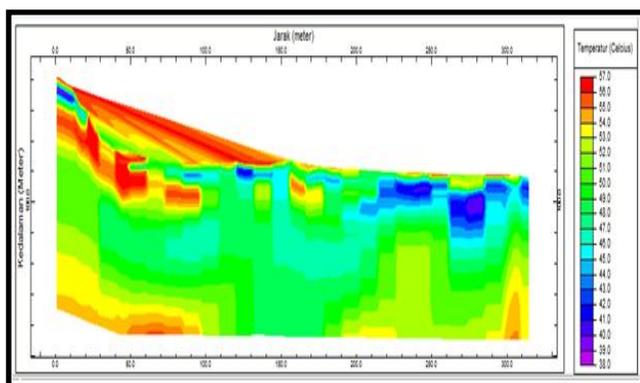
Lintasan 3 membentang berarah  $\text{N}190^{\circ}\text{W}$  yang berada di bagian utara lokasi penyelidikan (Gambar 7). Elevasi maksimum di lintasan ini berada di bagian barat mencapai 136 m.dpl yaitu wilayah pegunungan Desa Mantikole.

Manifestasi kolam air panas yang ada di lokasi penelitian berada di bagian selatan lintasan 3, yang berjarak sekitar 50 m. Berdasarkan hasil pemodelan bawah permukaan (Gambar 8), manifestasi tersebut terindikasi dari sebaran *low resistivity anomaly* yang mendominasi dekat permukaan, hal ini cukup representatif berdasarkan dekatnya jarak manifestasi dari lintasan 3, dan berkorelasi kuat dengan sebaran *high temperature anomaly* yang terlihat di penampang sebaran temperatur, dengan kedudukan dekat permukaan (Gambar 8).

Nilai resistivitas batuan yang diperoleh pada lintasan ini bervariasi antara 75  $\Omega$ m hingga 1585  $\Omega$ m. Nilai resistivitas tinggi terlihat di bagian timur lintasan pengukuran yang diduga sebagai *boulder* batuan granit atau beberapa batuan yang tekompaksi dengan nilai permeabilitas yang rendah (kedap air). Sementara anomali resistivitas rendah mendominasi di batas-batas kedudukan dalam dari penampang model (Gambar 7). nilai resistivitas rendah ini diduga sebagai lapisan jenuh air dengan litologi berupa batupasir, batulempung, setempat dengan konglomerat.



Gambar 7. Model resistivitas batuan bawah permukaan lintasan 3.



Gambar 8. Model sebaran temperatur bawah permukaan lintasan 3.

Dari hasil transformasi nilai resistivitas batuan menjadi sebaran temperatur batuan bawah permukaan, terlihat bahwa anomali temperatur tinggi berkududukan dangkal dari permukaan dan tepat berada dekat dengan keberadaan manifestasi, dengan kisaran nilai temperatur tinggi 50°C hingga 57°C. Hasil analisis dan pemodelan ini cukup representatif berdasarkan kondisi di lapangan dari segi geometri kedudukan manifestasi, hanya saja erorr visualisasi model terdapat pada munculnya anomali tinggi di permukaan. Hal ini disebabkan proses kontrol data dalam melakukan interpolasi, yang membuat nilai temperatur tinggi terpola secara region hingga permukaan. Namun hal tersebut, dapat dieliminir dengan melihat pembahasan secara komprehensif untuk ketiga lintasan penyelidikan, bahwa beberapa aspek dan parameter pengamatan memiliki beberapa keseragaman.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan dan pengolahan data geolistrik hambatan jenis konfigurasi Wenner di Desa Mantikole, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Susunan perlapisan dan jenis batuan bawah permukaan di wilayah Panasbumi Desa Mantikole dari atas ke bawah berupa air permukaan, lempung, pasir dan batuan beku granit. Hal ini telah sesuai dengan kondisi geologi dilapangan yaitu formasi latimojong dan formasi sarasain (1901).
2. Berdasarkan penampang temperatur, diperoleh bahwa suhu panasbumi dilokasi penelitian berkisar antara 38<sup>0</sup>C sampai 57<sup>0</sup>C dan Suhu tertinggi berada pada lintasan 2 dua dengan arah utara-selatan. Hal ini disebabkan karena lintasan 2 merupakan lintasan yang paling dekat dengan sumber Panasbumi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Archie, G.E., 1942: *The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. Tran. AIME, 146, 54-67.*  
 Árnason, K., Karlsdóttir, R., Eysteinnsson, H., Flóvenz, Ó.G., and Gudlaugsson, S.Th.,

- 2000: *The resistivity structure of high-temperature geothermal systems in Iceland. Proceedings of the World Geothermal Congress 2000, Kyushu-Tohoku, Japan, 923-928*
- Caldwell et al., 1986. *Resistivity of rocks in geothermal systems : A laboratory study. Proceedings 8th NZ Geothermal Workshop, 227-231.*
- Hochstein M.P., (1982). *Geothermal Exploration. Course notes for Geothermal Diploma course, University of Auckland.*
- Llera F.J., Sato M., Nakatsuka K., and Yokoyama H., (1990). *Temperature dependence of the electrical resistivity of water saturated rocks. Geophysics, 56, 576-585.*
- Loke., 1998, *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies, Penang, Malaysia.*
- Telford, W. M. Sheriff, R. E., & Geldart, L. P., 1990, *Applied Geophysics, 2<sup>nd</sup> Edition, Cambridge University Press, Cambridge.*
- Tipler, P.A., 2001, *Fisika Dasar Jilid 2, Erlangga, Jakarta.*