

INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI AREA MANIFESTASI PANAS BUMI KALIULO, GUNUNG UNGARAN

Dewi Mariyaningsih dan Agus Setyawan

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: dewienk.08@gmail.com

ABSTRACT

Geoelectric method is one of the geophysical methods that used in the exploration of natural resources below the surface. The research has finished by using geoelectric method schlumberger configuration in Kaliulo geothermal manifest area. Kaliulo is one of geothermal manifest which exist in geothermal system of Ungaran Mountain. The purpose of researching is to know layer of subsurface structure which control Kaliulo geothermal manifest.

Field measurement data in the field are potential differences and currents which can be used to calculate apparent resistivity value. After apparent resistivity value is created then processed using IPI2WIN program to know resistivity value in each layer with geology information validation. Geoelectric resulting indicates normal faults which weak zones where fluid discharge to surface.

Keyword: geoelectric, geothermal, Kaliulo, Ungaran Volcano

ABSTRAK

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang dimanfaatkan dalam eksplorasi sumber daya alam bawah permukaan. Penelitian dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* telah dilakukan di area manifestasi panas bumi Kaliulo. Kaliulo merupakan salah satu manifestasi panas bumi yang berada dalam sistem panas bumi Gunung Ungaran. Tujuan dilakukan penelitian untuk mengetahui struktur lapisan bawah permukaan yang mengontrol manifestasi panas bumi Kaliulo.

Data hasil pengukuran di lapangan berupa beda potensial dan arus dapat digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu. Setelah dibuat nilai resistivitas semu kemudian diolah dengan menggunakan program IPI2WIN untuk mengetahui nilai resistivitas pada tiap lapisan dengan validasi informasi geologi. Hasil penelitian geolistrik menunjukkan adanya sesar normal yang merupakan zona lemah tempat keluarnya fluida ke permukaan.

Kata kunci: geolistrik, panas bumi, Kaliulo, Gunung Ungaran

PENDAHULUAN

Gunung Ungaran merupakan Gunungapi Kuarter yang letaknya berada di Utara Pegunungan Serayu Utara. Panas bumi Gunung Ungaran ditandai dengan adanya mata air panas, fumarol, tanah panas, dan batuan metamorf [1]. Beberapa manifestasi panas bumi yang berada di Kali Ulo, Diwak, Banaran, Kendalisodo dan Gedongsongo [2].

Kajian geofisika dan geokimia yang pernah dilakukan di area manifestasi Gunung Ungaran antara lain:

a. Menggunakan metode CSAMT di Medini dan Nglimut, diketahui penyebaran panas dan konduktivitas di sisi utara Gunung Ungaran

mengarah ke Tenggara [3].

b. Di area Gedongsongo peta anomali suhu yang berada di lokasi fumarol diperkirakan merupakan daerah upflow yaitu tempat keluarnya fluida panas ke permukaan [4].

c. Menggunakan metode *gravity* kemunculan panas bumi di sistem Gunung Ungaran dikontrol oleh struktur yaitu berupa sesar [5].

d. Dari kajian aliran fluida menggunakan metode seismik dan SP (*Self Potensial*), zona *upflow* berada di sekitar puncak Ungaran dan *downflow* berada ke arah Timur dan Tenggara dari Gunung Ungaran [6].

e. Di area Gedongsongo dengan metode geolistrik diperoleh struktur yang

menyebabkan keluarnya manifestasi panas bumi di permukaan berasal dari adanya sesar turun [7].

f. Hasil analisis geokimia di Gunung Ungaran disimpulkan bahwa dari anomaly konsentrasi Hg zona *upflow* dengan temperature yang tinggi berada di sebelah Utara *fumarole* [8].

Metode geolistrik adalah metode eksplorasi geofisika yang kompleks karena terdiri dari bermacam-macam metode. Metode geolistrik digunakan untuk eksplorasi barang tambang, persediaan air dan panas bumi. Metode geolistrik dirancang untuk memberikan informasi dari formasi batuan yang mempunyai anomaly konduktivitas listrik. Survei geolistrik (*resistivity*) pada umumnya bertujuan untuk mengetahui kondisi atau struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi tahanan jenis batuananya [9], sehingga metode ini cocok untuk penelitian di area manifestasi panas bumi.

Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan struktur yang mengontrol sistem manifestasi panas bumi di Kaliulo, Gunung Ungaran. Pada daerah ini terdapat manifestasi berupa mata air panas diduga sebagai zona *downflow* Gunung Ungaran.

Resistivitas Semu

Bumi diasumsikan sebagai bola padat yang bersifat homogen, dengan asumsi ini maka seharusnya resistivitas yang terukur merupakan resistivitas sebenarnya. Akan tetapi pada kenyataannya bumi terdiri atas lapisan-lapisan dengan ρ yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Dengan demikian harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga resistivitas untuk satu lapisan saja, tetapi beberapa lapisan, sehingga nilai resistivitas yang terukur ditunjukkan dalam persamaan (1)

$$\rho_a = K \frac{\nabla V}{I} \dots(1)$$

dengan ρ_a adalah resistivitas semu yang bergantung pada spasi elektroda, ∇V adalah beda potensial, I adalah arus. Nilai resistivitas semu tergantung pada geometri dari susunan elektroda yang digunakan, yang didefinisikan dengan faktor geometri K [10].

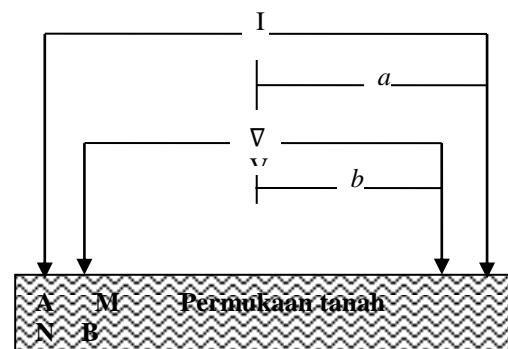
Konfigurasi *Schlumberger* bertujuan mencatat gradien potensial atau intensitas medan listrik menggunakan pasangan elektroda potensial yang berjarak rapat. Pada penelitian ini digunakan konfigurasi *Schlumberger*, elektroda arus mempunyai jarak yang lebih besar dibandingkan dengan elektroda potensial. Elektroda potensial ditempatkan pada pertengahan elektroda arus [11].

Berdasarkan besaran fisis yang diukur, susunan elektroda *Schlumberger* bertujuan untuk mengetahui gradien potensial listrik. Faktor geometri dapat ditentukan melalui persamaan (2) dan (3).

$$K_s = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{a-b} - \frac{1}{a+b} \right) - \left(\frac{1}{a+b} - \frac{1}{a-b} \right) \right]} \dots(2)$$

$$K_s = \pi \left(\frac{a^2 - b^2}{2b} \right) \dots(3)$$

dengan K_s adalah faktor geometri untuk konfigurasi *Schlumberger*, a adalah jarak elektroda arus ke pusat susunan elektroda, dan b adalah jarak elektroda potensial ke pusat susunan elektroda [12]. Hal ini seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Konfigurasi elektroda *Schlumberger*

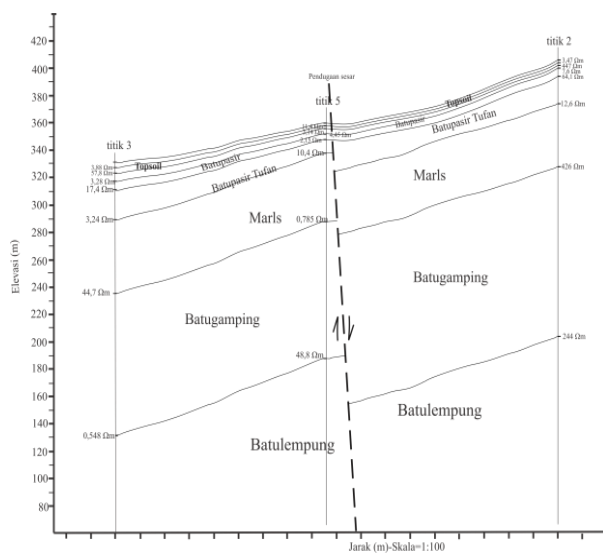
METODOLOGI

Penelitian dilakukan di area manifestasi panas bumi Kaliulo, Gunung Ungaran. Alat yang digunakan adalah resistivitymeter merk Naniura model NRD 22S, dilengkapi dengan elektroda arus, elektroda potensial, kabel arus, dan kabel potensial. Data diambil pada 5 titik pengukuran.

Data yang didapat di lapangan adalah resistivitas semu yang kemudian diolah menggunakan *software* IP2WIN kemudian dicocokkan dengan informasi geologi daerah penelitian, dan hasilnya diinterpretasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampang Lintasan I



Gambar 2. Penampang bawah permukaan lintasan I (3 – 5 – 2)

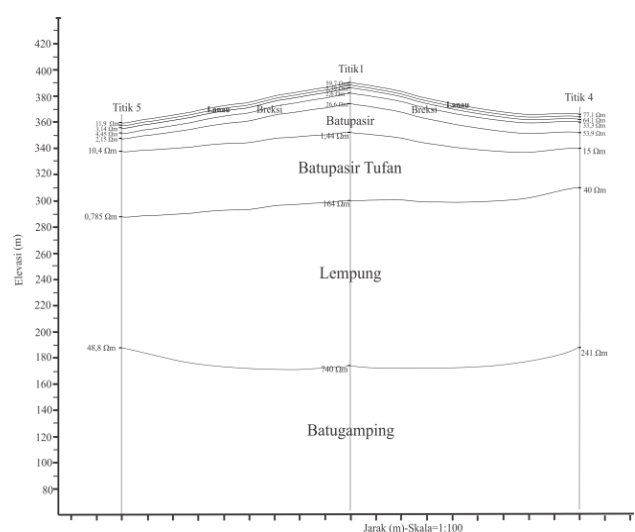
Penampang dua dimensi pada gambar 2 dapat kita interpretasikan adanya lapisan bawah permukaan tanah berdasarkan nilai tahanan jenisnya dan juga kedalamannya di dalam tanah. Interpretasi penampang geologi bawah permukaan pada lintasan I (gambar 2) dapat ditabelkan menurut nilai tahanan jenis dan kedalamannya, seperti terlihat pada tabel 1

Tabel 1 Kondisi geologi bawah permukaan lintasan 1 (3-5-2)

lapisan	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Nama Lapisan
1	0,6-2,09	3,47-69,7	Topsoil
2	2,41-8,79	3,14-447	Batupasir
3	112-22,1	2,15-64,1	Batupasir tufan
4	45,9-51,5	3,2-12,6	Marls
5	100-125	0,785-456	Batu-gamping
6	>125	0,584-255	Lempung

Hasil interpretasi pada lintasan I yaitu pada titik 3, titik 5, titik 2 teridentifikasi 6 lapisan yaitu lapisan topsoil, Batupasir, Batupasir tufan, Marl, Batugamping, Lempung. Dari interpretasi lintasan I teridentifikasi adanya patahan berupa sesar normal, sesar terlihat mulai dari lapisan ketiga yaitu pada lapisan Batupasir tufan. Sesar normal tersebut merupakan zona lemah yang mengontrol sistem panas bumi di Kaliulo.

Penampang Lintasan II

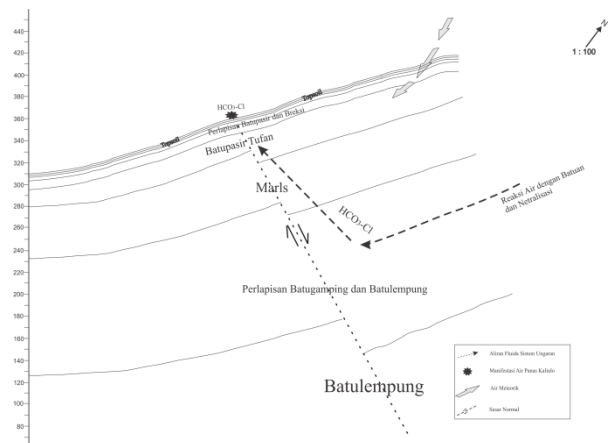


Gambar 3. Penampang bawah permukaan lintasan (5 – 1 – 4)

Penampang dua dimensi pada gambar 3 dapat kita interpretasikan adanya lapisan bawah permukaan tanah berdasarkan nilai tahanan jenisnya dan juga kedalamannya di dalam tanah. Interpretasi penampang geologi bawah permukaan pada lintasan II (gambar 3) dapat ditabelkan menurut nilai tahanan jenis dan ketebalannya yang ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2 Kondisi geologi bawah permukaan lintasan II (5-1-4)

Lapisan	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Nama Lapisan
1	0,6-1,29	11,9-77,1	Topsoil
2	2,59-7,72	2,6-64,1	Breksi
3	11,2-21,6	2,15-53,9	Batupasir
4	27,2-51,8	1,44-15	Batupasir Tufan
5	100-126	0,785-164	Lempung
6	>126	48,8-740	Batugamping

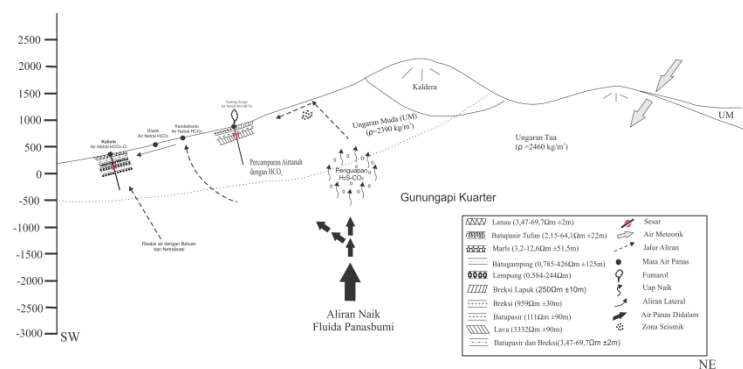


Gambar 4. Sistem panas bumi Kaliulo

Apabila hasil interpretasi digabung dengan hasil dari data geofisika dan geokimia yang telah dilakukan sebelumnya maka manifestasi air panas yang berada di daerah Kaliulo merupakan *downflow* dari sistem panas bumi Gunung Ungaran yang *Upflownya* berada di sekitar puncak Gunung Ungaran, sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh Setyawan dkk 2008, 2009, Prasetyo 2012, dan Phuong dkk 2012. Secara konseptual sistem panas bumi Gunung Ungaran ditunjukkan dalam gambar (5).

Hasil interpretasi lintasan II teridentifikasi hingga kedalaman 126 m di bawah permukaan. Lapisan yang terdeteksi yaitu Topsoil, Pasir, Batupasir, *tuff*, Lempung, Batukapur.

Interpretasi data geolistrik diperoleh gambaran kondisi lapisan struktur bawah permukaan dan sistem panas bumi Kaliulo ditunjukkan dalam gambar (4). Air panas bawah permukaan dari sistem panas bumi Gunung Ungaran mengalir secara lateral mencari celah untuk dapat keluar ke permukaan. Pada sistem panas bumi Kaliulo celah tersebut diidentifikasi berupa sesar normal yang berada di area manifestasi Kaliulo. Jadi dapat disimpulkan bahwa sistem manifestasi panas bumi Kaliulo dikontrol oleh sesar normal.



Gambar 5. Modifikasi konseptual model berdasarkan data geofisika dan geokimia

KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat ditarik kesimpulan:

1. Penampang dua dimensi lintasan 1 diperoleh lapisan berupa topsoil,

- Batupasir, Batupasir tufan, Marls, Batugamping, Batulempung.
2. Penampang dua dimensi lintasan 2 diperoleh lapisan berupa topsoil, Breksi lapuk, Batupasir, Batupasir tufan, Batulempung, Batugamping.
 3. Interpretasi penelitian metode geolistrik dengan konfigurasi *Schlumberger* diperoleh struktur yang menyebabkan keluarnya manifestasi geothermal di permukaan berasal dari adanya patahan berupa sesar normal yang berperan sebagai zona lemah tempat keluarnya fluida ke permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rezky, Y., Zarkasyi A., Risdianto D., 2012, *Sistem Panas bumi dan Konseptual Model Daerah Panas bumi Gunung Ungaran, Jawa Tengah*, Buletin Sumber Daya Geologi Vol. 7 No. 3, hal. 109-117.
- [2]. Nukman, M., 2009, *Overview of Gedongsongo Manifestations of the Ungaran Geothermal Prospect, Central Java, Indonesia: a preliminary account*; Proceedings 34th Workshop of Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, California.
- [3]. Setyawan, A., Wahyudi, Kusumaningsih, H. W., 2005, *Estimasi Pola Penyebaran Resistivitas Bawah permukaan dengan Metode CSAMT*, Berkala Fisika Undip, Vol. 8 No. 2, hal. 33-36.
- [4]. Wahyudi, 2006, *Kajian Potensi Panas bumi dan Rekomendasi Pemanfaatannya pada Daerah Prospek Gunungapi Ungaran Jawa Tenga*, Berkala FMIPA UGM Vol. 16 No. 1, hal. 41-48.
- [5]. Setyawan, A., Ehara, S., Fujimitsu, Y., Nijishima, J., Fukuoka, K., Saibi, H., dan Essam Aboud, 2008, *The Gravity Anomaly of Ungaran Volcan, Indonesia: Analysis and Interpretation*, Journal of the geothermal research society of Japan, ISSN 0388-6735 CODEN: NCGAF, Vol. 31, No. 2, Hal. 107-116, Japan.
- [6]. Setyawan, A., Ehara, S., Fujimitsu, Y., Nishijima, J., Fukuoka, K., dan Saibi, H., 2009, *Integrated Geophysical Surveys of Ungaran Volcanic: Understanding the Hydrothermal System*; The 2nd International Workshop and Conference on Earth Resources Technology, Hal. 14-19, Bangkok, Thailand.
- [7]. Prasetyo, B. B., 2012, *Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Area Manifestasi Geothermal Gedongsongo Lereng Selatan Gunung Ungaran*, Skripsi FSM Universitas Diponegoro, Semarang.
- [8]. Phuong, N. K., Harijoko, A., Itoi, R. dan Unoki, Y., 2012, *Water Geochemistry and Soil Gas Survey at Ungaran Geothermal Field, Central Java, Indonesia*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, hal. 23-33.
- [9]. Minarto, E., *Pemodelan Inversi Data Geolistrik untuk Menentukan Struktur Perlapisan Bawah permukaan Daerah Panas bumi Mataloko*, FMIPA ITS, Surabaya.
- [10]. Adhi, M.A., 2007, *Modul Praktikum Geolistrik*, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [11]. Reynolds, J.M., 1997, *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, John Wiley & Sons, New York.
- [12]. Telford, M.W., Geldart L.P., Sheriff R.E., Keys D.A., 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, USA.

