

IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI AREA PANASBUMI DESA DIWAK DAN DEREKAN KECAMATAN BERGAS KABUPATEN SEMARANG

Sigit Darmawan¹⁾, Udi Harmoko¹⁾ dan Sugeng Widada²⁾

¹⁾Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

²⁾Jurusan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: sigitdarmawan_26@yahoo.com

ABSTRACT

Diwak and Derekan is one of geothermal manifest which exist in geothermal system of Ungaran. Geoelectric method schlumberger configuration is one of the geophysical methods that used in the exploration of natural resources below the surface. The purpose of researching is to know layer of subsurface structure which control Diwak and Derekan 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.

The results of the study showed six geoelectric layer of rock that is composed of layers of mudstone, siltstone, tuff, sandstone breccia and pasirtuf with resistivity values and different thicknesses. Interpretation of manually indicate the presence of two down faults that are weak zone where the fluid surface discharge

Keyword: Geoelectric, Schlumberger, Geothermal, Fault, Diwak and Derekan

INTISARI

Diwak dan Derekan merupakan salah satu manifestasi panasbumi yang berada dalam sistem panasbumi Ungaran. Metode Geolistrik konfigurasi *Schlumberger* merupakan salah satu metode geofisika yang dimanfaatkan dalam eksplorasi sumber daya alam bawahpermukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur lapisan bawahpermukaan yang mengontrol manifestasi panasbumi Diwak dan Derekan.

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 enam lapisan batuan yang terdiri dari lapisan batulempung, batulanau, tuf, batupasir, breksi dan pasirtuf dengan nilai resistivitas dan ketebalan yang berbeda. Interpretasi secara manual menunjukkan adanya dua sesar turun yang merupakan zona lemah tempat keluarnya fluida kepermukaan.

Kata Kunci : Geolistrik, Schlumberger, Panasbumi, Sesar, Diwak dan Derekan

PENDAHULUAN

Panas bumi merupakan salah satu sumber daya alternatif dan sangat berpotensi untuk diproduksi di Indonesia karena potensi panas bumi di Indonesia mencapai 40 % cadangan panas bumi dunia. Hal ini disebabkan Indonesia memiliki 129 gunung api yang berpotensi sebagai daerah pengembangan panas bumi [1].

Daerah prospek panas bumi Ungaran terletak kira-kira 30 km sebelah barat daya ibukota Jawa Tengah, Semarang [2].

Beberapa manifestasi panas bumi yang ada di sekitar G. Ungaran, antara lain: fumarol di daerah Gedongsongo, mata air panas di daerah -daerah Banaran, Diwak, Kaliulo, dan Nglimut [3].

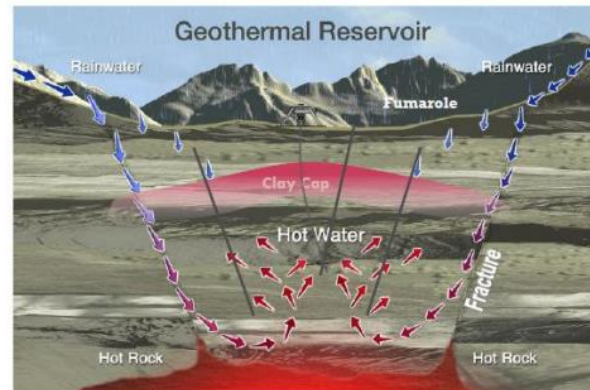
Terdapat manifestasi panas bumi yang muncul di daerah Diwak Kecamatan Bergas Kabupaten Semarang berupa mata air panas [4].

DASAR TEORI

Geotermal

Energi panas bumi adalah energi panas alami dari dalam bumi yang ditransfer ke permukaan bumi secara konduksi dan konveksi. Sistem panas bumi merupakan perpindahan panas alami dalam volume tertentu dari kerak bumi dari sumber panas ke tempat pelepasan panas, yang umumnya adalah permukaan tanah [5].

Walaupun secara umum di bawah permukaan bumi terdapat sumber panas, namun tidak semua lokasi menyimpan energi geotermal. Energi geotermal hanya terdapat pada lokasi yang memiliki sistem geotermal (gambar 1).



Gambar 1. Model Sistem Geotermal [5]

Sistem geotermal terdiri dari tiga elemen utama: (1) batuan reservoir yang permeabel, (2) air yang membawa panas dari reservoir ke permukaan bumi, dan (3) sumber panas

Sesar

Sesar adalah rekahan pada batuan yang telah memperlihatkan gejala pergeseran pada kedua belah sisi bidang rekahan. Dalam klasifikasi sesar dipergunakan pergeseran relatif karena tidak tahu blok mana yang bergerak. Satu sisi sesar bergerak ke arah tertentu relatif terhadap sisi lainnya. Pergeseran salah satu melalui bidang sesar membuat salah satu blok relatif naik terhadap lainnya atau relatif turun terhadap lainnya. Blok di atas bidang sesar disebut *hanging wall* sedangkan yang dibawah foot wall secara umum sesar terdiri dari sesar turun, sesar naik dan sesar geser [6].

Metode Geolistrik

Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk penyelidikan bawah permukaan dengan memanfaatkan sifat aliran listrik di dalam permukaan bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Metode ini meliputi pengukuran beda potensial dan arus listrik yang terjadi akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui sepasang elektroda arus. Perbedaan potensial diukur melalui sepasang elektroda potensial [6], sehingga metode ini cocok untuk penelitian di area manifestasi panas bumi.

Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan struktur yang mengontrol sistem manifestasi panas bumi Diwak dan Derekan.

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)

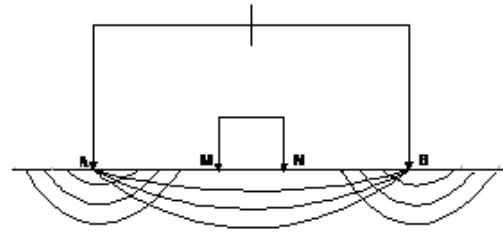
$$\rho_a = K \frac{\nabla V}{I} \quad \dots(1)$$

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 [7].

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

$$K = 2\pi \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]^{-1} \dots(2)$$

dengan K adalah faktor geometri untuk konfigurasi Schlumberger, AB adalah elektroda arus, dan MN adalah elektroda potensial [8]. Hal ini seperti pada gambar 1.



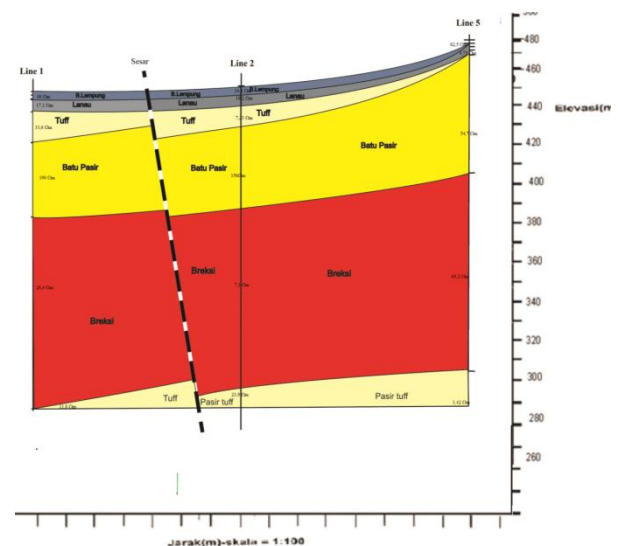
Gambar 1 Konfigurasi elektroda Schlumberger

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di area manifestasi panas bumi Diwak dan Derekan. 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 (1 – 2 – 5)

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

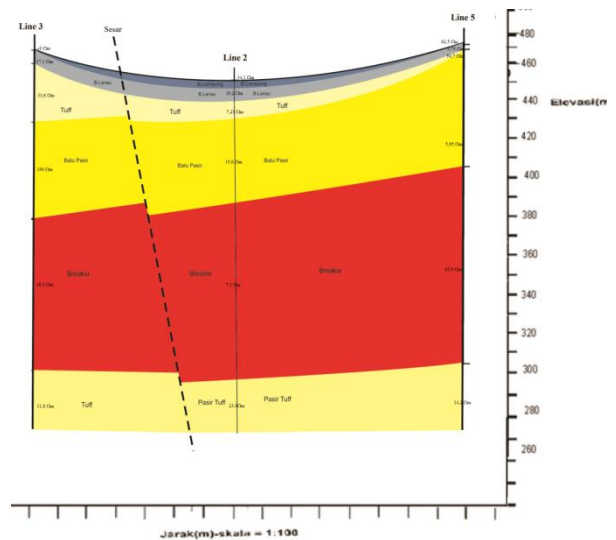
| Layer | Ketebalan (m) | Resistivitas (Ω m) | Nama Lapisan |
|-------|---------------|----------------------------|--------------|
| 1 | 0,6-1,1 | 7,2-11,4 | Batulempung |
| 2 | 1,25-3,29 | 10,5-62,5 | Batulanau |
| 3 | 2,59-5,78 | 4,7-15,5 | Tuff |
| 4 | 11-17 | 55,5-82,9 | Batupasir |
| 5 | 23,2-32,7 | 5,6-24,7 | Breksi |
| 6 | 104-114 | 62,3-65,2 | Pasirtuff |

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 ketebalan, seperti terlihat pada tabel 1 .

Hasil interpretasi pada lintasan I yaitu pada titik 1, titik2, titik 5 teridentifikasi 6 lapisan yaitu lapisan batulempung, batulanau, tuf, batupasir dan pasirtuf. Dari interpretasi lintasan I teridentifikasi adanya patahan berupa sesar turun, sesar terlihat mulai dari lapisan ketiga yaitu pada lapisan Batupasir. Sesar turun tersebut merupakan zona lemah yang mengontrol sistem panas bumi Diwak dan Derekan

Penampang Lintasan II

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.

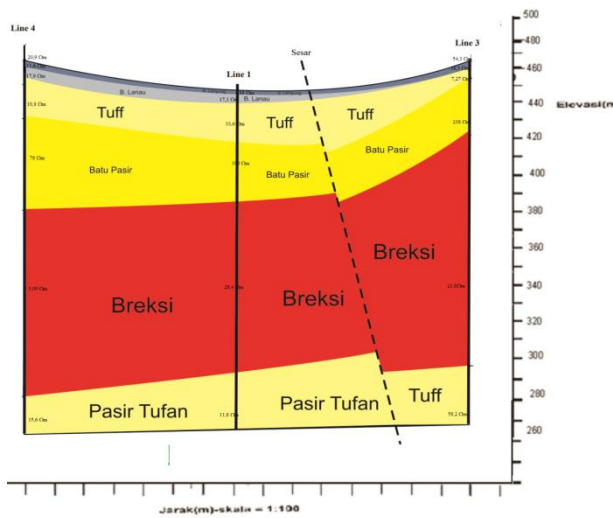


Gambar 3. Penampang bawah permukaan lintasan (3 – 2 – 5)

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

| Layer | Ketebalan (m) | Resistivitas (Ω m) | Nama Lapisan |
|-------|---------------|----------------------------|--------------|
| 1 | 0,6-0,6 | 11,4-54,3 | Batulempung |
| 2 | 1,25-1,29 | 62,5-38,3 | Batulanau |
| 3 | 2,59-2,76 | 15,5-9,6 | Tuff |
| 4 | 5,9-11 | 82,9-238 | Batupasir |
| 5 | 23,2-27,2 | 24,7-21,8 | Breksi |
| 6 | 104-131 | 65,2-115 | Pasirtuff |

Hasil interpretasi lintasan II teridentifikasi hingga kedalaman 131 m di bawah permukaan. Lapisan yang terdeteksi yaitu batulempung, batulanau, tuf, batupasir dan pasirtuf. Dari interpretasi lintasan II teridentifikasi adanya patahan berupa sesar turun, sesar terlihat mulai dari lapisan ketiga yaitu pada lapisan Batupasir. Sesar turun tersebut merupakan zona lemah yang mengontrol sistem panas bumi Diwak dan Derekan



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

Tabel 2 Kondisi geologi bawah permukaan lintasan III (4-1-3)

| Layer | Ketebalan (m) | Resistivitas (Ω m) | Nama Lapisan |
|-------|---------------|----------------------------|--------------|
| 1 | 0,6-1,25 | 19-54,3 | Batulempung |
| 2 | 1,29-5,38 | 12,5-38,3 | Batulanau |
| 3 | 2,76-11,2 | 15-9,6 | Tuff |
| 4 | 5,9-23,2 | 11,9-238 | Batupasir |
| 5 | 27,2-48,2 | 74,2-21,8 | Breksi |
| 6 | 100-131 | 3,42-115 | Pasirtuff |

Hasil interpretasi lintasan III teridentifikasi hingga kedalaman 131 m di bawah permukaan. Lapisan yang terdeteksi yaitu batulempung, batulanau, tuf, batupasir dan pasirtuf. Dari interpretasi lintasan III teridentifikasi adanya patahan berupa sesar turun yang terletak dititik 2 dan 5. Jadi dapat disimpulkan bahwa sistem manifestasi panas bumi Diwak dan Derekan dikontrol oleh sesar turun.

KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat ditarik kesimpulan:

Lapisan batuan yang terdapat disetiap lintasan merupakan jenis batuan yang sama. Akan tetapi dengan nilai resistivitas dan ketebalan yang berbeda. Pada lintasan I ditemukan sesar yang terletak diantara titik I dan II, Pada lintasan II ditemukan sesar yang terletak di antara titik III dan V, sedangkan pada lapisan IV ditemukan sesar yang terletak di antara titik I dan III.

Hasil pemodelan penelitian metode geolistrik dengan konfigurasi Schlumberger diperoleh struktur yang menyebabkan keluarnya manifestasi panasbumi di permukaan berasal dari adanya sesar yang berperan sebagai zona lemah tempat keluarnya fluida ke permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Nurdiyanto, Boko. 2003., *Analisis Data Magnetik untuk Mengetahui Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Air Panas Di Lereng Utara Gunungapi Ungaran*
- [2]. Wahyudi, 2006, *Kajian Potensi Panas bumi dan Rekomendasi Pemanfaatannya pada Daerah Prospek Gunungapi Ungaran Jawa Tengah*, Berkala FMIPA UGM Vol. 16 No. 1, hal. 41-48.
- [3]. Budiardjo, B., Nugroho dan Budihardi, M., 1997, "Resource Characteristics of the Ungaran Field, Central Java, Indonesia," *Proceedings of National Seminar of Human Resources Indonesian Geologist*, Yogyakarta.
- [4]. Aribowo Y., Pri, U. dan Wahyudi, 2003, Karakter Kehilangan Panas Alamiah dan Alterasi Hidrotermal Permukaan di Area Manifestasi Gedongsongo dan Sekitarnya Daerah Prospek Panas bumi Ungaran Jawa Tengah, *Proceedings Of Joint Convention*, Jakarta.

- [5]. Hochstein, M.P. dan Browne, P.R.L., 2000, *Surface Manifestation of Geothermal System with Volcanic Heat Source*, In Encyclopedia of Volcanoes, H. Sigurdson, B.F. Houghton, S.R. McNutt, H. Rymer dan J. Stix (eds.), Academic Press
- [6]. Roismanto, I., 2013, *Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Daerah Sesar Jiwo Klaten Dengan Metode Medan Magnet Total*, *Skripsi*, Jurusan Fisika FSM Undip, Semarang
- [7]. Anonim.1994. *Kursus Pengukuran Dasar Geofisika Untuk Eksplorasi dan Geolistrik*. Laboratorium Fisika Bumi ITB.
- [8]. Azhar dan Gunawan Handayani, 2004. *Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara*, Jurusan Geofisika Terapan ITB, Bandung
- [9]. Telford, M.W., Geldart L.P., Sheriff R.E., Keys D.A., 1990, *Applied Geophysics*, USA, Cambridge University Press.