

ESTIMASI POLA PENYEBARAN RESISTIVITAS BAWAH PERMUKAAN DENGAN METODE CSAMT

Studi Kasus Nglimut – Medini, Gunung Ungaran)

Agus Setyawan¹, Wahyudi², Hapsari Wahyu Kusumaningsih²

1. Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika FMIPA UNDIP

2. Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika FMIPA UGM

ABSTRACT

The outflow area distribution of a geothermal system of Ungaran Mountain in the Medini- and Nglimut region has been observed using CSAMT method. Measurement has been carried out by Stratagem with frequency range from 1 Hz to 100 kHz. The measurement has been taken for 25 points observation and the data is processed using ID MT inversion model and supported by imaginer cross section of resistivity and conductivity, and also by deep contour cross section. It is obtained that the outflow of this area has the tendency to low resistivity values in the south east direction and corresponds to the geothermal system sources in Gedongsongo.

INTISARI

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pola penyebaran area outflow suatu sistem panas bumi di daerah Medini dan Nglimut, lereng utara gunung Ungaran dengan metode CSAMT. Pengukuran dilakukan dengan alat Stratagem dengan jangkauan frekuensi 1 Hz – 100 kHz. Pengukuran dilakukan pada 25 titik dan diolah menggunakan pemodelan inversi MT ID dan didukung oleh penampang semu resistivitas dan konduktivitas beserta kontur pada irisan kedalaman. Didapatkan area penelitian merupakan Outflow dengan kecenderungan nilai resistivitas rendah ke arah tenggara yang berkaitan dengan sumber sistem panas bumi di Gedongsongo.

Kata kunci: CSAMT, resistivitas, konduktivitas, outflow

Pendahuluan

Gunung Ungaran yang terbentuk pada era Pleistosen tengah merupakan suatu fenomena alam yang cukup menarik, walaupun dikatakan sebagai gunung api yang sudah tidak aktif (pada masa tidur) tetapi masih meninggalkan kenampakan kegiatan vulkanis di beberapa lerengnya. Misalnya kawah Item (1350 m) yang terletak di lereng selatan, daerah Gedongsongo dan kawah Paramasan di daerah barat daya (750 m). Lereng utara Gunung Ungaran khususnya lintasan antara Nglimut dan Gonoharjo juga memperlihatkan adanya kenampakan panas bumi permukaan seperti air panas (*hot spring*), fumarol dan ubahan hidrotermal yang sering dijadikan indikasi area panas bumi [1].

Metode CSAMT (*Controlled Source Audio Frequency Magnetotellurics*) merupakan metode baru dalam geofisika digunakan menentukan nilai tahanan-jenis

batuan bawah permukaan untuk mempelajari struktur geologi dengan cara memanfaatkan gelombang elektromagnetik dan merupakan perluasan dari metode MT, dengan beberapa kelebihan antara lain dapat memakai sumber buatan (aktif) dan mempunyai interval frekuensi 0,1 – 10 KHz [2], sehingga metode ini sangat cocok untuk penelitian pada area panas bumi.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi geologi bawah permukaan, khususnya estimasi pola penyebaran resistivitas bawah permukaan di lintasan Nglimut – Gonoharjo, Gunung Ungaran. Pada daerah ini terdapat manifestasi air panas yang sering diasumsikan dengan suatu hasil dari out flow sumber panas bumi yang berarti mata air panas tersebut tidak langsung menunjukkan sumber panas bumi daerah penelitian [3].

Teori

Secara umum pada metoda elektromagnetik, gelombang yang berasal dari sumber, jika sampai ke permukaan, maka sebagian ada yang dipantulkan dan sebagian lagi ditransmisikan. Sedangkan gelombang yang ditransmisikan, jika mengenai anomali (bahan konduktif) akan menimbulkan medan, dan medan ini yang kemudian dicatat oleh receiver. Karena ada sebagian gelombang yang dipantulkan, maka medan yang tercatat pada receiver adalah medan totalnya, yaitu medan primer yang berasal dari sumber dan medan sekunder yang berasal dari induksi oleh anomali. Namun untuk kasus CSAMT efek medan primer tidak tercatat, karena sumber gelombangnya langsung diinjeksikan ke dalam bumi [4].

Prinsip dasarnya adalah medan elektromagnetik primer akan dipancarkan ke seluruh arah oleh dipol listrik yang digroundkan. Pada saat medan elektromagnetik primer mencapai permukaan bumi di daerah lain, maka medan elektromagnetik akan menginduksi arus pada lapisan-lapisan bumi yang dianggap konduktor. Arus tersebut disebut sebagai arus telluric atau arus eddy. Adanya arus telluric pada lapisan-lapisan bumi ini akan menyebabkan timbulnya medan elektromagnetik sekunder yang kemudian akan dipancarkan kembali ke seluruh arah sampai di permukaan bumi. Dalam pengukuran medan sekunder inilah yang akan dicatat oleh receiver untuk memperoleh informasi tentang pengukuran lapisan di bawah permukaan bumi yang diukur. Informasi yang diperoleh adalah berupa impedansi gelombang elektromagnetik sekunder yang dihasilkan rapat arus telluric pada masing-masing lapisan. Setiap lapisan mempunyai harga konduktivitas yang berbeda-beda, sehingga medan elektromagnetik sekunder yang dihasilkan juga akan berbeda-beda bergantung pada jenis lapisannya.

Persamaan yang dipakai dalam penentuan resistivitas semu untuk bumi homogen isotropis adalah:

$$\rho_a = \frac{1,27 \times 10^5}{f} \left| \frac{E}{H} \right|^2 \tag{1}$$

dimana:

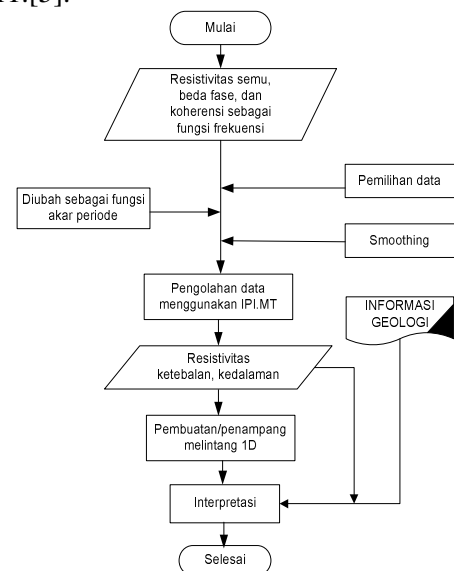
ρ_a = resistivitas semu

$$\frac{E}{H} = \text{impedansi listrik}$$

Metodologi

Penelitian dilakukan di lereng utara Gunung Ungaran, yakni desa Nglimut – desa Medini, Kabupaten Semarang, Propinsi Jawa Tengah, dari tanggal 28 Januari sampai 7 Februari 2003. Alat yang digunakan adalah satu set Stratagem versi 2671-01 REV.D lengkap dengan peralatan pemancar (transmitter) dan penerima (receiver). Data diambil pada 25 titik pengukuran yang terdiri dari 3 lintasan: barat, tengah dan timur dan diambil dalam 3 band frekuensi yakni band 1 dari 10 Hz – 1 kHz, band 4 dari 500 Hz – 3 kHz, dan band 7 dari 750 Hz – 92 kHz, dimana alat akan secara otomatis melakukan penapisan sebanyak 14 segmen untuk setiap band dan memerlukan waktu sekitar 5 menit.

Data yang didapat dari lapangan adalah resistivitas semu, beda fase, dan koherensi sebagai fungsi frekuensi diproses dengan menggunakan paket software IPI.MT kemudian dicocokkan dengan informasi geologi daerah penelitian, dan hasilnya diinterpretasi. Digram alir dalam penelitian ini meliputi langkah-langkah seperti pada gambar1.[5].

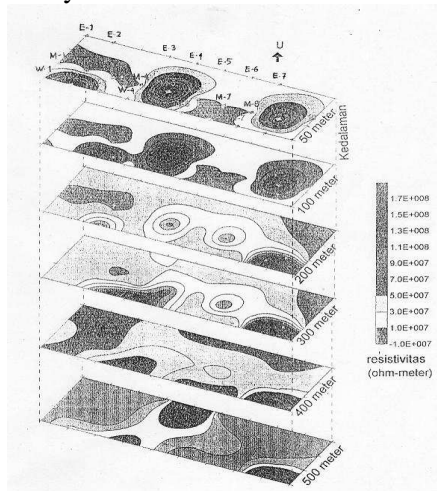


Gambar 1. Diagram alir pengolahan data CSAMT

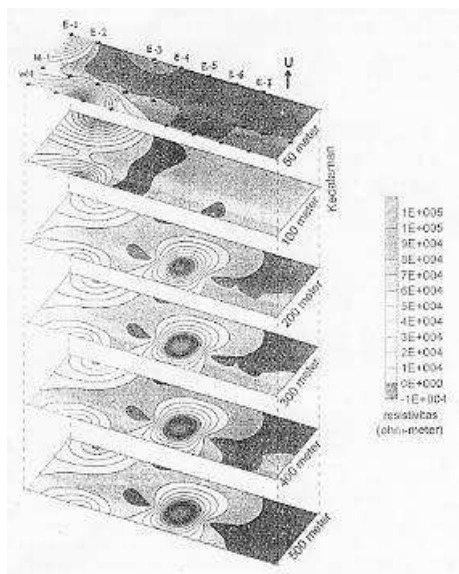
Hasil dan Pembahasan

Pengukuran metode CSAMT secara umum berupa hasil sounding yang memperlihatkan hubungan antara sinyal frekuensi dan resistivitas semu atau nilai matematis yang diturunkan dari variasi medan

magnet dan medan listrik. Hasil survei menunjukkan bahwa resistivitas di daerah penelitian cukup tinggi yaitu berkisar antara orde ratusan hingga ratusan ribu, hal ini dapat dilihat pada gambar 2 dan 3 yang menunjukkan level resistivitas medium yang tersayat.



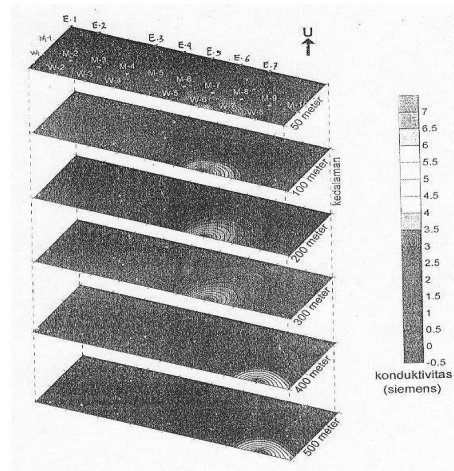
Gambar 2. Hasil kontur iso-resistivitas semu komponen XY pada kedalaman tertentu



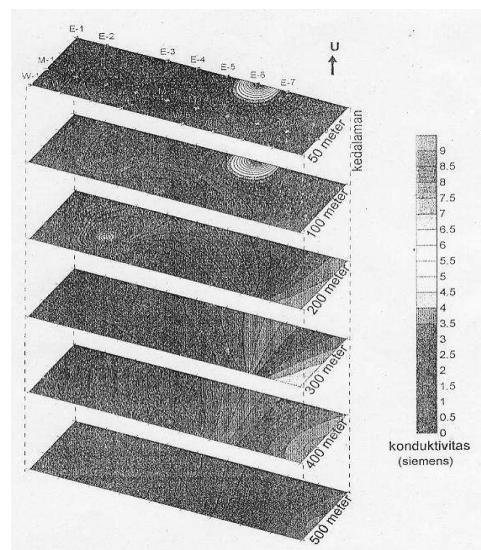
Gambar 3. Hasil kontur iso-resistivitas semu komponen YX pada kedalaman tertentu

Untuk peta iso-resistivitas antara komponen XY dan komponen YX tampak berbeda, hal ini dapat dijelaskan dengan adanya pengaruh struktur yang terdapat pada area survey sehingga distribusi medan magnet dan medan listrik yang melewati medium tidak

berorientasi arah yang sama lagi, sehingga mengakibatkan adanya perbedaan diantara hasil kedua komponen yang berorientasi terhadap arah kedua medan tersebut. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari hasil pemetaan isokonduktivitas pada gambar 4 dan 5



Gambar 4. Hasil kontur isokonduktivitas komponen XY pada kedalaman tertentu



Gambar 5. Hasil kontur isokonduktivitas komponen YX pada kedalaman tertentu

Dengan nilai resistivitas yang cukup tinggi di daerah penelitian tentu saja tidak menunjukkan bahwa area ini merupakan area pusat (*upflow*) dari sistem panas bumi, namun masih mempunyai potensi sebagai area tepi (*Outflow*). Dari penampang iso-resistivitas dan

isokonduktivitas secara mayoritas menunjukkan gradasi nilai kearah tenggara, dimana nilai resistivitasnya menurun dan nilai konduktivitasnya naik. Nilai resistivitas terendah mencapai 300 ohm-m sedang konduktivitasnya mencapai 7 siemens. Jika dicocokkan dengan informasi geologi yang ada memang diinterpretasikan mayoritas penyusunnya adalah batuan breksi.

Kesimpulan

Dari uraian diatas dapat ditarik kesimpulan:

1. Metode CSAMT cukup berhasil dengan menghasilkan data output 25 titik pengukuran dengan daya tembus hingga 1000 meter.
2. Nilai resistivitas berkisar antara 10^2 hingga 10^8 ohm-m dan nilai konduktivitas antara 0,2 siemens hingga 9 siemens.
3. Area penelitian merupakan zona outflow dengan penyebaran panas dan konduktivitas cenderung bergradasi mengarah ke tenggara (menuju G.Ungaran sisi selatan/Gedongsongo sebagai pusat sistem panas bumi) dengan nilai resistivitas makin rendah dan nilai konduktivitas makin tinggi.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

- Teman-teman S1 angkatan 1999 dan S2 angkatan 2002 program studi Geofisika,

Universitas Gajah Mada yang telah membantu dalam pengambilan data

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Budihardjo, B., Nugroho, Budiharti, M., 1997, *Resources Characteristics of the Ungaran Field, Central Java, Indonesia*, Proceeding Seminar Nasional Sumber Daya Geologist Indonesia, Fakultas Teknik Geologi dan Mineral, UPN "Veteran", Yogyakarta.
- [2]. Setyawan, A., 1999, Interpretasi Tahanan-jenis listrik Bawah-Permukaan Berdasarkan Pemodelan 2-D Data Magnetotellurik (Studi Kasus Lintasan Liwa, Lampung Barat), *Berkala Fisika*, Volume 2, Semarang.
- [3]. Allis, Rick, 2000, *Insight on the Formation of Vapour-Dominated Geothermal System*, Proceedings World Geothermal Congress, Japan, 2489 – 2490.
- [4]. Anderson, E. 1999, *Magnetotellurics for Geothermal Exploration*, Geothermal Institute Diploma in Geothermal Technology, hal 1-4.
- [5]. Panduan Workshop Geofisika UGM, 2001, *Metode Controlled Source Audiofrequency Magnetotellurics*, Laboratorium Geofisika FMIPA UGM.