

IDENTIFIKASI STRUKTUR RESISTIVITAS DAERAH GEOTHERMAL “T” BERDASARKAN HASIL PEMODELAN 2D DATAMAGNETOTELURIK

Nur Rachmaningtias¹⁾, Agus Setyawan¹⁾, Imam Baru Raharjo²⁾

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

²⁾PT.Pertamina Geothermal Energy, Jakarta Pusat

E-mail:nrachmaningtias@gmail.com

ABSTRACT

Resistivity structure identification of magnetotelluric data was made at geothermal area “T”, located in southern Indonesia. This process is based on the modeling result of 2-dimension magnetotelluric data.

The modeling result of magnetotelluric data shows relativity structure dissemination on a scale of 0-10 ohm.m in a thickness of 1 km (clay cap), on a scale of 10-100 ohm.m in a depth of 1-2 km (reservoir zone), and on a scale of 100-1000 ohm.m in a depth of 2-3 km (heat source zone). The result of relativity structure dissemination can be used to delineate an area with geothermal prospect around 12 km².

Keywords: magnetotelluric, 2 dimension modeling, structure resistivity

ABSTRAK

Identifikasi struktur resistivitas data magnetotelurik telah dilakukan pada area geothermal “T” yang terletak di sebelah selatan Indonesia. Proses ini dilakukan berdasarkan hasil pemodelan 2 dimensi data magnetotelurik.

Hasil pemodelan data magnetotelurik menunjukkan persebaran struktur resistivitas dengan nilai 0- 10 ohm.m dengan ketebalan 1 km dikatakan sebagai clay cap. Zona reservoir dengan nilai 10-100 ohm.m pada kedalaman 1-2 km, sedangkan zona heat source berada pada kedalaman 2-3 km, dengan nilai resistivitas 100-1000 ohm.m. Dari hasil persebaran struktur resistivitas dapat digambarkan area yang berprospek geothermal seluas 12km².

Kata kunci : magnetotelurik, pemodelan 2 dimensi, dan struktur resistivitas

PENDAHULUAN

Area Geothermal “T” berada pada kompleks sumber geothermal aktif. Wilayah ini berada pada zona subduksi tempat bertemunya lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia. Untuk mengetahui karakteristik panas bumi area geothermal “T” dilakukan penelitian dengan berbagai metode. Salah satunya dengan metode geofisika, dari penelitian ini dapat diperoleh parameter-parameter fisis dari lapisan bumi yang berpotensi sebagai area prospek geothermal.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode magnetotelurik. Hasil dari pencitraan metode magnetotelurik mampu menunjukkan persebaran struktur resistivitas di area geothermal. Sehingga dapat menunjukkan komponen sistem panas bumi dan dapat memperkirakan luasan area yang berprospek geothermal.

DASAR TEORI

Metode Magnetotelurik

Metode magnetotelurik merupakan salah satu metode geofisika pasif, dimana medan listrik dan medan magnet yang diukur dalam arah orthogonal pada permukaan bumi. Pada persamaan 1 ditampilkan bahwa medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus.

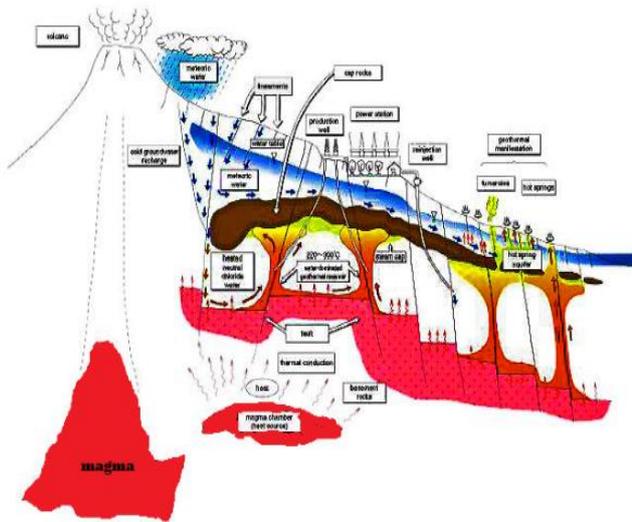
$$\vec{Z} = \frac{\vec{E}}{\vec{H}} \quad (1)$$

Magnetotelurik digambarkan bersama dengan prosedur inversi data yang sesuai digunakan sebagai penentuan distribusi resistivitas di bawah permukaan, pada skala kedalaman mulai dari beberapa puluhan meter hingga ratusan kilometer[1].

Geothermal

Sistem panas bumi adalah energi panas yang berasal dari bumi yang muncul ke

permukaan sebagai fenomena perpindahan panas bumi dari dalam ke permukaan bumi. Contoh fenomena panas bumi (manifestasi): letusan gunung berapi, pemunculan mata air panas, fumarol, tanah beruap, dll[2].



Gambar 1. Konseptual Pemodelan Geothermal[3]

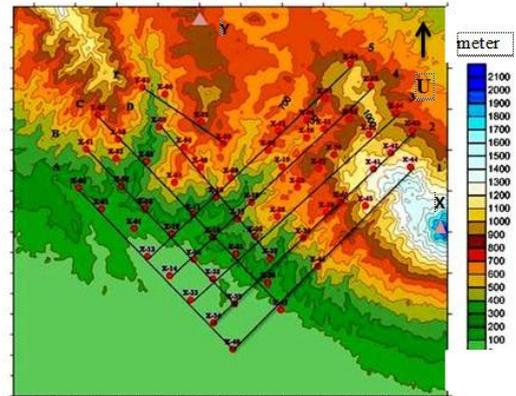
Komponen utama pembentuk panas bumi adalah sumber panas (*heat source*), *reservoir*, dan batuan penutup (*clay cap*). Magma yang membeku di bawah permukaan bumi menjadi sumber panas dari sistem panas bumi. Pembekuan magma menghasilkan batuan beku yang mengalirkan panas secara konduktif ke batuan sekitarnya[4].

Panas yang merambat memanaskan fluida yang mengalir di *reservoir*. Fluida yang terpanaskan bergerak ke atas melalui mata air panas atau lubang bor menuju permukaan bertemu dengan lapisan *impermeable* yaitu *clay cap*, yang mengakibatkan fluida terperangkap[4].

Fluida yang terperangkap menyebabkan tekanan di bawah *clay cap* semakin tinggi sehingga terbentuk rekahan yang mengakibatkan munculnya manifestasi. Selain itu resistivitas *clay cap* menjadi bernilai rendah yang dapat dimanfaatkan pada metode magnetotelurik untuk mencari daerah prospek panas bumi [4].

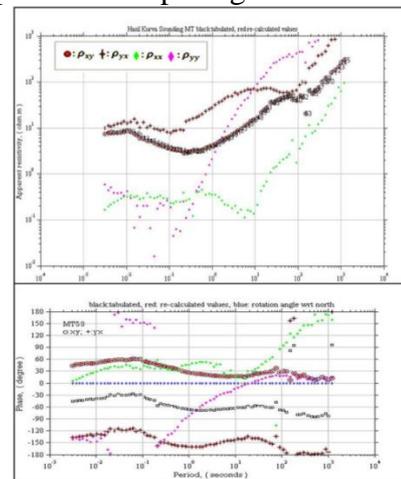
METODE PENELITIAN

Data yang digunakan data sekunder dari PT. Pertamina Geothermal Energy berupa data DEM (*Digital Elevation Model*), berupa peta topografi dengan distribusi titik dan *line* daerah penelitian seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Distribusi sebaran titik dan *line* daerah penelitian

Serta data penelitian berupa data magnetotelurik berupa resistivitas semu dan fase seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Contoh hasil plot kurva resistivitas semu dan fase (Hasil Gambar Kode Imam, 2013)

Pada penelitian ini terdapat 63 titik pengukuran dengan 10 *line* pemodelan.

Pemodelan respon magnetotelurik berupa resistivitas dan fase dilakukan dengan metode inversi *finite element*. Metode ini merupakan metode numerik untuk memecahkan persamaan differensial pada permasalahan medan elektromagnet. Metode

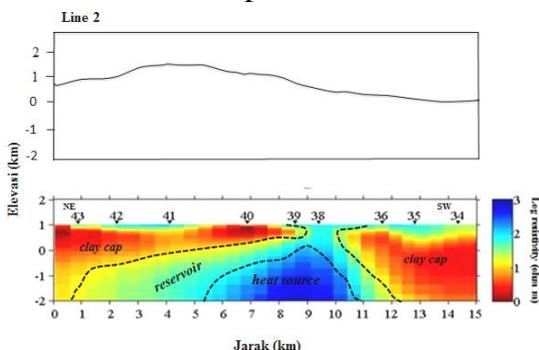
ini hanya membutuhkan diskritisasi pada bidang-bidang batas pemodelan [5]. Diskritisasi dengan pembuatan *mesh* pemodelan.

Setelah dilakukan pembuatan *mesh*. Data dilakukan proses *filtering* untuk menghilangkan *noise*. Setelah itu dilakukan proses pemodelan 2-dimensi. Data yang telah dimodelkan divisualisasi ke dalam bentuk 3-dimensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

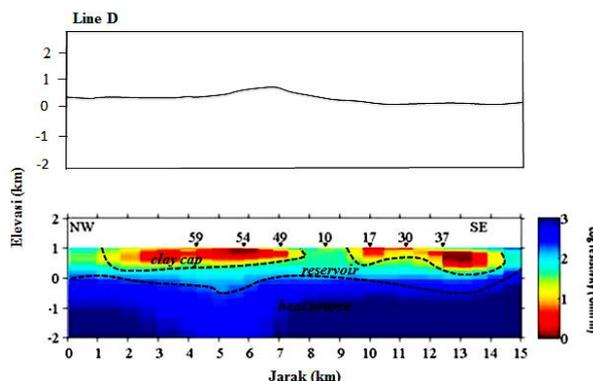
Data magnetotelurik area geothermal “T” telah diinversi dengan menggunakan software Matlab dengan kode bersumber dari Imam Baru Raharjo. Proses pemodelan menggunakan inversi *finite element*, dari hasil pemodelan diperoleh distribusi resistivitas area penelitian.

Pada gambar 4 terlihat persebaran nilai resistivitas pada area geothermal “T”. Pada *line 2* ini berada pada ketinggian sekitar 80 m sampai 1200 m dari permukaan laut. Data nilai resistivitas semu dan fase yang digunakan berada pada frekuensi 1000 Hz sampai 0.01 Hz.



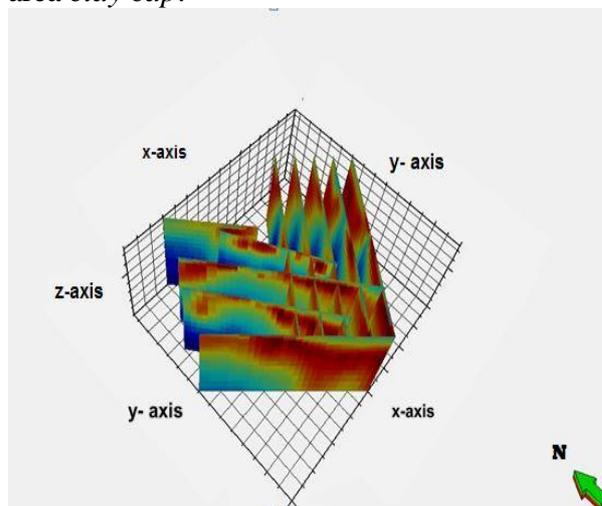
Gambar 4. Hasil Pemodelan data magnetotelurik *line 2*

Pada gambar 5 terlihat persebaran nilai resistivitas pada area geothermal “T”. Pada *line D* ini berada pada ketinggian sekitar 300 m sampai 700 m dari permukaan laut. Data nilai resistivitas semu dan fase yang digunakan berada pada frekuensi 1000 Hz sampai 0.01 Hz.



Gambar 5. Hasil Pemodelan data magnetotelurik *line D*

Dari gambar terlihat distribusi persebaran nilai resistivitas dan dapat ditentukan pembagian zona resistivitas. Area yang berwarna merah (zona rendah) ditandai dengan nilai resistivitas 0-10 ohm dengan ketebalan 1 km. Area ini bisa dikatakan sebagai area *clay cap*.



Gambar 6. Hasil Visualisasi 3D

Area yang berwarna hijau (zona *intermediet*) ditandai dengan nilai resistivitas 10 -100 ohm m berada pada kedalaman 1-2 km. Area ini dapat dikatakan sebagai zona *reservoir*.

Area yang berwarna biru dengan nilai resistivitas 100-1000 ohm.m berada pada kedalaman 2- 3 km. Area ini bisa dikatakan sebagai zona *heat source* (batuan sumber

panas). Dari data hasil pemodelan 2D dapat divisualisasikan ke dalam bentuk 3D seperti terlihat pada gambar 6. Dari visualisasi dapat ditentukan luasan dari *reservoir* sekitar 12 km².

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di area geothermal "T" dapat disimpulkan:

1. *Clay cap* dengan ketebalan 1 km ditunjukkan dengan nilai resistivitas 0-10 ohm m. Zona *reservoir* berada pada kedalaman 1- 2 km dengan nilai resistivitas 10- 100 ohm m, sedangkan zona *heat source* berada pada kedalaman 2- 3 km, dengan nilai resistivitas 100-1000 ohm.m.
2. Luas daerah yang berprospek geothermal seluas 12 km².

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. Pertamina Geothermal Energy sebagai penyedia data penelitian, Hernowo Danusoputra, Udi Harmoko, serta K.Sofjan Firdausi yang telah memberikan masukan dan diskusi ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Simpson, F., dan Bahr, K. (2005) *Practical Magnetotellurics*, University of Cambridge.
- [2]. Utami, P. (2012) *Aplikasi Geologi dalam Pengembangan Panas Bumi di Indonesia*, dalam One Day Course Penerapan Metode Eksplorasi Energi Geothermal di Indonesia.
- [3]. Atmojoyo, J.P. (2011) *Geothermal Reservoir Simulation*, dalam One Day Seminar Penerapan Metode Eksplorasi Energi Geothermal di Indonesia, Yogyakarta.
- [4]. Tester, J. (2006) *The Future of Geothermal Energy*, Massachusetts Institute of Technology.

- [5]. Mohammad, I.H. (2011) *2D Magnetotelluric Modelling Using Boundary Element Method*, Jurnal Matematika and Sains, Agustus 2011, Vol 16 (2), Bandung.