

# PENERAPAN METODE AUDIO MAGNETOTELURIK DAN MAGNETOTELURIK UNTUK IDENTIFIKASI LITOLOGI BAWAH PERMUKAAN PADA LAPANGAN PANASBUMI X

Cinantya Nirmala Dewi<sup>1)\*</sup>, Sukir Maryanto<sup>1)</sup>, Eddy Z Gaffar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang 65145

<sup>2)</sup> Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI, Kompleks LIPI Sangkuriang, Bandung 40135

\*Email: cinanthia@gmail.com

## Abstrak

Penelitian geofisika dengan menggunakan metode audio magnetotelurik dan magnetotelurik telah dilaksanakan di lapangan panasbumi X. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan dan menentukan sistem panasbumi di daerah penelitian. Daerah penelitian terdiri dari 3 lintasan dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 24 titik. Pengolahan data dilakukan hingga didapatkan peta kontur resistivitas.

Hasil pengolahan data 2D menunjukkan bahwa nilai resistivitas lapisan bawah permukaan pada ketiga lintasan berkisar 4  $\Omega$ .m hingga 16384  $\Omega$ .m. Struktur bawah permukaan pada lintasan 1, 2, dan 3 memiliki litologi batuan yang sama yaitu batuan alterasi, breksi, tufa breksi, lava andesit, andesit, dan basalt. Sistem panasbumi pada daerah penelitian tersusun atas batuan lava andesit dan basalt sebagai sumber panas, batuan tufa breksi sebagai reservoir, dan batuan alterasi sebagai lapisan penutup.

Kata kunci : panasbumi, audio magnetotelurik, magnetotelurik, resistivitas, litologi batuan.

## Pendahuluan

Panasbumi adalah sebuah sumber energi panas yang terdapat dan terbentuk di dalam kerak bumi [1]. Sumber panasbumi yang ada di suatu daerah tertentu perlu diteliti untuk mengetahui sifat-sifat fisika dan kimia dari cadangan panasbumi yang dikandung oleh sumber [2]. Survei geofisika digunakan untuk melihat struktur bawah permukaan. Metode magnetotelurik merupakan metode pasif yang memanfaatkan sumber dari alam berupa gelombang elektromagnetik untuk mengetahui konduktivitas dari struktur bawah permukaan [3]. Teknik magnetotelurik merekam data dalam frekuensi 400 Hz hingga 0,0000129 Hz, sehingga cocok untuk investigasi yang sangat dalam. Sementara itu, teknik audio magnetotelurik merekam data dalam frekuensi 1000 Hz hingga 10000 Hz, sehingga cocok untuk investigasi dangkal [4]. Perpaduan metode audio magnetotelurik dan magnetotelurik mampu memberikan gambaran sistem panasbumi yang lebih detail dari permukaan hingga kedalaman tertentu.

Daerah penelitian diinisialkan sebagai lapangan panasbumi X. Lapangan panasbumi X berada di dekat lapangan panasbumi Y yang telah dikelola menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTPB). Pada lapangan panasbumi X belum pernah dilakukan survei geofisika dengan menggunakan metode audio magnetotelurik dan magnetotelurik. Terdapat kemungkinan bahwa

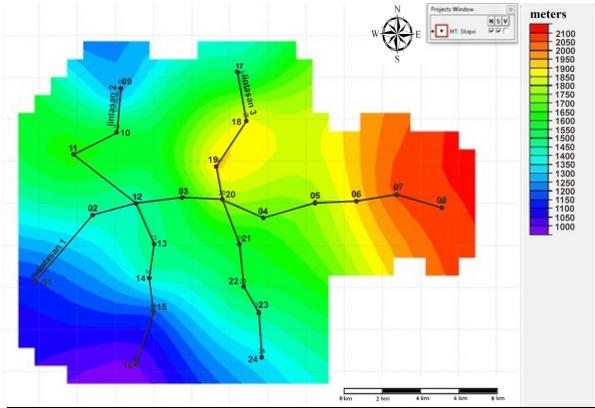
lapangan panasbumi X dapat dijadikan sebagai daerah pengembangan dari lapangan panasbumi Y, apabila struktur bawah permukaan pada lapangan panasbumi X memiliki sistem panasbumi yang berpotensi untuk dieksplorasi. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan pada daerah penelitian berdasarkan sebaran nilai resistivitas dan membuat model sistem panasbumi daerah penelitian.

## Metode

Data yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah data sekunder dari Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pengolahan audio magnetotelurik dan magnetotelurik dilakukan pada 1 Februari 2014 hingga 20 Maret 2014 di *Laboratory for Earth Hazard*. Sementara itu, penyusunan naskah skripsi dilakukan pada bulan Februari 2014 hingga Mei 2014 di Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika Universitas Brawijaya, Malang.

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat MTU 5A. Data yang diambil dengan menggunakan alat MTU 5A merupakan data audio magnetotelurik dan magnetotelurik. Akuisisi metode audio magnetotelurik dilakukan selama  $\pm 1$  jam, sehingga didapatkan data dalam rentang frekuensi 10000 Hz hingga 1 Hz. Sementara itu akuisisi metode magnetotelurik dilakukan selama  $\pm 17$  jam, sehingga didapatkan

data dalam rentang frekuensi 400 Hz hingga 0,001 Hz. Lintasan pengambilan data sebanyak 3 lintasan dengan total titik pengambilan data sebanyak 24 titik. Pada tiap lintasan terdiri dari 8 titik pengukuran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



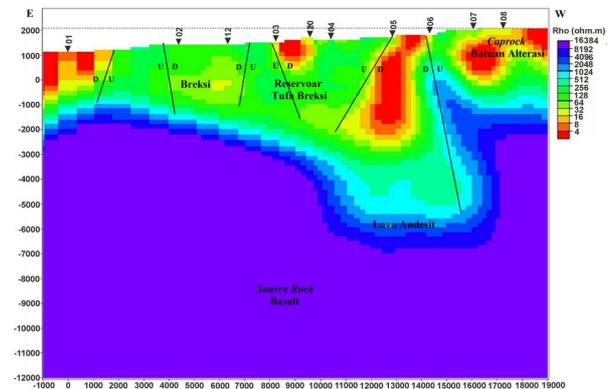
Gambar 1. Peta kontur elevasi titik pengambilan data

### Hasil dan Pembahasan

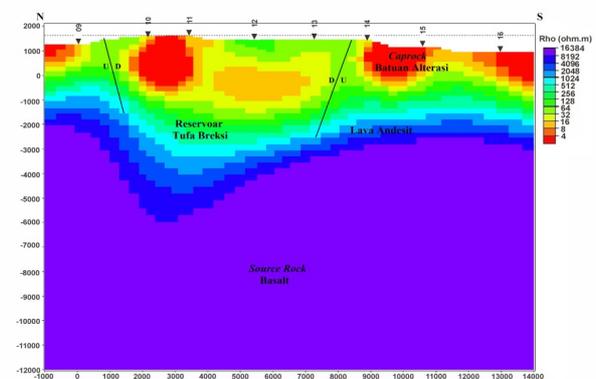
Hasil pemodelan 2D menggunakan *Software WinGlink* berupa penampang 2D resistivitas bawah permukaan untuk masing-masing lintasan, dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Kontur resistivitas lintasan 1 (Gambar 2) merupakan hasil iterasi sebanyak 300 kali dengan *RMS error* sebesar 4,24%. Kontur resistivitas lintasan 2 (Gambar 3) merupakan hasil iterasi sebanyak 400 kali dengan *RMS error* sebesar 2,78%. Kontur resistivitas lintasan 3 (Gambar 4) merupakan hasil iterasi sebanyak 300 kali dengan *RMS error* sebesar 2,74%. Berdasarkan korelasi dengan peta geologi daerah penelitian dan tabel resistivitas, dapat diinterpretasikan bahwa lapisan dengan nilai resistivitas  $\leq 16 \Omega.m$  diduga merupakan lapisan batuan alterasi, resistivitas  $>16 \Omega.m - 64 \Omega.m$  diduga merupakan lapisan batuan breksi yang mulai sedikit mengalami alterasi, resistivitas  $>64 \Omega.m - 1024 \Omega.m$  merupakan lapisan batuan tufa breksi, resistivitas  $>1024 \Omega.m - 4096 \Omega.m$  merupakan lapisan lava andesit, dan resistivitas  $>4096 \Omega.m - 16384 \Omega.m$  merupakan lapisan batuan basalt.

Persyaratan utama untuk pembentukan sistem panas bumi (hidrotermal) adalah sumber panas yang besar (*source rock*), resevoir untuk mengakumulasi panas, dan lapisan penutup terkumpulnya panas (*caprock*) [5]. Berdasarkan analisis litologi lintasan 1, 2, dan 3 dapat diketahui bahwa batuan sumber panas tersusun atas batuan lava andesit dan basalt dengan resistivitas tinggi ( $>1024 \Omega.m - 16384 \Omega.m$ ) yang masih memiliki sisa panas dari dapur magma. Reservoir panasbumi di daerah penelitian diduga

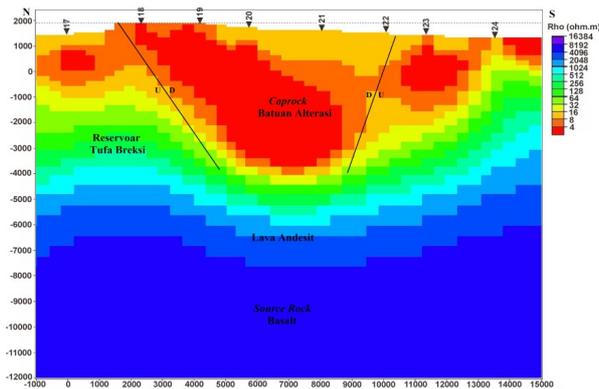
tersusun atas batuan tufa breksi dengan resistivitas sedang ( $>64 \Omega.m - 1024 \Omega.m$ ). Reservoir panasbumi merupakan tempat terakumulasinya fluida hidrotermal hasil pemanasan oleh sumber panas. Batuan yang berperan sebagai reservoir panasbumi merupakan batuan yang memiliki permeabilitas dan porositas yang baik sehingga dapat menjadi perangkap bagi fluida panas. Sementara itu, lapisan penutup tersusun atas batuan yang bersifat impermeabel karena berfungsi sebagai penahan agar fluida panas yang telah terakumulasi pada reservoir tidak mengalir ke permukaan [6]. Pada penelitian ini, lapisan penutup tersusun atas batuan teralterasi yang dominan lempung dan batuan breksi yang teralterasi lemah dengan resistivitas rendah ( $\leq 64 \Omega.m$ ). Alterasi hidrotermal merupakan proses yang terjadi akibat adanya reaksi antara batuan asal dengan fluida panasbumi [7]. Penelitian ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Kadir [8], Nuqramadha [9], dan Mulyati [10] yang mendapatkan hasil bahwa lapisan dengan nilai resistivitas tinggi merupakan batuan sumber panas, lapisan dengan nilai resistivitas sedang merupakan reservoir, dan lapisan dengan nilai resistivitas rendah merupakan lapisan batuan alterasi.



Gambar 2. Model 2D resistivitas bawah permukaan pada lintasan 1



Gambar 3. Model 2D resistivitas bawah permukaan pada lintasan 2



Gambar 4. Model 2D resistivitas bawah permukaan pada lintasan 3

Batuan sumber panas yang berada pada kedalaman  $\pm 2000$  m pada lintasan 1,  $\pm 1500$  m pada lintasan 2, dan  $\pm 5000$  m pada lintasan 3. Reservoir memiliki ketebalan  $\pm 3000$  m pada lintasan 1, dan  $\pm 1000 - 1500$  m pada lintasan 2, dan  $\pm 2500$  m pada lintasan 3. Sementara itu, lapisan penudung memiliki ketebalan  $\pm 2000 - 3000$  m pada lintasan 1,  $\pm 1500$  m pada lintasan 2, dan  $\pm 4000$  m pada lintasan 3. Keberadaan sesar akan menjadi jalan bagi fluida panas yang untuk keluar ke permukaan.

## Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai resistivitas pada lapangan panasbumi X berkisar antara  $4 \Omega.m$  -  $16384 \Omega.m$  dengan pendugaan litologi bawah permukaan berupa batuan alterasi, breksi, tufa breksi, lava andesit, dan basalt.
2. Sistem panasbumi pada daerah penelitian tersusun atas batuan lava andesit dan basalt sebagai sumber panas, batuan tufa breksi sebagai reservoir, dan batuan alterasi serta breksi sebagai lapisan penudung.
3. Lapangan panasbumi X memiliki potensi panasbumi yang baik karena memiliki sistem panasbumi yang lengkap dan didukung dengan adanya sesar sebagai jalan keluar bagi fluida ke permukaan.

## Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pusat Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian skripsi ini.

## Daftar Pustaka

- [1] Broto, Sudaryo., Thomas Triadi Putranto. 2011. *Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi Panasbumi*. Jurnal Teknik. **32** (1), 79-87.
- [2] Gaffar, Eddy Z., Dadan D. Wardhana, dan Djedi S. Widarto. 2007. *Studi Geofisika Terpadu Di Lereng Selatan G. Ungaran, Jawa Tengah, dan Implikasinya terhadap Struktur Panasbumi*. Jurnal Meteorologi Dan Geofisika. **8** (2), 98-118.
- [3] Simpson, F dan Bahr, K., 2005. *Practical Magnetotellurics*. Cambridge University Press. Cambridge.
- [4] Roger, Stuart. 2004. *V-5 System 2000MTU/MTU-A User Guide*. Phoenix Geophysics. Canada.
- [5] Kasbani. 2009. *Tipe Sistem Panasbumi Di Indonesia Dan Estimasi Potensi Energinya*. Program Penelitian Panasbumi. Buletin Badan Geologi. **4** (2), 64-73.
- [6] Mardiana, Undang. 2007. *Manivestasi Panasbumi Papandayan Berdasarkan Nilai Tahanan Jenis Batuan Studi Kasus Gunung Papandayan Kabupaten Garut - Propinsi Jawa Barat*. Laporan Penelitian Jurusan Geologi Universitas Padjadjaran. Bandung.
- [7] Saptadji, N. M. 2002. *Teknik Panasbumi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [8] Kadir, Tri Virgantoro Salahudin. 2011. *Metode Magnetotelluric (MT) untuk Eksplorasi Panasbumi Daerah Lili, Sulawesi Barat dengan Data Pendukung Metode Gravitasi*. Skripsi S1 Universitas Indonesia. Depok.
- [9] Nuqramadha, Wambra Aswo. 2011. *Pemodelan Sistem Panasbumi dengan Metode Magnetotelurik di Daerah Arjuno – Welirang Jawa Timur*. Skripsi S1 Universitas Indonesia. Depok.
- [10] Mulyati, Dewi. 2011. *Identifikasi Potensi Panasbumi Daerah Garut Jawa Barat dengan Metode Magnetotelurik*. Skripsi S1 Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.