

## PEMODELAN 2 DIMENSI DATA MAGNETOTELLURIK DAERAH PROSPEK PANASBUMI LAPANGAN “JGT”

Murdani<sup>\*1</sup>, Muh. Sarkowi<sup>1</sup>, Deni Saputra<sup>2</sup>, Arif Darmawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Geofisika FT Unila

<sup>2</sup>PT. Elnusa Tbk

Jurusan Teknik Geofisika, FT UNILA

e-mail: <sup>\*1</sup>[murdani.tg10@gmail.com](mailto:murdani.tg10@gmail.com)

### ABSTRAK

Metode magnetotelurik (MT) adalah metode sounding elektromagnetik untuk mengetahui struktur bawah permukaan berdasarkan nilai tahanan jenis dengan cara melakukan pengukuran pasif komponen medan listrik (E) dan medan magnet (H) alam yang berubah terhadap waktu. Hasil pemodelan inversi 1 dimensi dan 2 dimensi pada 33 titik data ukur yang tersebar pada 3 lintasan area penelitian. Dari ketiga lintasan pengukuran terdapat lapisan yang memiliki nilai resistivitas rendah diduga sebagai batuan penutup nilai resistivitas 4  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman 500 – 1000 m Resistivitas sedang dengan rentang nilai resistivitas 21  $\Omega\text{m}$  – 53  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman lebih dari 1000 m merupakan batuan reservoir. Zona yang ketiga memiliki lapisan paling resistif dengan nilai resistivitas 76  $\Omega\text{m}$  – 159  $\Omega\text{m}$  merupakan batuan dasar (sumber panas) yang terletak pada kedalaman lebih dari 2000 m.

### ABSTRACT

Magnetotelluric method is an electromagnetic sounding method to know sub-surface structure based on resistivity value by doing a passive acquisition using natural electric and magnetic field component measurement which change due to time. 1D and 2D inversion modelling result on 33 measurement data point which spreaded on 3 research area line. From all three measurement line, there is a layer which has a low resistivity value which suspected as a cap-rock started from 4  $\Omega\text{m}$  with 500-1000 m depth. Middle resistivity value range started from 21  $\Omega\text{m}$  – 53  $\Omega\text{m}$  with more than 1000 m is a reservoir rock. The third zone has the most resistive layer with resistivity value started from 76  $\Omega\text{m}$  – 159  $\Omega\text{m}$  is a source rock (hot source) which located at more than 2000 m depth.

**Keywords**—Magnetotelluric, Geothermal, “JGT” Field

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sistem panasbumi (*geothermal system*) adalah istilah umum yang digunakan untuk mendiskripsi transfer panas secara alamiah di kerak bumi, umumnya panas ditransfortasikan dari sumber panas ke permukaan bumi (Hochstein.,2000). Sumber panas tersebut berasal dari magma yang terbentuk karena adanya tumbukan antar lempeng. Secara umum medan

panasbumi di Indonesia berasosiasi dengan daerah magmatik dan vulkanik karena pada daerah tersebut tersedia sumber panasbumi. Energi panasbumi merupakan energi yang tersimpan dalam bentuk air panas maupun uap pada kondisi geologi tertentu dengan kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. Daerah panasbumi (*geothermal area*) atau medan panas bumi (*geothermal field*) adalah daerah di permukaan bumi dalam batas tertentu dimana terdapat energi panasbumi

dalam suatu kondisi hidrologi batuan tertentu (Santoso., 2004).

## 1.2. Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah Mengetahui model distribusi Resistivitas berdasarkan pemodelan 2 Dimensi data Magnetotellurik. Mengetahui zona Impermeable berdasarkan pemodelan 2 Dimensi data Magnetotellurik. Mengetahui model sistem panasbumi dengan data Magnetotellurik.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kota Malang Propinsi Jawa Timur. Hampir seluruh daerah lapangan panasbumi "JGT" merupakan batuan produk vulkanik Kwartir yang dapat dipisahkan berdasarkan pusat erupsinya.

Beberapa produk gunungapi di daerah ini terdiri dari aliran lava dan piroklastik. Panasbumi merupakan energi panas yang terbentuk secara alami dan tersimpan dalam bentuk air panas atau uap panas pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. Hochstein dan Browne (2000) mendefinisikan sistem panasbumi sebagai perpindahan panas secara alami dalam volume tertentu di kerak bumi dimana panas dipindahkan dari sumber panas ke zona pelepasan panas. Secara garis besar sistem panasbumi dikontrol oleh adanya sumber panas (*heat source*), batuan reservoir, lapisan penutup, keberadaan struktur geologi dan daerah resapan air (Suharno., 2010).

## 3. TEORI DASAR

### 3.1. Hukum Gayaberat Newton

Persamaan umum yang dapat mendeskripsikan sifat gelombang EM yang digunakan persamaan Maxwell yaitu terdiri atas:

$$\nabla \times E = - \frac{\partial B}{\partial t} \quad (\text{Hukum Faraday})$$

(1a)

$$\nabla \times H = j + \frac{\partial D}{\partial t} \quad (\text{Hukum Ampere})$$

(1b)

$$\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (\text{Hukum Coulomb})$$

(1c)

$$\nabla \cdot B = 0 \quad (\text{Hukum Fluks Magnet})$$

(1d)

dimana E : medan listrik (Volt/m), B : fluks atau induksi magnetik (Weber/m<sup>2</sup> atau Tesla), H : medan magnet (Ampere/m), j : rapat arus (Ampere/m<sup>2</sup>), D : perpindahan listrik (Coulomb/m<sup>2</sup>),  $\frac{\rho}{\epsilon_0}$ : rapat muatan listrik (Coulomb/m<sup>3</sup>).

Hubungan antara intensitas medan dengan fluks yang terjadi pada medium dinyatakan oleh persamaan berikut,

$$B = \mu H \quad (2a)$$

$$D = \epsilon E \quad (2b)$$

$$J = \sigma E = \frac{E}{\rho} \quad (2c)$$

Dimana  $\mu$  : permeabilitas magnetik(Henry/ε : permitivitas listrik (Farad/m), σ : konduktivitas (Ohm-1/m atau Siemens/m), ρ: tahanan-jenis (Ohm.m)

### 3.2. Skin Depth

Skin depth adalah jarak perlemahan gelombang elektromagnetik dalam medium homogen. Skin depth adalah kemampuan sinyal elektromagnetik untuk menembus ke dalam bumi (Unsworth, 2006). Besarnya *skin depth* pada medium konduktif bergantung dari permeabilitas medium, tahanan jenis, dan frekuensi gelombang elektromagnetik yang melalui medium.

$$\delta = 503 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (3a)$$

---

### 3.3. Pemodelan Data Magnetotellurik

Model 1-D berupa model berlapis horizontal, yaitu model yang terdiri dari beberapa lapisan, dimana tahanan jenis tiap lapisan homogen. Dalam hal ini parameter model 1 D adalah tahanan jenis dan ketebalan tiap lapisan. Secara umum hubungan data dari parameter model dinyatakan oleh :

$$d = F(m) \quad (4a)$$

dimana  $d$  adalah vektor data,  $m$  adalah vektor model dan  $F(m)$  adalah fungsi *forward modeling*. Pemecahan masalah menggunakan algoritma dilakukan Newton dengan mencari solusi model yang meminimumkan fungsi objektif  $\psi$ , yang didefinisikan oleh :

$$\psi(m) = (d - mF)^T V(d - mF) \quad (5a)$$

### 3.4. Mode Pengukuran Magnetotellurik

#### 3.4.1. TE (*Transverse Electric*) Mode

Pada *mode* ini, komponen medan listrik sejajar dengan arah struktur utama (arah  $x$ ) dan komponen medan magnet tegak lurus dengan arah struktur utama (arah sumbu  $y$  dan  $z$ ). Dalam *Mode* TE, arus listrik tidak akan mengalir melewati batas antara daerah yang memiliki nilai resistivitas yang berbeda. Komponen  $E_x$  akan kontinu terhadap sumbu  $y$ . Arus listrik akan menginduksi bagian yang lebih konduktif dan tidak pada bagian yang lebih resistif. Hal tersebut dikarenakan munculnya efek konduktif pada arus.

#### 3.4.2. TM (*Transverse Magnetic*) Mode

Pada *mode* ini komponen medan magnet akan sejajar dengan arah struktur utama (arah  $x$ ) dan komponen medan listrik akan tegak lurus dengan arah struktur utama (arah sumbu  $y$  dan  $z$ ). *Mode*

TM ini arus listrik akan melewati batas antara bagian yang memiliki perbedaan resistivitas. Pada *mode* TM ini akan dijumpai adanya efek statik yang disebabkan oleh adanya heterogenitas permukaan akibat muatan-muatan yang terumpul pada batas medium tersebut. Adanya efek statik tersebut juga dapat menyebabkan nilai resistivitas dan frekuensi rendah tetap terlihat.

### 3.5. Peralatan Magnetotellurik

Dalam penggunaan metode Magnetotellurik sumber yang digunakan merupakan sumber alami. Sehingga pada metode ini peralatan yang digunakan hanyalah menangkap gelombang elektromagnetik. MT unit merupakan alat utama dari receiver dimana fungsi alat ini yaitu sebagai display signal yang di terima alat dari respon data medan listrik maupun medan magnet berupa nilai resistivitas semu dan fase. Sensor koil berisikan koil magnet untuk menangkap sinyal medan magnet yang arahnya tegak lurus dengan transmitter.

Alat receiver MT memiliki sensor medan magnet ada tiga macam yaitu  $H_x$ ,  $H_y$ , dan  $H_z$ . Ketiga medan magnet ini mengukur 3 arah medan magnet berbeda. Porospot merupakan alat yang digunakan dalam pengukuran metode MT untuk menerima respon besaran medan listrik karena poros pot dapat meminimalisir terjadinya polarisasi pada bahan penerimanya. Baterai berfungsi sebagai sumber energi bagi alat MTU-5A pada saat dilakukan pengukuran. Kabel konektor merupakan kabel penghubung antara penerima signal medan listrik dan medan magnet ke alat MTU-5A. GPS berfungsi untuk mensinkronisasi posisi *receiver* pada *satelliter*. Dari GPS tersebut terdapat kabel yang tersambung pada *transmitter*.

Kompas digunakan mengarahkan agar posisi lintasan masih dalam ketentuan

---

yang telah direncanakan seperti desain surveinya. Selain lintasan, kompas juga digunakan untuk mengarahkan azimuth koil yang ditanam/ditanam di tanah agak tegak lurus terhadap lintasan dan posisi *transmitter*. Sedangkan *waterpass* digunakan untuk mengukur kemiringan terhadap arah vertikal pada suatu bidang. Pemakaian *waterpass* ini juga digunakan pada peletakkan koil magnet yang dikubur agar ke miringannya sesuai dengan keadaan tanah.

#### 4. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Elnusa Tbk Jakarta. Adapun alat dan bahanyang digunakan pada penelitian ini yaitu : computer, data geofisika yaitu Magnetotellurik, *Software Phoenix Geophysic ( SSMT 2000 dan MT-Editor)*.

#### 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 5.1 Titik Pegukuran Magnetotellurik

Sebelum membuat pemodelan data Magnetoellurik lebih lanjut perlu dilakukan beberapa prosedur pengolahan data untuk dapat meningkatkan kualitas data. Berikut ini adalah titik pengukran Magnetotellurik lapangan panasbumi "JGT". Hasil yang didapat dari pengukuran data MT di lapangan berupa sinyal *time series* yang tersimpan pada alat MTU-5A. Data dipindahkan dari *Cfcard* yang berada pada alat ke PC yang selanjutnya akan diolah dengan perangkat lunak SSMT2000, *MT editor* dan *TS viewer* untuk proses transformasi fourier, *robust procesing*. Data input yang akan diproses terdiri TS (*Time Series*), TBL (file hidder atau semua informasi keterangan di lapangan) dan CLC (kalibrasi alat). Keluaran hasil dari perangkat lunak tersebut berupa *file \*.MTH* (frekuensi tinggi) dan *\*.MTL* (frekuensi rendah), kedua *file* tersebut akan digabungkan

untuk mendapatkan hasil data dalam bentuk tranformasi fourier.

##### 5.2 Pemilihan *Time Series*

Data yang terekam di lapangan tidak sepenuhnya data yang baik, karena masih dapat kemungkinan mengandung *noise* yang bercampur dengan data. *Noise* tersebut mempengaruhi trend kurva yang dihasilkan tidak *smooth*. Hal ini bisa dilakukan dengan mengamati kurva *time series* pada software *synchro time series viewer*. Melalui software ini kita dapat mengamati data hasil rekaman di lapangan yang mengandung *noise* atau tidak. Data yang mengandung *noise* ditandai dengan adanya kenaikan nilai pada kurva *time series* di semua *channel* pengukuran ( $E_x, E_y, E_z$ ) pada waktu rekaman tertentu.

Proses ini dilakukan jika kualitas data buruk di waktu awal atau akhir yang dikarenakan adanya pengaruh dari luar atau ada permasalahan pada alat. Maka untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dapat diperoleh dengan membagi rentang waktu untuk memperbaiki data yang buruk. (Phoniex Geophysics, 2005).

##### 5.3 Proses FFT (*Fast Fourier Transform*)

Setelah dilakukan analisis *time series* selanjutnya dilakukan proses *fast fourier transform*. Data mentah yang terekam di lapangan masih dalam domain waktu, sedangkan untuk analisis resistivitas semu dan fase dilihat berdasarkan fungsi frekuensi. Maka data yang di dapat dilapangan yang masih dalam domain waktu diubah kedomain frekuensi melalui transformasi *fourier*.

##### 5.4 *Robust Processing*

Setelah proses mengubah domain waktu ke domain frekuensi langkah berikutnya prses *Robust*. Proses robust adalah teknik pengolahan statik yang menggunakan nilai

---

bobot yang berulang-ulang dari residual untuk mengidentifikasi dan mengedit data yang menyimpang oleh *noise*.

### 5.5 Rotasi

Setelah melalui tahap proses *robust*, kurva yang dihasilkan adalah kurva resistivitas terhadap frekuensi yang akan dapat dilihat pada *software* MT Editor. Kurva yang dihasilkan cenderung masih acak karena masih terdapat adanya pengaruh *noise* pada data. Maka dari itu perlu dilakukan *editing* pada data, sebelum melakukan *editing* pada data kurva yang dihasilkan harus dirotasi terlebih dahulu sesuai dengan struktur utama pada daerah penelitian.

### 5.6 Filtering Data

Filtering data yaitu proses seleksi *crosspower* untuk mendapatkan hasil kurva resistivitas representatif. Filtering data dilakukan dengan kurva resistivitas menghasilkan trend yang lebih kontinu, halus dan sesuai dengan kondisi bawah permukaan. Seperti yang kita ketahui bahwa metode MT adalah metode pasif yang memanfaatkan sumber EM alam yang memiliki frekuensi rendah, sehingga dapat menjangkau penetrasi kedalaman yang cukup dalam mencapai hingga ratusan km. Akan tetapi pada frekuensi rendah, terdapat kelemahan pada resolusi yang dihasilkan. Karena yang dicari pada reservoir panas bumi yang mana kedalaman dari reservoir tersebut biasanya berada dalam kisaran km, maka proses editing data dengan frekuensi yang terlalu kecil (kurang dari 0,01 Hz) dimatikan.

### 5.7 Koreksi Statik

Metode MT adalah metode yang memanfaatkan sumber alam, sehingga tidak dapat dihindari kemungkinan terdapat

gangguan pada data karena disebabkan oleh gejala-gejala alam atau yang biasa disebut ditorsi pada data. Ditorsi pada data MT bisa disebabkan oleh banyak hal, diantaranya adalah karena efek topografi (lereng atau gunung), heterogenitas permukaan dan kontak vertikal. Ditorsi pada data MT karena faktor tersebut dapat mengakibatkan adanya pergeseran vertikal pada kurva TE dan TM pada frekuensi tinggi. Ditorsi pada data MT ini disebut dengan efek statik yang menyebabkan amiguitas yang mengakibatkan kesalahan pada interpretasi data. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi efek statik ini adalah dengan cara menggunakan data *Time Domain Elektromagnetik* (TDEM) dan perataan regional.

### 5.8. Pemodelan 1D

Pada pemodelan ini yaitu dengan menentukan jumlah lapisan per titik sounding yang kemudian disesuaikan dengan kurva resistivitas hasil pengolahan. Pada penelitian ini, penulis menggunakan inverse occam untuk invers 1D, agar diperoleh hasil yang lebih *smooth*.

### 5.9. Pemodelan 2D

Pemodelan 2D merupakan tahapan terakhir dalam penelitian ini. Pemodelan 2D ini dilakukan dengan menggunakan *software* WinGLink. Tahapan pertama yang dilakukan adalah dengan menentukan lintasan yang akan dilakukan inversi. Pada pemodelan 2D ini dilakukan pengeditan mesh agar dihasilkan inversi yang lebih *smooth*.

#### 5.9.1 Lintasan 1

Pada lintasan 1 inversi 2D membentang dari Barat Laut-Tenggara. Pada lintasan ini terdiri dari MT04, MT05 MT 06, MT18,

MT22, MT55, MT76, MT77, MT87, dan MT98.

Pada lintasan 1 berdasarkan hasil inversi 2D, diketahui terdapat lapisan yang memiliki nilai resistivitas yang rendah di dekat permukaan yang di indikasikan sebagai daerah *cap rock* (batuan penudung) atau diduga sebagai batuan yang mengalami alterasi yaitu dengan nilai resistivitas sekitar  $4 \Omega\text{m}$  pada kedalaman yang relatif dangkal antara 500 m – 1000 m yang di tandai dengan warna merah. Zona yang memiliki nilai resistivitas sedang yang memiliki rentang nilai resistivitas  $21 \Omega \text{ m} - 53 \Omega \text{ m}$  pada umumnya tersebar pada kedalaman lebih dari 1000 m dengan ketebalan yang bervariasi ditandai dengan warna kehijauan. Zona ini diperkirakan sebagai reservoir panasbumi. Zona yang terakhir adalah zona yang memiliki nilai resistivitas tinggi dan biasanya disebut dengan lapisan resistif yang ditandai dengan warna kebiruan, zona ini diperkirakan sebagai sumber panas (*hot rock*).

### 5.9.2 Lintasan 2

Pada lintasan 1 inversi 2D membentang dari Barat Laut-Tenggara. Pada lintasan ini terdiri dari MT62, MT33, MT63, MT34, MT35, MT44, MT56, MT57, MT88, MT89, MT90 dan MT99. Berikut ini gambar hasil 2D pada lintasan 2

Pada lintasan 2 berdasarkan hasil inversi 2D, diketahui terdapat lapisan yang memiliki nilai resistivitas yang rendah di dekat permukaan yang di indikasikan sebagai daerah *cap rock* (batuan penudung) atau dapat pula diduga sebagai batuan yang mengalami alterasi yaitu dengan nilai resistivitas sekitar  $4 \Omega\text{m}$  pada kedalaman yang relatif dangkal antara 500 m sampai 1000 m yang di tandai dengan warna merah. Zona yang memiliki nilai resistivitas sedang yang memiliki rentang nilai resistivitas  $15 \Omega\text{m} - 53 \Omega\text{m}$  pada umumnya tersebar pada kedalaman lebih dari 1000 m dengan ketebalan yang

bervariatif ditandai dengan warna kehijauan. Zona ini diperkirakan sebagai reservoir panasbumi.

Zona yang terakhir adalah zona yang memiliki nilai resistivitas tinggi dan biasanya disebut dengan lapisan resistif yang ditandai dengan warna kebiruan. Memiliki nilai resistivitas berkisar antara  $63 - 91 \Omega\text{m}$ . Zona ini tersebar pada kealam dibawah 2000 m yang merupakan zona sumber panas (*hot rock*).

### 5.9.3 Lintasan 3

Pada lintasan 1 inversi 2D membentang dari Barat Laut-Tenggara. Pada lintasan ini terdiri dari MT33, MT38, MT37, MT41, MT46, MT51, MT76, MT74, MT84, MT83, dan MT95. Berikut ini hasil inversi 2D untuk lintasan 3.

Pada lintasan 3 berdasarkan hasil inversi 2D, terdapat lapisan yang memiliki nilai resistivitas yang rendah di dekat permukaan yang di indikasikan sebagai daerah *cap rock* (batuan penudung) atau dapat pula diduga sebagai batuan yang mengalami alterasi yaitu dengan nilai resistivitas sekitar  $4 \Omega\text{m}$  pada kedalaman yang relatif dangkal antara 500 m – 1000 m yang di tandai dengan warna merah.

Zona yang memiliki nilai resistivitas sedang yang memiliki rentang nilai resistivitas  $15 \Omega\text{m} - 63 \Omega\text{m}$  pada umumnya tersebar pada kedalaman lebih dari 1000 m dengan ketebalan yang bervariasi ditandai dengan warna kehijauan. Zona ini diperkirakan sebagai reservoir panasbumi.

Zona yang terakhir adalah zona yang memiliki nilai resistivitas tinggi dan biasanya disebut dengan lapisan resistif yang ditandai dengan warna kebiruan. Memiliki nilai resistivitas berkisar antara  $76 - 110 \Omega\text{m}$ . Zona ini tersebar pada kealam dibawah 2000 m yang merupakan zona sumber panas (*hot rock*).

---

#### 5.9.4 View 3D

Setelah dilakukan pemodelan 2 dimensi dari ketiga line kemudian dilakukan view 3 dimensi untuk melihat perpotongan dari ketiga line yang ada. Setelah dilakukan view 3 dimensi dari ketiga line yang ada kemudian dibuat empat penampang dari berbagai sudut agar terlihat perpotongan dari setiap line.

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data pada 33 titik ukur yang tersebar pada 3 lintasan area penelitian. Sehingga dalam pengolahan data menghasilkan 3 model 2 dimensi. Nilai resistivitas rendah berkisar antara 4  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman yang relatif dangkal antara 500 m – 1000 m. Resistivitas rendah ini menandakan lapisan lempung sebagai batuan penutup reservoir yang dikenal dengan claycap. Resistivitas sedang merupakan batuan reservoir yang berada pada kedalaman lebih dari 1 km dengan nilai berkisar antara 15  $\Omega\text{m}$  – 53  $\Omega\text{m}$ . lapisan paling resistif dengan nilai resistivitas 76  $\Omega\text{m}$  – 159  $\Omega\text{m}$  merupakan batuan dasar (sumber panas) yang terletak pada kedalaman > 2 km.

#### 6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan distribusi resistivitas 2D kurva yang dihasilkan data MT pada lapisan dangkal tidak begitu stabil karena disebabkan perbedaan efek tofografi dan juga aktivitas permukaan baik dari aktivitas manusia maupun benda yang dapat mempengaruhi gelombang elektromagnetik pada permukaan. Dari Hasil pemodelan 2D menunjukkan: Zona *cap rock* untuk ketiga lintasan mempunyai nilai resistivitas 4  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman yang relatif dangkal antara 500 – 1000 m yang ditandai dengan warna merah pada setiap lintasan. Zona resistivitas sedang dengan rentang nilai resistivitas 21  $\Omega\text{m}$  – 53  $\Omega\text{m}$  tersebar pada kedalaman lebih dari 1000 m dengan ketebalan yang bervariasi yang diperkirakan sebagai reservoir. Zona

yang terakhir adalah zona yang memiliki nilai resistivitas tinggi dan biasanya disebut dengan lapisan resistif. Memiliki nilai resistivitas berkisar antara 76 – 159  $\Omega\text{m}$ . Zona ini tersebar pada kealaman dibawah 2000 m yang merupakan zona sumber panas (*hot rock*).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas digunakannya data Magnetotellurik dari PT. Elnusa Tbk, Jakarta.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2013, *Magma Kegunungapian dan Kegempaan*, <http://geologitambang.smk.blogspot.com/2013/08/magma-kegunungapian-dan-kegempaan.html>.
- Budihardi, M., Budiardjo, B., dan Nugroho. 1997. Resource Characteristics of the Ungaran Field, Central Java, Indonesia, Proceeding of National Berkala MIPA, 16 (1), Januari 200648 Seminar of Human Resources Indonesian Geologist, Yogyakarta.
- Junursyah, G.M.L., 2011. *Laporan Akhir Kegiatan Survei Magnetotellurik Di Daerah Muna-Buton dan Sekitarnya Provinsi Sulawesi Tenggara*. Pusat Survei Geologi. Bandung.
- Santoso, Djoko. 2004. *Eksplorasi Energi Geothermal*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Saptadji, M, Nenny., 2001. *Teknik Panasbumi*. Departemen Teknik Perminyakan ITB, Bandung.
- Simpson, F. dan Bahr, K. 2005. *Practical Magnetotellurics*. University Press. Cambridge.
-

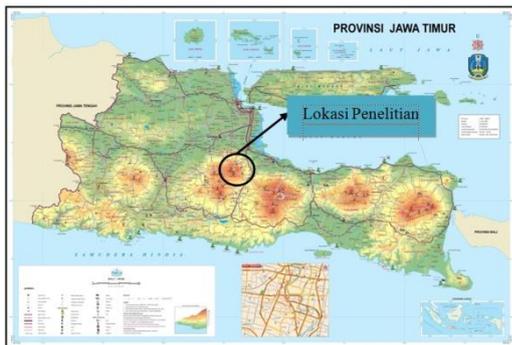
Suharno, 2010, *Pengembangan Prospek Panas Bumi Untuk Mahasiswa, Ahli Teknis, Profesional dan Birokrat*, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Sulistyo, A. (2011). *Koreksi Pergesaran Statik Menggunakan Metode Geostatik, Perata-rataan dan TDEM*.

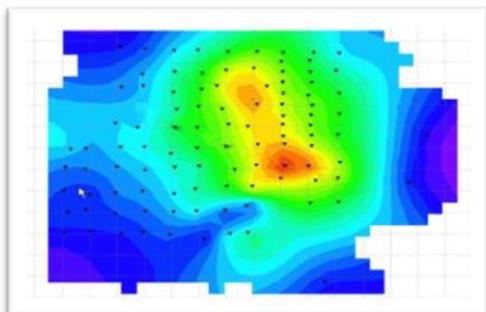
Phoenix Geophysics, Ltd., 2007. *V5 System 2000 MTU/MTU-A User Guide, Version 1.9*. Phoenix Geophysics Ltd., Canada.

Zarkasyi, Ahmad. 2010. *Model Sistem Panasbumi Daerah Jaboi Pulau Weh, Nangroe Aceh Darussalam Berdasarkan Analisis Geofisika (Gaya Berat, magnet, Geolistrik)*. (Tesis). Bandung.

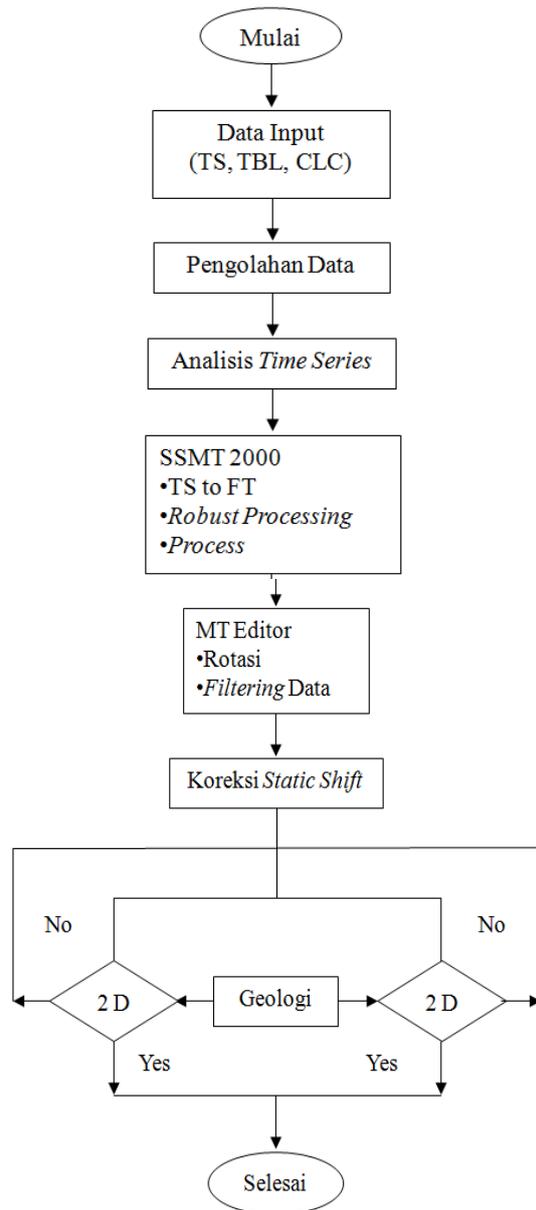
## LAMPIRAN



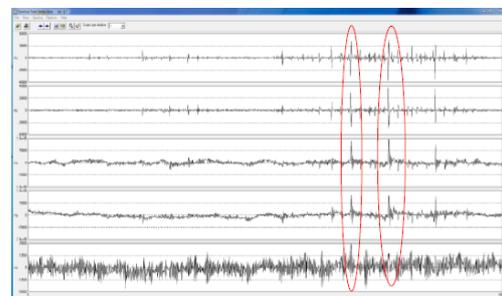
**Gambar 1.** Lokasi Penelitian



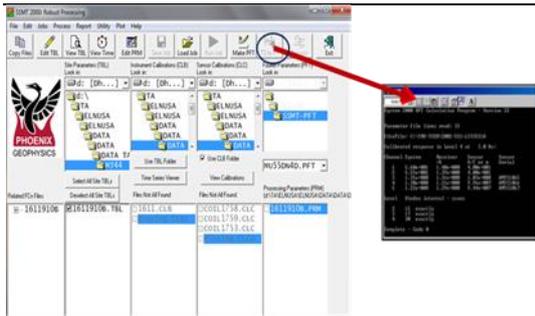
**Gambar 2.** Lokasi titik pengukuran Magnetotellurik.



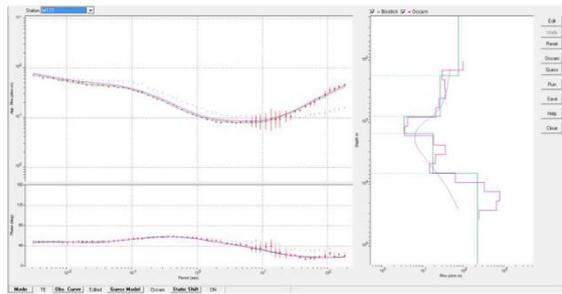
**Gambar 3.** Diagram alir penelitian.



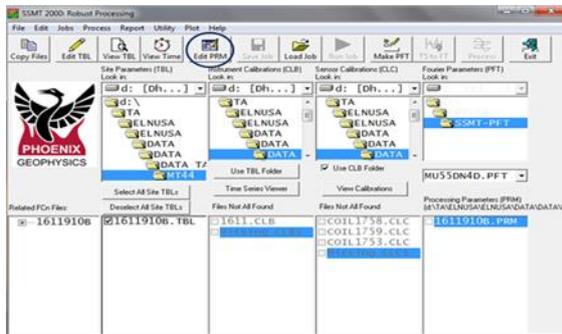
**Gambar 4.** Analisis *time series*.



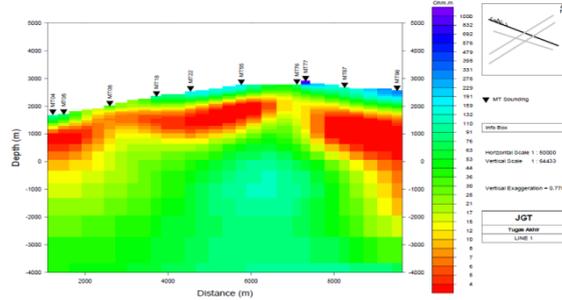
**Gambar 5.** Proses mengubah domain waktu ke domain frekuensi.



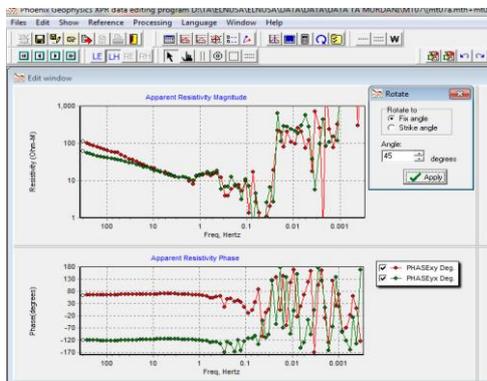
**Gambar 9.** Pemodelan 1D Pada titik MT07.



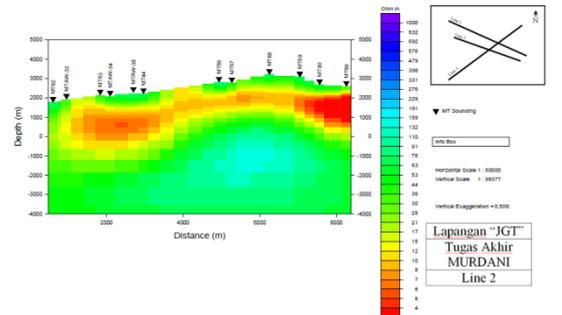
**Gambar 6.** Menu Edit PRM pada SSMT 2000.



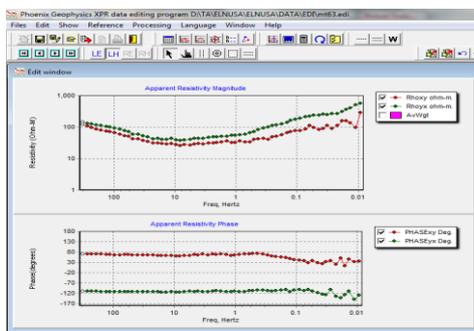
**Gambar 10.** Hasil 2D pada Lintasan 1.



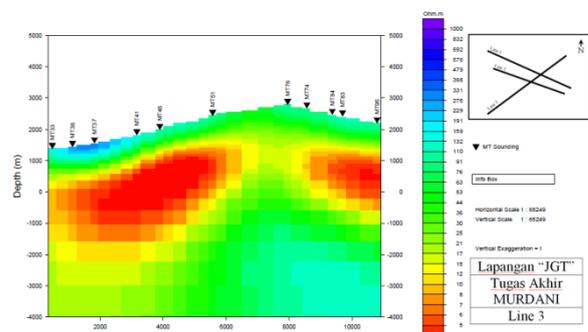
**Gambar 7.** MT07 Setelah Dirotasi.



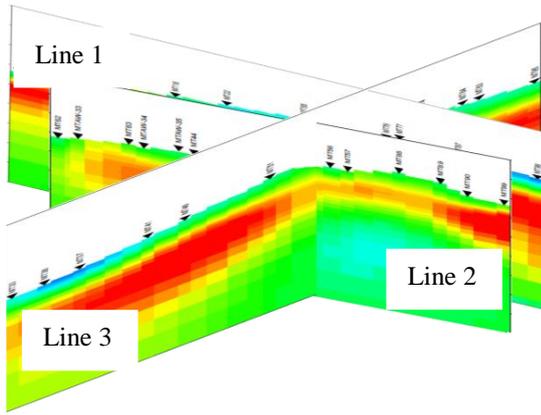
**Gambar 11.** Hasil 2D pada Lintasan 2



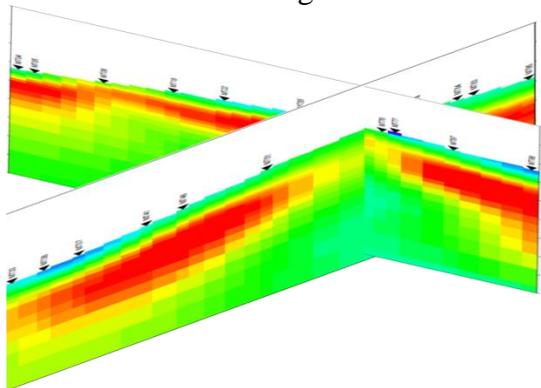
**Gambar 8.** MT63 Sesudah Difiltering.



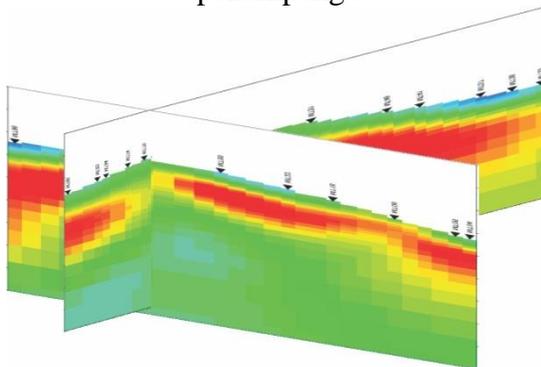
**Gambar 12.** Hasil 2D pada Lintasan 2



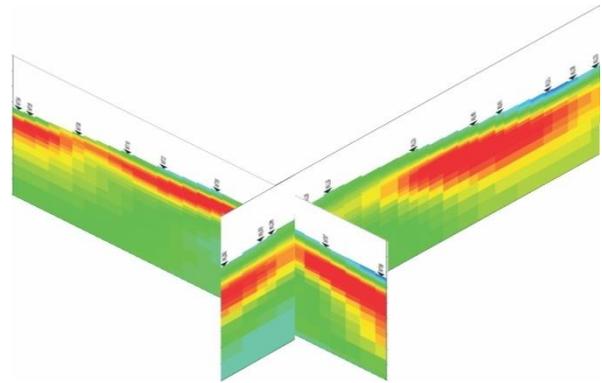
**Gambar 13.** Pemodelan 3 dimensi model resistivity hasil 2 dimensi data magnetotellurik.



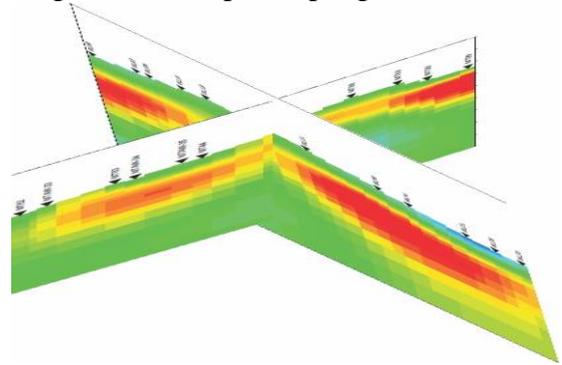
**Gambar 14.** Pemodelan 3 dimensi model resistivity hasil 2 dimensi data magnetotellurik penampang .



**Gambar 15.** Pemodelan 3 dimensi model resistivity hasil 2 dimensi data magnetotellurik penampang 2.



**Gambar 16.** Pemodelan 3 dimensi model resistivity hasil 2 dimensi data magnetotellurik penampang 3.



**Gambar 17.** Pemodelan 3 dimensi model resistivity hasil 2 dimensi data magnetotellurik penampang 4.