

**IDENTIFIKASI LITOLOGI DAERAH PANASBUMI TIRIS  
PROBOLINGGO BERDASARKAN METODE MAGNETIK**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Dalam Bidang Fisika

Oleh :  
**NELLA FERNANIA**  
**0910933018**



**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2013**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI LITOLOGI DAERAH PANASBUMI TIRIS  
PROBOLINGGO BERDASARKAN METODE MAGNETIK**

Oleh :  
**NELLA FERNANIA**  
**0910933018**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang fisika

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Sukir Maryanto, Ph.D**  
**NIP.197106211998021001**

**Fajar Rakhmanto, M.Si**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Fisika**  
**Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D**  
**NIP.196312271991031002**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nella Fernania  
NIM : 0910933018  
Bidang Minat : Geofisika  
Jurusan : Fisika  
Penulis skripsi berjudul :

### IDENTIFIKASI LITOLOGI DAERAH PANASBUMI TIRIS PROBOLINGGO BERDASARKAN METODE MAGNETIK

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam daftar pustaka skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran .

Malang .....  
Yang menyatakan

(Nella Fernania)  
NIM. 0910933018

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



# IDENTIFIKASI LITOLOGI DAERAH PANASBUMI TIRIS PROBOLINGGO BERDASARKAN METODE MAGNETIK

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian di daerah panas bumi Tiris, Kabupaten Probolinggo dengan menggunakan metode magnetik. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai anomali magnetik dan menentukan litologi batuan di daerah panasbumi Tiris. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari dengan luas area 1 km x 1 km dan spasi 50 m menggunakan alat *Proton Precision Magnetometer* (PPM). Pengolahan data dilakukan dengan koreksi diurnal, koreksi IGRF, kontinuitas ke atas, dan reduksi ke kutub. Interpretasi data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Interpretasi kualitatif dilakukan dengan menganalisa anomali residual yang telah direduksi ke kutub sedangkan interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menganalisa pola anomali residual yang telah dimodelkan dengan menggunakan *software Mag2DC*. Hasil interpretasi kuantitatif, nilai anomali medan magnetik reduksi ke kutub berada pada -900 nT sampai 800 nT sedangkan hasil interpretasi kualitatif pemodelan AA', BB' dan CC' menunjukkan adanya batuan *shale*, breksi vulkanik, lava dan basalt.

**Kata kunci :** panasbumi, metode magnetik, jenis batuan



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



# IDENTIFICATION OF LITOLOGY AT TIRIS PROBOLINGGO GEOTHERMAL FIELD BY MEAN OF GEOMAGNETIK METHOD

## ABSTRACT

A magnetic survey at Tiris geothermal field has been done in order to determine its sub surface structure. The goal is to determine the value of the residual anomaly and the structure of rocks beneath the surface at Tiris geothermal field. Data were collected for 3 days in an area of 1 km x 1 km and 50 m spacing using a Precision Proton Magnetometer (PPM). Data processing was done with diurnal correction, correction IGRF, upward continuation, and reduction to the pole. Interpretation of the data was done quantitatively and qualitatively. Qualitative interpretation was done by analyzing the residual anomaly that has been reduced to the pole while the quantitative interpretation was done by analyzing the pattern of residual anomalies that have been modeled using software Mag2DC. Quantitative interpretation of the results, the value of anomalous magnetic field reduction to the pole is at -900 nT to 800 nT while the qualitative interpretation of the results of modeling AA', BB' and CC' indicate the presence of shale rock, volcanic breccias, lava and basalt.

**Keywords :** geothermal, magnetic methods, kinds of rock

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil' Alamin

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan nikmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul "Penentuan Struktur Bawah Permukaan Pada Daerah Panasbumi Tiris, Probolinggo Berdasarkan Metode Magnetik".

Dengan selesainya Laporan Kuliah Kerja Lapang ini, penulis menyadari adanya bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Adi Susilo. M.Si.,PhD selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya yang telah berkenan memberi izin dalam pelaksanaan TA.

2. Bapak Sukir Maryanto, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I atas segala saran, arahan serta meluangkan waktunya untuk memberikan materi dalam penulisan laporan TA ini.

3. Bapak Fajar Rakhmanto, M.Si selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan materi dan saran dalam penulisan laporan TA ini.

4. Dosen-dosen dan Staf Jurusan Fisika atas ilmu yang diberikan selama penulis belajar di Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

5. Ayah dan mamaku tersayang yang tak pernah putus memberikan doa, semangat dan dukungan baik moril dan materiil, nenekku tersayang serta adikku Piko, Evelyn, om dan tanteku yang selalu memberiku semangat.

6. Seluruh keluarga besar dan saudara-saudara penulis yang selalu mendokan dan menyemangati penulis serta membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

7. Ela, Tika sebagai teman-teman seperjuanganku dalam melaksanakan TA.

8. Sasi, Fera, Elmiar, Yesika, Delfi, Mareta, Izza, In, Yunita, Silvi, Binti, Ratih, Hasib, Agus Salim, Musli, Kevin, Mbah Ali, Ibnu, Zar, Shofyan, Kruger, om Dian, Robby, Shoufie, Wela dan semua teman-teman 2009 yang tidak bisa disebutkan satu-persatu terima kasih atas batuan, doa dan dukungannya.

9. Teman-teman mahasiswa Fisika UB khususnya angkatan 2009 yang selalu kompak dan selalu memberiku semangat.

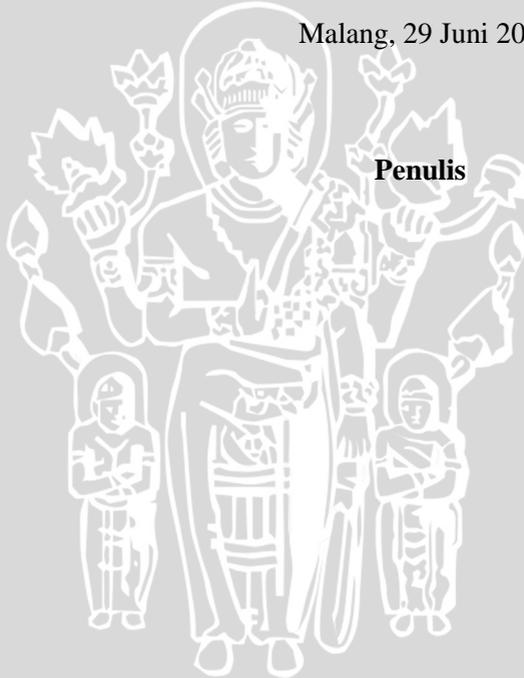
10. Mas Afandi, Mas Barika, Mas Erik, Mas Irwan, Andriy, Shelly, Ika dan seluruh kakak-kakak dan adik-adik tingkat yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, namun penulis menyadari bahwa ada hal-hal yang perlu disempurnakan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik, saran dan usulan untuk penyempurnaan laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, Amin.

Malang, 29 Juni 2013

**Penulis**



## DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Geologi Regional Panasbumi Wilayah Tiris.....	3
2.2 Gaya antara Kutub Magnet.....	5
a. Medan Magnet Bumi.....	5
2.3.1 Medan Magnet Utama.....	5
2.3.2 Medan Magnet Luar.....	6
2.3.3 Medan Magnetik Anomali.....	6
b. Variasi Medan Magnet Bumi.....	7

c. Permeabilitas Magnetik.....	8
d. Suseptibilitas Magnetik.....	8
e. Metode Magnetik .....	9
2.7.1 Koreksi Diurnal .....	10
2.7.2 Koreksi IGRF .....	10
2.8 Reduksi ke Kutub.....	11
2.9 Panasbumi.....	11
<b>BAB III.....</b>	<b>13</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2 Peralatan .....	13
3.3 Data Penelitian.....	14
3.4 Alur Penelitian.....	15
3.5 Pengambilan Data.....	16
3.6 Pengolahan Data.....	16
<b>BAB IV.....</b>	<b>19</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Hasil Pengolahan Data.....	19
4.2 Interpretasi.....	24
4.2.1 Interpretasi Kualitatif.....	24
4.2.2 Interpretasi Kuantitatif.....	26
4.3 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Daerah Songgoriti.....	33
4.4 Perbandingan dengan Metode Gravity.....	33
<b>BAB V.....</b>	<b>39</b>
<b>PENUTUP .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran.....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengukuran suhu dan konduktivitas termal mata air panas di Sungai Tancak wilayah panasbumi Tiris (Dinas ESDM Jawa Timur, 2010).....	3
Gambar 2.2	Model tentatif panasbumi Tiris (Dinas ESDM Jawa Timur, 2010)	4
Gambar 2.3	Skema sebuah sistem panasbumi yang ideal (Dickson dan Fanelli, 2004).....	12
Gambar 3.1	Peta daerah penelitian.....	13
Gambar 3.2	Proton Precision Magnetometer (PPM).....	14
Gambar 3.3	Alur penelitian.....	15
Gambar 3.4	Titik lokasi pengambilan data.....	16
Gambar 3.5	Alur pengolahan data.....	17
Gambar 4.1	Kontur anomali magnetik total dengan interval kontur 100 nT	20
Gambar 4.2	Korelasi kontur anomali magnetik total dengan topografi daerah penelitian.....	21
Gambar 4.3	Kontur anomali magnetik regional pada ketinggian 250 mdpl dengan interval kontur 50 nT.....	22
Gambar 4.4	Kontur anomali magnetik residual pada ketinggian 250 mdpl dengan interval kontur 100 nT.....	23
Gambar 4.5	Kontur anomali magnetik reduksi ke kutub dengan interval kontur 100 nT.....	25
Gambar 4.6	Peta geologi daerah penelitian.....	26
Gambar 4.7	Korelasi kontur anomali magnetik residual dengan peta geologi daerah penelitian.....	27
Gambar 4.8	Sayatan AA', BB' dan CC' pada anomali residual ..	28
Gambar 4.9	Model penampang melintang AA' ..	29
Gambar 4.10	Model penampang melintang BB' ..	30
Gambar 4.11	Model penampang melintang CC' ..	31
Gambar 4.12	Sayatan penampang melintang AA', BB', dan CC' metode gravity (Astuti, 2013) ..	34
Gambar 4.13	Sayatan AA', BB' dan CC' metode magnetik.....	34

Gambar 4.14	Model penampang melintang lintasan AA' metode gravity (Astuti, 2013) .....	35
Gambar 4.15	Model penampang melintang AA' metode magnetik	35
Gambar 4.16	Model penampang melintang lintasan BB' metode gravity (Astuti, 2013) .....	36
Gambar 4.17	Model penampang melintang BB' metode magnetik	36
Gambar 4.18	Model penampang melintang lintasan CC' metode gravity (Astuti, 2013) .....	37
Gambar 4.19	Model penampang melintang CC' metode magnetik	37



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Informasi nilai anomali residual manifestasi panasbumi di Tiris	24
Tabel 4.2	Nilai suseptibilitas batuan model AA'	30
Tabel 4.3	Nilai suseptibilitas batuan model BB'	31
Tabel 4.4	Nilai suseptibilitas batuan model CC'	32
Tabel 4.5	Perbandingan daerah panasbumi Tiris dengan daerah lain	33



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Litologi adalah deskripsi batuan berdasarkan karakter fisiknya. Batuan di dalam bumi memiliki sifat kemagnetan. Oleh karena itu litologi batuan ditentukan dengan metode magnetik. Metode magnetik merupakan salah satu metode geofisika. Metode ini digunakan untuk mengetahui sifat-sifat fisik batuan yang ada di bawah permukaan. Selain itu metode ini juga digunakan untuk eksplorasi pendahuluan panasbumi, dan pencarian prospek benda-benda arkeologi. Target pengukuran metode magnetik yaitu anomali magnetik. Anomali magnetik adalah medan magnetik yang terukur dipermukaan bumi. Anomali magnetik dihasilkan dari batuan yang mengandung mineral bermagnet di kerak bumi. Anomali medan magnetik disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnetik induksi. Medan magnetik remanen berperan besar terhadap magnetisasi batuan.

Panasbumi adalah sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, dan batuan. Sumber energi panasbumi terbentuk secara alami di bawah permukaan bumi. Panasbumi salah satu sumber daya alam yang dapat diperbarui, berpotensi besar serta sebagai salah satu sumber energi pilihan dalam keanekaragaman energi (Nenny, 2012).

Metode magnetik telah banyak digunakan sebagai sarana penelitian geofisik/geologis. Sebagai contoh, di daerah panasbumi Bora, metoda magnetik digunakan untuk melokalisir daerah anomali magnetik rendah. Anomali magnetik rendah berkaitan dengan manifestasi panasbumi di daerah tersebut (Nurmayani, 2011).

Di lereng utara gunungapi Ungaran jenis litologi dan struktur bawah permukaan ditentukan dengan metode magnetik. Hasil interpretasi tersebut digunakan untuk menganalisa struktur yang mengontrol adanya manifestasi air panas Nglimut dan Medini (Nurdianto, dkk., 2004)

Untuk daerah panasbumi Tiris, telah dilakukan penelitian pendahuluan dengan menggunakan metode magnetik pada tahun 2012. Hasil penelitian tersebut menunjukkan sumber air panas yang

terjadi dikontrol oleh patahan yang mengarah sepanjang barat laut – tenggara (Yehuda, 2012).

Penelitian pendahuluan tersebut di atas hanya meneliti terjadinya sumber air panas di daerah tersebut, dan oleh karena itu perlu dikakukan penelitian lanjutan, khususnya untuk mengetahui anomali magnetik dan litologi batuan daerah panasbumi Tiris. Penelitian pendahuluan tersebut dilakukan dengan ukuran luas (3x2) km<sup>2</sup> dan spasi 100 meter sedangkan penelitian ini dilakukan dengan ukuran luas (1x1) km<sup>2</sup> dan spasi 50 meter, dengan tujuan agar diperoleh gambaran yang lebih detail.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana anomali magnetik daerah panasbumi Tiris dapat digunakan untuk menentukan nilai suseptibilitas batuan?
2. Bagaimana litologi batuan daerah panasbumi Tiris dapat diperoleh?

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Wilayah yang diteliti adalah daerah panasbumi Tiris yang terletak pada koordinat 7°57'45"LS 113°24'7"BT.
2. Pengolahan dilakukan sampai menemukan anomali magnetik dan suseptibilitas batuan di daerah panasbumi Tiris.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan nilai anomali magnetik daerah panasbumi Tiris.
2. Menentukan litologi batuan daerah panasbumi Tiris.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini memberikan informasi litologi batuan daerah panasbumi Tiris. Selain itu juga dapat menambah khasanah keilmuan panasbumi Jawa Timur.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

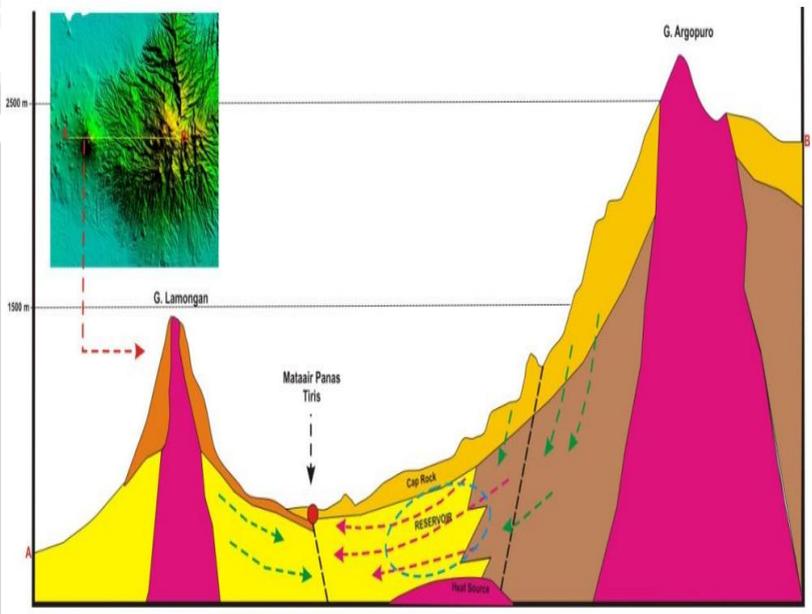
#### 2.1 Geologi Regional Panasbumi Wilayah Tiris

Kabupaten Probolinggo, Propinsi Jawa Timur merupakan salah satu daerah yang mempunyai gunung api kwarter dan potensi panasbumi, yaitu di Gunung Lamongan dan Gunung Argopuro. Potensi energi panasbumi di Kecamatan Tiris, Kabupaten Probolinggo ditunjukkan oleh kemunculan mata air panas di daerah tersebut. Di sekitar mata air panas ditemukan adanya endapan berwarna kuning kemerahan dan berbau belerang. Endapan ini merupakan unsur besi yang keluar bersama air panas tersebut yang mengalami oksidasi sehingga menunjukkan warna seperti karat pada logam.



**Gambar 2.1** Pengukuran suhu dan konduktivitas termal mata air panas di Sungai Tancak wilayah panasbumi Tiris (Dinas ESDM Jawa Timur, 2010).

Gambar 2.1 menunjukkan kegiatan pengukuran suhu dan konduktivitas termal pada saat kegiatan survei geologi bersama GFZ German pada salah satu mata air panas Tiris (Dinas ESDM Jawa Timur, 2010). Berdasarkan pada kondisi geologi dan karakteristik, mata air panas yang keluar di daerah tersebut diinterpretasikan sebagai *outflow* aliran air panas yang berasal dari lereng Gunung Argopuro.



**Gambar 2.2** Model tentatif panasbumi Tiris (Dinas ESDM Jawa Timur, 2010)

Secara morfologi seperti nampak pada gambar 2.2, daerah penelitian merupakan lembah antar Gunung Argopuro dan Gunung Lamongan. Gambar 2.2 belum dapat menunjukkan arah patahan dan reservoir panasbumi yang berada diantara Gunung Argopuro dan Gunung Lamongan. Model tentatif merupakan perkiraan awal dari survei geologi, untuk mana dibutuhkan studi geofisika untuk memastikan posisi sumber energi panas bumi Tiris (Dinas ESDM Jawa Timur, 2010).

## 2.2 Gaya antara Kutub Magnet

Gaya antara kutub magnet adalah gaya yang terjadi ketika terdapat dua buah kutub, dimana kedua kutub tersebut dipisahkan oleh suatu jarak. Dengan menggunakan analogi pada rumusan gravitasi, gaya antara kedua kutub magnet pada ruang hampa diberikan oleh persamaan 2.1 (Sleep dan Fujita, 1997).

$$\vec{F} = \frac{\mu_0 P_1 P_2}{4\pi r^2} \vec{r} \quad (2.1)$$

di mana:

$\vec{F}$  = gaya yang bekerja diantara kedua kutub magnet (Newton)

$P_1$  = kutub magnet pertama

$P_2$  = kutub magnet kedua

$\mu_0$  = permeabilitas medium yang melingkupi kedua kutub magnet apabila berada pada ruang hampa

$\vec{r}$  = jarak antara kedua kutub magnet (meter)

### a. Medan Magnet Bumi

#### 2.3.1 Medan Magnet Utama

Secara teoritis, medan magnet utama disebabkan oleh adanya sumber yang berada di dalam bumi oleh adanya magnetisasi permanen oleh arus listrik. Beberapa teori menyebutkan bahwa inti bumi tersusun dari besi dan nikel. Penyusun inti bumi adalah sumber magnetik yang merupakan dinamo dengan konduktivitas tinggi dan bergerak dengan mekanisme yang kompleks (Telford dkk, 1990).

Medan magnet utama timbul karena adanya arus listrik yang mengalir berputar di dalam inti yang membentang dari jari-jari 1.300 km hingga 1.500 km. Medan utama ini tidak konstan terhadap waktu dengan perubahannya relatif lamban. Penelitian mengenai sumber medan magnet utama bumi, yaitu sumber dari luar dan dalam bumi, pertamakali dilakukan oleh Gauss pada tahun 1838. Gauss menyimpulkan bahwa medan magnet utama bumi yang terukur dipermukaan bumi hampir seluruhnya disebabkan oleh sumber dari dalam bumi, sedangkan sumber dari luar bumi pengaruhnya sangat kecil (Blakely, 1995).

### 2.3.2 Medan Magnet Luar

Medan luar berhubungan dengan arus listrik yang mengalir pada lapisan terionisasi yang terletak diatas atmosfer. Perbedaan waktu untuk untuk medan ini lebih cepat daripada medan utama. Beberapa efek yang mempengaruhi medan magnetik luar adalah sebagai berikut : (Telford dkk, 1990)

- a) Perputaran berdurasi 11 tahun dan berkorelasi dengan aktivitas matahari.
- b) Variasi diurnal matahari mempunyai periode 24 jam, jangkau 30 nT dan berubah menurut garis lintang dan musim yang kemungkinan dipengaruhi oleh aksi matahari pada lapisan ionosfer.
- c) Mempunyai periode 25 jam (variasi diurnal bulan) dengan jangkau kira-kira 2 nT yang diasosiasikan dengan interaksi bulan ionosfer.
- d) Bersifat acak akibat adanya badai magnetik yang merupakan gangguan transient dengan amplitudo sebesar 1000 nT pada semua garis lintang.

### 2.3.3 Medan Magnetik Anomali

Medan magnet anomali sering juga disebut medan magnet lokal (*crustal field*). Medan ini terjadi di dekat permukaan kerak bumi dan merupakan penyebab perubahan dalam medan magnet utama. Medan magnet anomali biasanya jauh lebih kecil daripada medan utama serta relatif konstan terhadap waktu dan tempat. Perubahannya dapat dihubungkan dengan perubahan kandungan mineral magnetik dalam batu-batuan dekat permukaan. Kadang-kadang anomali ini cukup besar, hingga besar medan magnet dapat meningkat sampai dua kali lipat daripada medan utama lokal. Pada umumnya anomali lokal ini tidak menyebar pada daerah yang luas karena letak sumbernya tidak terlalu dalam seperti halnya massa sumber gravitasi dalam metode gravitasi. Karenanya anomali ini menjadi sasaran dari eksplorasi geofisika dengan metode magnetik (Telford,1990).

Dalam survei dengan metode magnetik yang menjadi target dari pengukuran adalah variasi medan magnetik yang terukur di permukaan (anomali magnetik). Secara garis besar anomali medan magnetik disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnetik induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan yang

besar terhadap magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetiknya serta berkaitan dengan peristiwa kemagnetan sebelumnya sehingga sangat rumit untuk diamati. Medan anomali yang diperoleh dari survei merupakan hasil gabungan medan magnetik remanen dan induksi. Bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya bertambah besar. Demikian pula sebaliknya. Dalam survei magnetik, efek medan remanen akan diabaikan apabila anomali medan magnetik kurang dari 25 % medan magnet utama bumi, persamaan 2.2 merupakan persamaan medan magnet total bumi : (Telford, 1990)

$$\vec{H}_T = \vec{H}_0 + \vec{H}_L + \vec{H}_A \quad (2.2)$$

di mana :

$\vec{H}_T$  = medan magnet total bumi (tesla)

$\vec{H}_0$  = medan magnet utama bumi (tesla)

$\vec{H}_L$  = medan magnet luar (tesla)

$\vec{H}_A$  = medan magnet anomali (tesla)

## b. Variasi Medan Magnet Bumi

Intensitas medan magnetik yang terukur di atas permukaan bumi senantiasa mengalami perubahan terhadap waktu. Perubahan medan magnetik ini dapat terjadi dalam waktu yang relatif singkat ataupun lama. Berdasarkan faktor-faktor penyebabnya perubahan medan magnetik bumi dapat terjadi antara lain : (Telford, 1990)

### 1. Variasi sekuler

Variasi sekuler adalah variasi medan bumi yang berasal dari variasi medan magnetik utama bumi, sebagai akibat dari perubahan posisi kutub magnetik bumi. Pengaruh variasi sekuler telah diantisipasi dengan cara memperbarui dan menetapkan nilai intensitas medan magnetik utama bumi yang dikenal dengan IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*) setiap lima tahun sekali.

### 2. Variasi harian

Variasi harian adalah variasi medan magnetik bumi yang sebagian besar bersumber dari medan magnet luar. Medan magnet luar berasal dari perputaran arus listrik di dalam

lapisan ionosfer sehingga menghasilkan fluktuasi arus yang dapat menjadi sumber medan magnet. Jangkauan variasi ini hingga mencapai 30 gamma (1 gamma =  $10^{-9}$  tesla) dengan periode 24 jam. Selain itu juga terdapat variasi yang amplitudonya berkisar 2 gamma dengan periode 25 jam.

### 3. Badai magnetik

Badai magnetik adalah gangguan yang bersifat sementara, terhadap medan magnetik bumi dengan, intensitas medan magnetik sekitar 1000 gamma. Meskipun periodanya acak tetapi kejadian ini sering muncul dalam interval sekitar 27 hari, yaitu suatu periode yang berhubungan dengan aktivitas *sunspot* (bintik matahari). Badai magnetik secara langsung dapat mengacaukan hasil pengamatan dalam metode magnetik.

### c. Permeabilitas Magnetik

Permeabilitas magnetik ( $\mu$ ) merupakan derajat magnetisasi material yang dapat merespon medan magnet linier dari luar. Dalam SI, satuan dari permeabilitas magnetik adalah henry per meter ( $H/m$ ) atau setara dengan newton per ampere kuadrat ( $N/A^2$ ). Jika berada pada ruang vakum (ruang hampa), maka digunakan  $\mu_0$  yang merupakan konstanta magnetik atau permeabilitas vakum yang memiliki nilai  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} N/A^2$ . Permeabilitas suatu batuan dapat diartikan sebagai kemudahan melewati fluks magnetik yang melalui batuan tersebut (Blakely, 1995).

### d. Suseptibilitas Magnetik

Tingkat kemagnetan suatu benda untuk dapat termagnetisasi disebut dengan suseptibilitas magnetik ( $k$ ). Persamaan yang menggambarkan hubungan suseptibilitas dengan medan magnetik dituliskan pada persamaan 2.3: (Telford dkk,1990)

$$\Delta H = k H \quad (2.3)$$

di mana:

$\Delta H$  = beda anomali medan magnet (tesla)

$H$  = medan magnet bumi =  $6 \times 10^{-5}$  tesla

$k$  = suseptibilitas magnetik

Permeabilitas adalah kemampuan suatu benda untuk melewati fluks yang melaluinya. Hubungan antara permeabilitas dan suseptibilitas dapat dilihat pada persamaan 2.4 (Telford dkk,1990).

$$\mu = 1 + k \quad (2.4)$$

di mana:

$\mu$  = permeabilitas magnetik

#### e. Metode Magnetik

Metode magnetik merupakan suatu metode yang didasarkan pada pengukuran anomali medan magnetik. Metode ini sering digunakan untuk melakukan pekerjaan eksplorasi. Metode magnetik dilakukan melalui pengukuran intensitas medan magnet bumi, dan dengan memanfaatkan sifat-sifat kemagnetan (kerentanan magnet) batuan. Karena sifat kemagnetan suatu batuan bergantung pada kandungan magnetiknya maka efektifitas metode ini bergantung pada kontras magnetik di bawah permukaan. Tujuan dari survei magnetik pada daerah panasbumi adalah untuk melokalisasi daerah anomali magnetik rendah. Anomali magnetik rendah diduga berkaitan erat dengan manifestasi panasbumi karena panas terlibat dalam alterasi hidrotermal. Di daerah panasbumi, larutan hidrotermal dapat menimbulkan perubahan sifat kemagnetan batuan, yaitu bahwa kemagnetan batuan akan turun atau hilang akibat panas yang ditimbulkan (Wahyudi, 2001).

Dalam pengukuran intensitas medan magnetik di lapangan akan tertangkap semua medan magnet yang dihasilkan oleh berbagai, yaitu :

- a. Medan magnet yang dihasilkan oleh sifat-sifat bumi secara keseluruhan
- b. Medan magnet yang dihasilkan oleh sumber-sumber di atas permukaan bumi

c. Medan magnet yang dihasilkan oleh ketidakhomogenan kerak bumi

Dari ketiga sumber medan magnet tersebut, medan magnet yang dihasilkan oleh ketidakhomogenan kerak bumi tersebut yang akan dicari. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi terhadap hasil pengukuran lapangan (Tim Geomagnet, 1990).

### 2.7.1 Koreksi Diurnal

Koreksi diurnal adalah koreksi terhadap penyimpangan intensitas medan magnet bumi yang disebabkan oleh adanya perbedaan waktu pengukuran dan efek sinar matahari dalam satu hari. Koreksi harian adalah koreksi yang dilakukan terhadap data magnetik terukur untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar.

Perhitungan dari koreksi diurnal ini dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.5 sebagai berikut (Tim Geomagnet, 1990):

$$H_D = \frac{(t_n - t_{aw})}{(t_{ak} - t_{aw})} (H_{ak} - H_{aw}) \quad (2.5)$$

di mana

$H_D$  = nilai medan magnet diurnal (Tesla)

$t_n$  = waktu pada titik n (sekon)

$t_{aw}$  = waktu awal (sekon)

$t_{ak}$  = waktu akhir (sekon)

$H_{ak}$  = nilai medan magnet di titik akhir di titik akhir (Tesla)

$H_{aw}$  = nilai medan magnet di titik awal (Tesla)

### 2.7.2 Koreksi IGRF

Koreksi IGRF adalah koreksi yang dilakukan terhadap data medan magnet terukur. Koreksi IGRF digunakan untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi, yang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.6 (Tim Geomagnet, 1990).

$$\Delta H = H_T - H_D - H_0 \quad (2.6)$$

di mana:

$\Delta H$  = beda anomali medan magnet (tesla)

$H_T$  = medan magnet total bumi (tesla)

$H_D$  = beda anomali medan magnet harian (tesla)

$H_0$  = medan magnet utama (tesla)

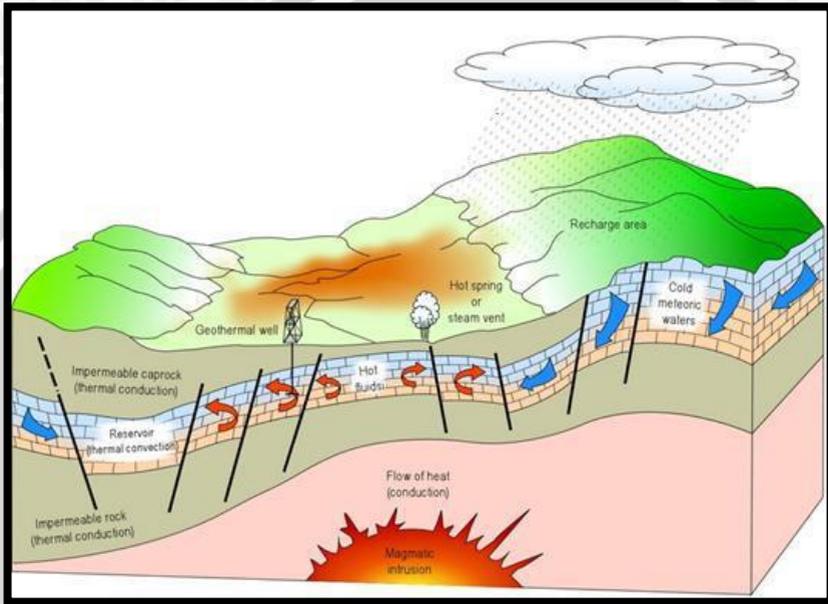
## 2.8 Reduksi ke Kutub

Reduksi ke kutub adalah salah satu filter pengolahan data magnetik untuk menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik. Fiter tersebut diperlukan karena sifat dipol anomali magnetik menyulitkan interpretasi data lapangan yang umumnya masih berpola asimetrik. Dalam pengolahan data magnetik, filter reduksi ke kutub kerap dipergunakan untuk membantu proses interpretasi. Filter reduksi ke kutub pada dasarnya mencoba untuk mengasumsikan anomali magnetik di suatu lokasi seolah di posisi kutub utara magnetik bumi. Reduksi ke kutub untuk mengubah nilai sudut inklinasi menjadi  $90^\circ$  dan sudut deklinasi menjadi 0 pada daerah penelitian (Baranov, 1957).

## 2.9 Panasbumi

Panasbumi adalah sumber energi panas yang terdapat di dalam kerak bumi. Panasbumi terkandung di air panas, uap air dan batuan. Sistem panasbumi mencakup sistem tata-air, proses pemanasan dan kondisi sistem dimana air yang terpanasi terkumpul seperti nampak pada Gambar 2.3. Sehingga untuk terjadinya sistem panasbumi harus dipenuhi persyaratan seperti tersedia air, batuan pemanas, batuan sarang dan batuan penutup. Air disini umumnya berasal dari air hujan atau air meteorik. Batuan pemanas berfungsi sebagai sumber pemanasan air. Panas yang ditimbulkan oleh pergerakan sesar aktif juga dapat berfungsi sebagai sumber panas, seperti yang terjadi pada sumber-sumber matair panas di sepanjang jalur sesar aktif. Batuan sarang berfungsi sebagai penampung air yang telah terpanasi, atau uap yang telah terbentuk. Batuan penutup berfungsi sebagai penutup kumpulan air panas atau uap sehingga tidak merembes ke luar. Syarat dari batuan penutup ini adalah sifatnya yang tidak mudah ditembus atau dilalui cairan. Batuan penutup dan batuan cadangan biasanya dibentuk oleh batuan hasil letusan gunung api seperti lava

dan piroklastik, tetapi di beberapa daerah panasbumi, tufa atau labu halus yang terlempungkan atau lapisan air tanah dapat pula berfungsi sebagai batuan penutup (Azwar dkk, 1988).



**Gambar 2.3** Skema sebuah sistem panasbumi yang ideal (Dickson dan Fanelli, 2004)

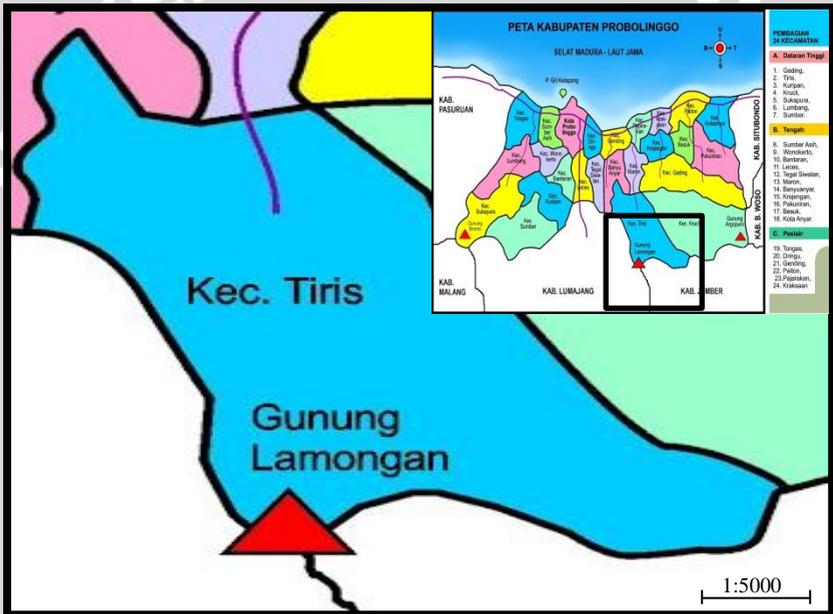
Manifestasi panas merupakan salah satu petunjuk adanya sumber daya panasbumi di bawah permukaan. Manifestasi panas ini terbentuk karena adanya aliran air panas dari bawah permukaan melalui rekahan-rekahan dan/atau pori batuan. Pada permukaan air terjadi penguapan yang disebabkan karena adanya perpindahan panas dari permukaan air ke atmosfer. Panas yang hilang ke atmosfer sebanding dengan luas area kolam, temperatur pada permukaan dan kecepatan angin (Saptadji, 2002).

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data dilaksanakan mulai tanggal 17 Februari 2013 sampai 19 Februari 2013. Tempat pengambilan data adalah di daerah panasbumi Tiris, Desa Ranu Segaran, Kecamatan Tiris, Kabupaten Probolinggo. Gambar 3.1 menunjukkan peta daerah penelitian.



Gambar 3.1 Peta daerah penelitian

#### 3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Satu set *Proton Precision Magnetometer* (PPM) (gambar 3.2) berfungsi untuk mengukur nilai intensitas medan magnetik.

2. *Ground Positioning System* (GPS) berfungsi untuk mengetahui posisi titik amat berupa koordinat litang, bujur dan ketinggian.
3. Kompas geologi berfungsi untuk mengetahui arah utara dari medan magnet bumi.
4. Jam berfungsi untuk mengetahui waktu.
5. Buku kerja untuk mencatat data- data penelitian.
6. Komputer yang dilengkapi dengan *software MapSource, Microsoft Office, Surfer 9, Geosoft, Mag2DC.*



**Gambar 3.2** Proton Precision Magnetometer (PPM)

### 3.3 Data Penelitian

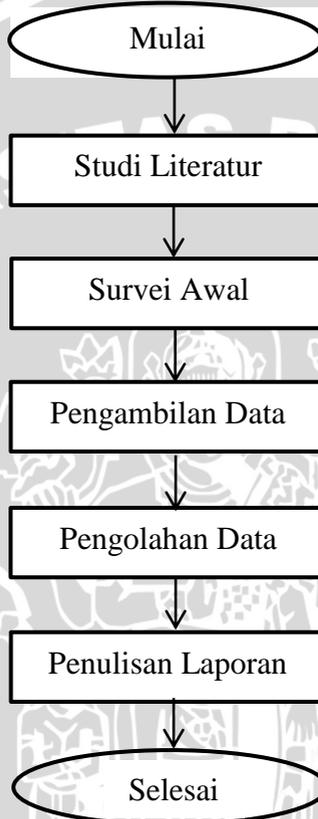
Data yang digunakan pada penelitian magnetik ini adalah data primer, yang merupakan hasil pengukuran langsung di lapangan..

Data primer tersebut antara lain:

1. Nilai medan magnetik pada setiap titik amat
2. Koordinat titik amat
3. Ketinggian titik amat
4. Waktu pengambilan data pada titik amat

### 3.4 Alur Penelitian

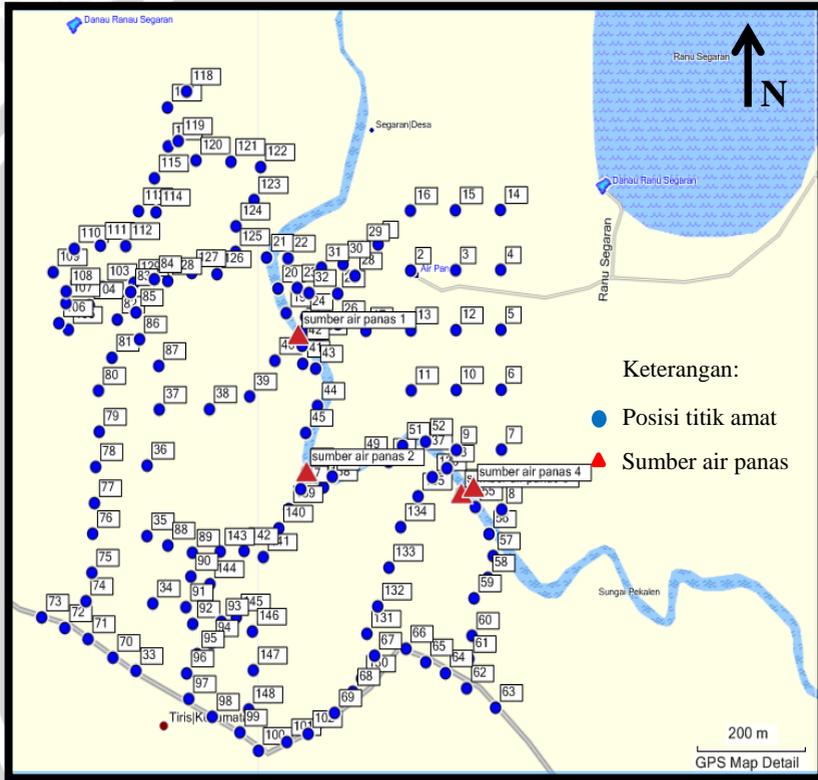
Alur penelitian disajikan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alur penelitian

### 3.5 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan metode *looping*. Luas daerah penelitian (1x1) km<sup>2</sup> dengan spasi pengukuran 50 meter. Dari pengambilan data diperoleh 148 titik amat. Gambar 3.4 menunjukkan posisi titik amat pengambilan data penelitian.

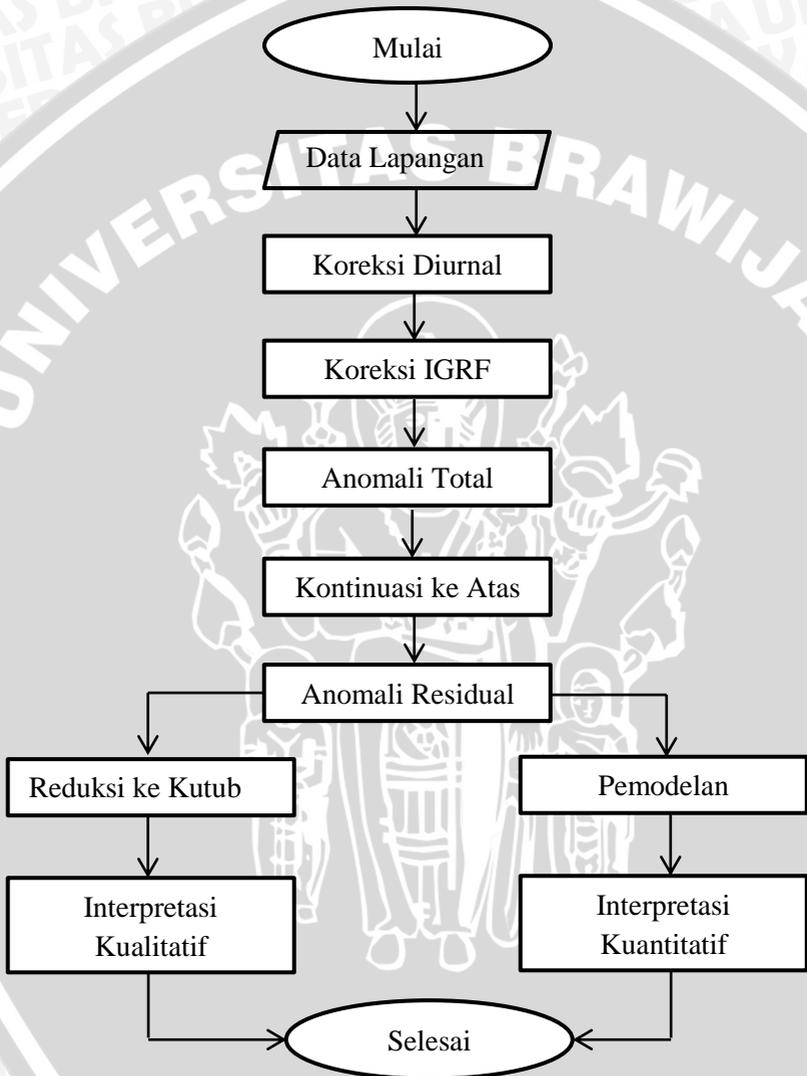


Gambar 3.4 Titik lokasi pengambilan data

### 3.6 Pengolahan Data

Data lapangan dikoreksi dengan koreksi diurnal dan koreksi IGRF. Hasil koreksi tersebut berupa anomali total. Nilai anomali total dikontinuasi keatas untuk memperoleh anomali residual. Selanjutnya, anomali residual direduksi ke kutub dan dimodelkan.

Reduksi ke kutub dilakukan untuk interpretasi kualitatif sedangkan pemodelan dilakukan untuk interpretasi kuantitatif. Gambar 3.5 menunjukkan alur pengolahan data.



**Gambar 3.5** Alur pengolahan data

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**



## BAB IV

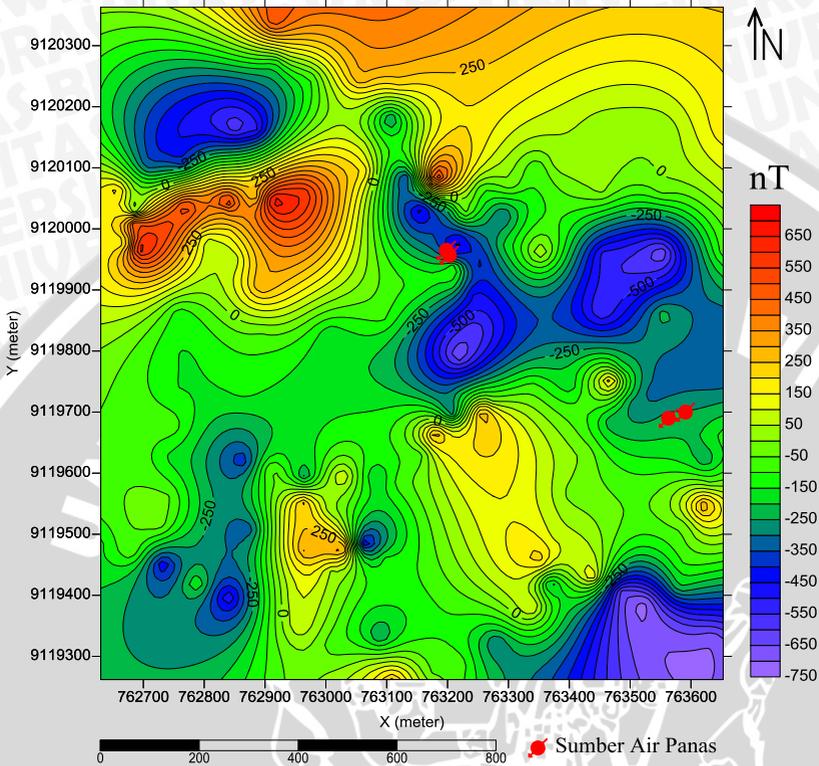
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengolahan Data

Hasil pengolahan data setelah dikoreksi diurnal, koreksi IGRF dan kontinuitas ke atas, dijelaskan pada paragraf-paragraf di bawah ini:

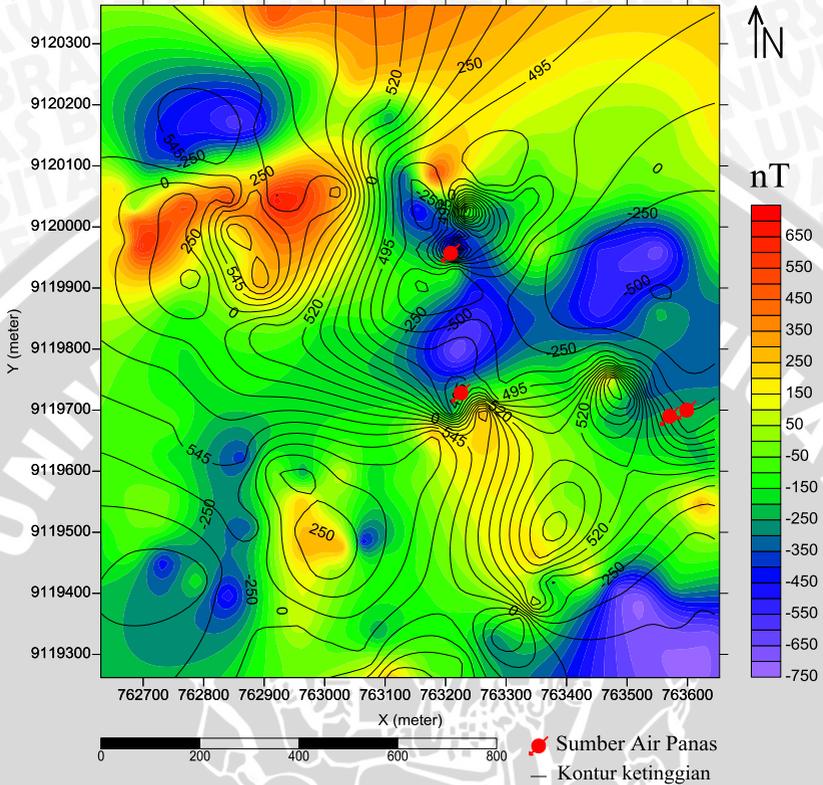
Koreksi diurnal adalah penyimpangan nilai medan magnetik bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek radiasi matahari. Waktu yang dimaksud harus mengacu pada waktu pengukuran data medan magnetik di setiap titik lokasi yang akan dikoreksi (Ismail, 2010). Koreksi diurnal bertujuan menghilangkan pengaruh dari medan magnetik luar. Nilai koreksi diurnal dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.5.

Nilai IGRF adalah nilai medan magnetik utama ( $H_0$ ). Pada saat dilakukan akuisisi data magnetik nilai tersebut ikut terukur. Oleh karena itu dilakukan koreksi IGRF. Koreksi IGRF dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.6. Dari data medan magnetik yang telah dikoreksi diurnal dan koreksi IGRF diperoleh nilai anomali magnetik total. Gambar 4.1 menunjukkan anomali magnetik total. Variasi nilai anomali magnetik total berkisar antara -750 nT sampai 650 nT. Skala warna merah menunjukkan nilai anomali magnetik yang tinggi dan warna biru menunjukkan nilai anomali magnetik yang rendah.



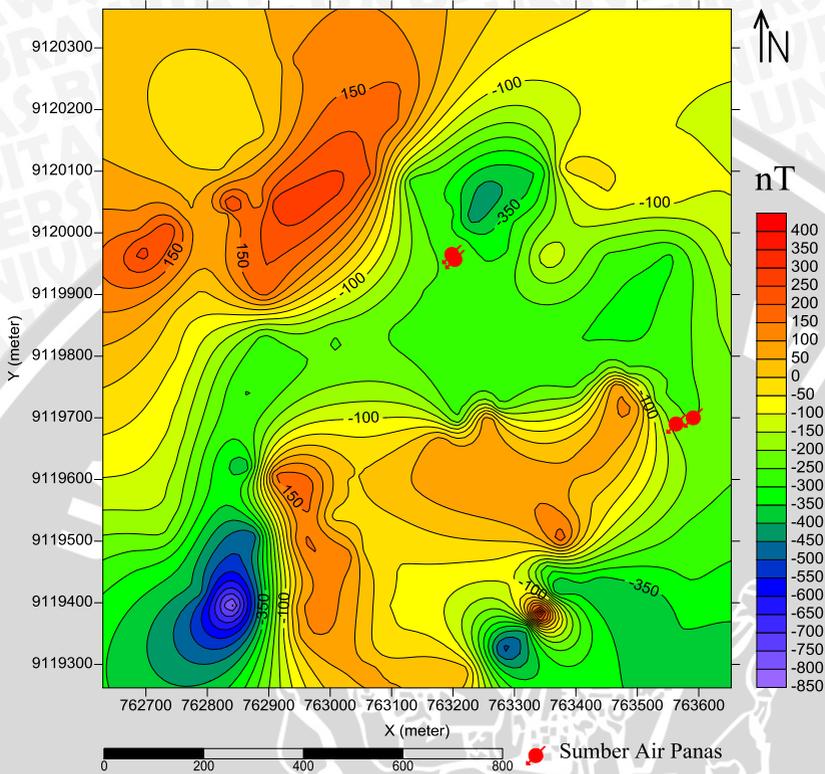
**Gambar 4.1** Kontur anomali magnetik total dengan interval kontur 100 nT

Anomali magnetik total merupakan gabungan antara anomali residual dengan anomali regional. Oleh karena itu, dilakukan kontinuitas keatas pada anomali magnetik total. Kontinuitas keatas untuk memisahkan anomali regional dan anomali residual. Proses kontinuitas keatas berfungsi sebagai filter tapis rendah, yaitu untuk menghilangkan efek magnetik lokal yang berasal dari berbagai sumber benda magnetik yang tersebar di permukaan topografi. Topografi pada daerah penelitian antara 502 mdpl sampai 530 mdpl. Gambar 4.2 menunjukkan kontur anomali magnetik total yang dikorelasikan dengan peta topografi daerah penelitian.



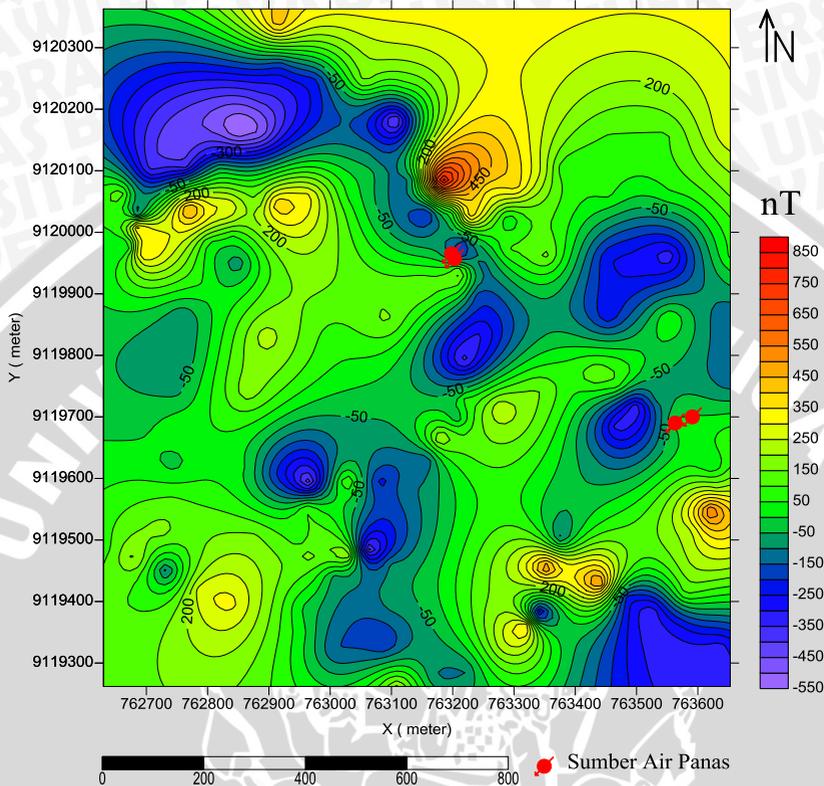
**Gambar 4.2** Korelasi kontur anomali magnetik total dengan topografi daerah penelitian

Kontinuasi keatas dilakukan pada ketinggian 250 mdpl. Kontinuasi pada ketinggian 250 mdpl menunjukkan kontur anomali regional sudah tidak berubah. Oleh karena itu, dipilih kontinuasi keatas pada ketinggian 250 mdpl. Gambar 4.3 menunjukkan kontur anomali magnetik regional yang dihasilkan dari proses kontinuasi ke atas. Variasi nilai anomali magnetik regional berkisar antara -850 nT sampai 400 nT.



**Gambar 4.3** Kontur anomali magnetik regional pada ketinggian 250 mdpl dengan interval kontur 50 nT

Nilai anomali magnetik regional digunakan untuk mencari nilai anomali magnetik residual. Hal tersebut dilakukan dengan cara mengurangkan nilai anomali magnetik total dengan anomali magnetik regional. Gambar 4.4 menunjukkan kontur anomali magnetik residual.



**Gambar 4.4** Kontur anomali magnetik residual pada ketinggian 250 mdpl dengan interval kontur 100 nT

Berdasarkan gambar 4.4 variasi nilai anomali magnetik residual berkisar antara -550 nT sampai 850 nT. Anomali magnetik residual yang bernilai negatif merupakan batuan yang bersifat non magnetik sedangkan anomali residual yang bernilai positif merupakan batuan yang bersifat magnetik. Bervariasinya nilai anomali magnetik tersebut dikarenakan ketidakteragaman material bawah permukaan pada daerah penelitian. Di daerah Tiris terdapat 4 manifestasi panasbumi. Tabel 4.1 menunjukkan nilai anomali residual manifestasi panasbumi Tiris.

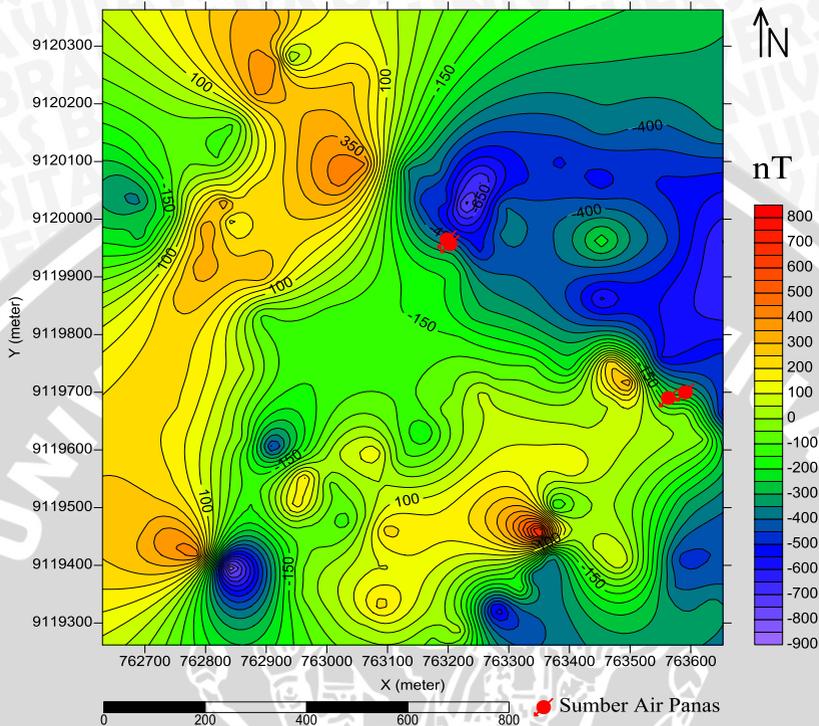
**Tabel 4.1** Informasi nilai anomali residual manifestasi panasbumi di Tiris

Manifestasi	Posisi (UTM)		Nilai anomali residual
	X	Y	
Sumber 1	763203	9119957	-164.46 nT
Sumber 2	763220	9119728	-30.65 nT
Sumber 3	763563	9119690	-49.04 nT
Sumber 4	763591	9119700	-51.02 nT

## 4.2 Interpretasi

### 4.2.1 Interpretasi Kualitatif

Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali magnetik residual yang direduksi ke kutub. Reduksi ke kutub adalah salah satu filter pengolahan data magnetik untuk menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik. Nilai sudut inklinasi dan deklinasi pada daerah penelitian ini adalah  $-33,3^\circ$  dan  $1,20^\circ$ . Dilakukannya reduksi ke kutub untuk mengubah nilai sudut inklinasi menjadi  $90^\circ$  dan sudut deklinasi menjadi 0 pada daerah penelitian. Gambar 4.5 menunjukkan kontur anomali magnetik reduksi ke kutub. Hasil reduksi ke kutub menunjukkan sumber anomali magnetik terlihat lebih jelas. Anomali rendah pada kontur reduksi ke kutub dikarenakan adanya demagnetisasi batuan.



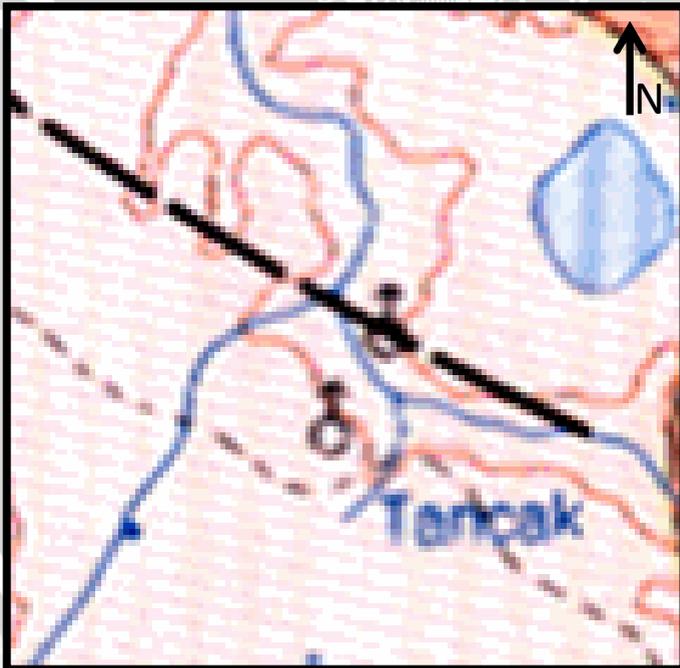
**Gambar 4.5** Kontur anomali magnetik reduksi ke kutub dengan interval kontur 100 nT

Menurut Nuha dan Novi (2012), nilai anomali magnetik dikelompokkan menjadi tiga kelompok anomali, yaitu anomali magnetik rendah, sedang dan tinggi. Anomali magnetik rendah bernilai kurang dari -300 nT. Anomali magnetik rendah ditafsirkan sebagai batuan vulkanik yang telah mengalami pelapukan tinggi (batuan breksi tufaan dan batuan tufa yang telah lapuk). Anomali magnetik sedang bernilai -300 nT sampai 300 nT. Anomali magnetik sedang ditafsirkan sebagai respon batuan vulkanik yang telah mengalami pelapukan seperti batuan batuan lava dan batuan andesit yang terlapukkan. Anomali magnetik tinggi bernilai lebih dari 300 nT. Anomali magnetik tinggi ditafsirkan sebagai defleksi dari batuan beku atau batuan vulkanik seperti batuan lava, andesit. Berdasarkan

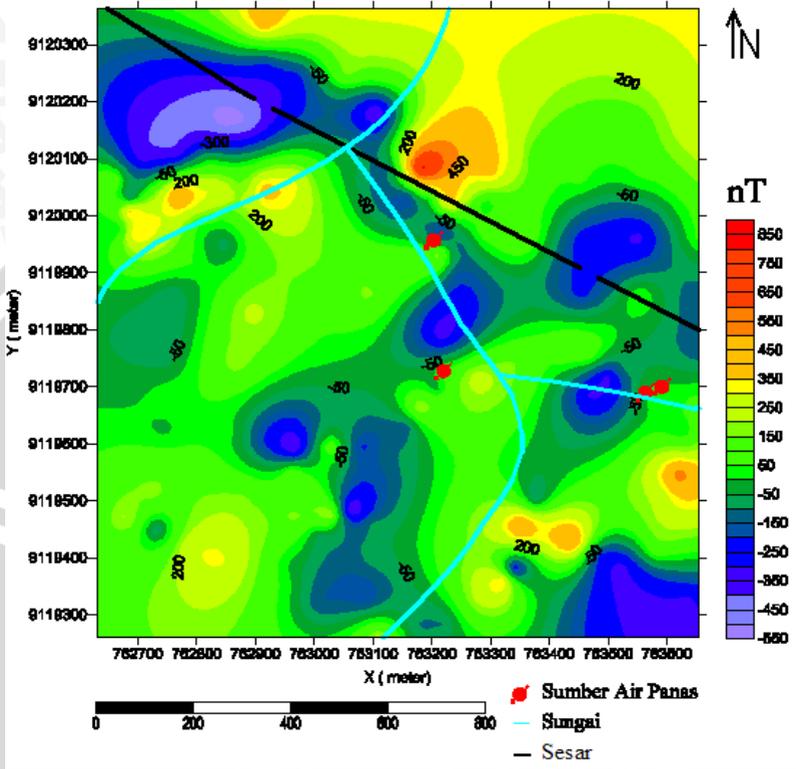
tiga kelompok anomali magnetik tersebut, daerah penelitian (gambar 4.5) didominasi oleh anomali magnetik rendah dan sedang.

#### 4.2.2 Interpretasi Kuantitatif

Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menganalisa model bawah permukaan. Interpretasi kuantitatif bertujuan untuk menentukan litologi daerah penelitian. Litologi dapat ditentukan dengan nilai susceptibilitas hasil pemodelan. Pemodelan dilakukan dengan *software Mag2DC*. Pemodelan dibuat berdasarkan informasi geologi daerah penelitian dan hasil interpretasi kualitatif. Gambar 4.6 menunjukkan peta geologi daerah penelitian. Berdasarkan informasi peta geologi diketahui bahwa daerah penelitian memiliki jenis batuan lava, tuf halus-lapili, lahar, dan breksi gunung api.



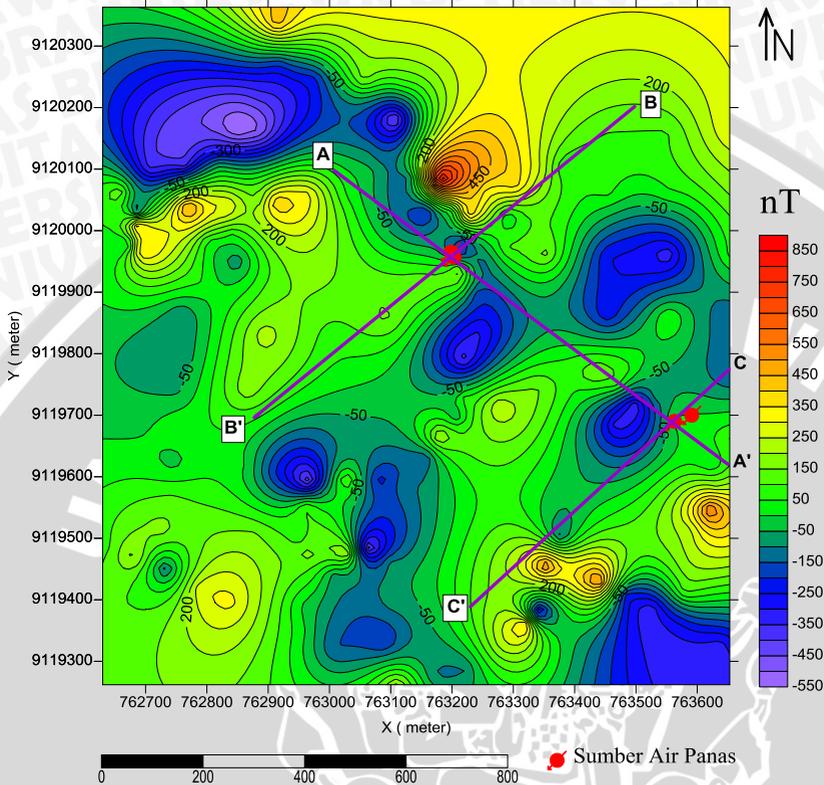
**Gambar 4.6** Peta geologi daerah penelitian



**Gambar 4.7** Korelasi kontur anomali magnetik residual dengan peta geologi daerah penelitian

Hasil korelasi kontur anomali magnetik residual dengan peta geologi (Gambar 4.7) menunjukkan adanya sesar di utara daerah penelitian. Sesar tersebut mengarah dari tenggara menuju barat laut.

Sayatan AA', BB' dan CC' disayat berdasarkan geologi daerah penelitian dan interpretasi kualitatif. Sayatan AA' melintang dari arah barat laut menuju tenggara melewati dua sumber air panas. Sayatan BB' dan CC' melintang dari arah timur laut menuju barat daya melewati satu sumber air panas. Gambar 4.8 menunjukkan sayatan AA', BB' dan CC'.



**Gambar 4.8** Sayatan AA', BB' dan CC' pada anomali residual

Model sayatan AA', BB' dan CC' dikerjakan dengan menggunakan *software Mag2DC*. Parameter yang digunakan pada *software Mag2DC* antara lain inklinasi, deklinasi dan nilai medan magnetik utama bumi (IGRF). Nilai inklinasi, deklinasi dan nilai medan magnetik utama bumi (IGRF) pada daerah penelitian adalah  $-33^{\circ} 3'$ ,  $1^{\circ} 20'$ ,  $44,915.50$  nT.

Pemodelan dilakukan dengan metode *trial and error* sehingga dalam pengerjaannya harus diiterasi sampai didapatkan ralat (*error*) terkecil. Perhitungan ralat model ini menurut (Sunaryo,2001) menggunakan persamaan 4.1 sebagai berikut :

$$R_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{XL_i - XM_i}{XL_i} \times 100\% \quad (4.1)$$

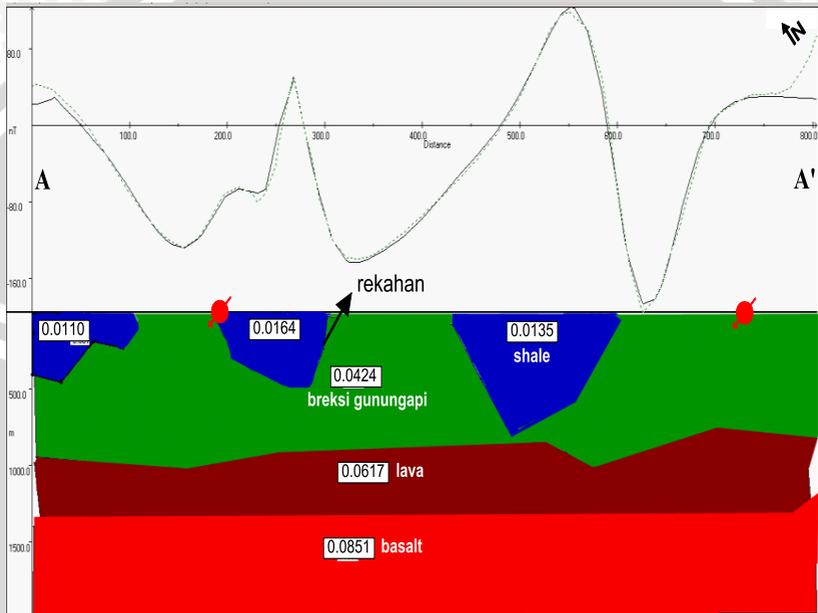
di mana:

$R_m$  = ralat rata-rata model terhadap data lapangan

$XL$  = data lapangan (terukur)

$XM$  = data model (terhitung)

$n$  = jumlah data

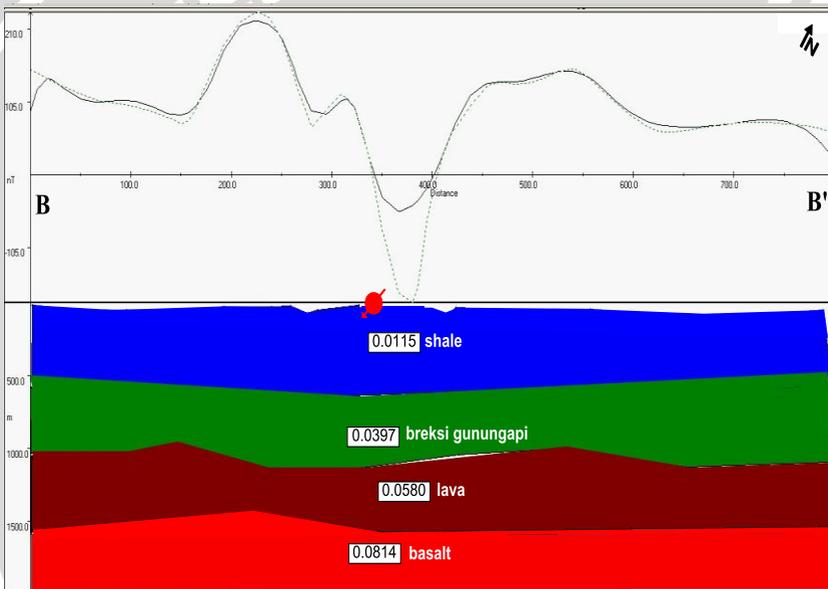


**Gambar 4.9** Model penampang melintang AA'

Gambar 4.9 menunjukkan model penampang melintang AA' dimana pada gambar tersebut terdapat sumbu x dan sumbu y. Sumbu x menunjukkan panjang sayatan. Sumbu y positif menunjukkan variasi nilai intensitas magnetik dan sumbu y negatif menunjukkan kedalaman. Model penampang melintang AA' (gambar 4.9) memiliki panjang 800 meter. Nilai intensitas magnetik model AA' yaitu -200 nT sampai 40 nT dan kedalamannya 2000 meter. Dari hasil pemodelan dapat ditentukan litologi batuan berdasarkan nilai suseptibilitas. Model penampang melintang AA' menunjukkan batuan *shale*, breksi gunungapi, lava dan basalt. Nilai suseptibilitas batuan pada model AA' ditunjukkan pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Nilai suseptibilitas batuan model AA'

Nama batuan	Nilai suseptibilitas
<i>Shale</i>	0.0110
	0.0164
	0.0135
Breksi gunungapi	0.0424
Lava	0.0617
Basalt	0.0815

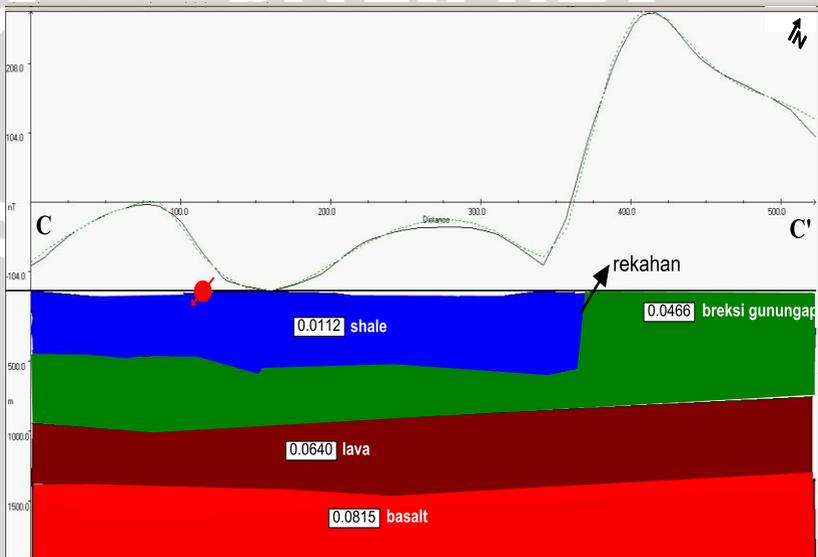


**Gambar 4.10** Model penampang melintang BB'

Gambar 4.10 menunjukkan model penampang BB'. Model penampang melintang BB' (gambar 4.10) memiliki panjang 800 meter. Nilai intensitas magnetik model BB' yaitu -107 nT sampai 111 nT dan kedalamannya yaitu 2000 meter. Berdasarkan gambar 4.10 dapat ditentukan litologi batuan pada model BB'. Model penampang melintang BB' menunjukkan batuan *shale*, breksi gunungapi, lava dan basalt. Nilai suseptibilitas batuan pada model BB' ditunjukkan pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Nilai suseptibilitas batuan model BB'

Nama batuan	Nilai suseptibilitas
<i>Shale</i>	0.0115
Breksi gunungapi	0.0397
Lava	0.0580
Basalt	0.0814



**Gambar 4.11** Model penampang melintang CC'

Gambar 4.11 menunjukkan model penampang melintang CC'. Model penampang melintang CC' (gambar 4.11) memiliki panjang 525 meter. Nilai intensitas magnetik model CC' yaitu -130 nT sampai 316 nT dan kedalamannya yaitu 2000 meter. Berdasarkan gambar 4.11 dapat diketahui litologi batuan pada model sayatan CC'. Hasil model penampang melintang CC' menunjukkan adanya batuan *shale*, breksi vulkanik, lava dan basalt. Nilai suseptibilitas batuan pada model CC' ditunjukkan pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Nilai suseptibilitas batuan model CC'

Nama batuan	Nilai suseptibilitas
<i>Shale</i>	0.0112
Breksi gunungapi	0.0466
Lava	0.0640
Basalt	0.0815

Model AA' dan CC' menunjukkan adanya rekahan. Rekahan tersebut diakibatkan adanya sesar yang disebabkan oleh aktivitas vulkanik Gunung Argopuro dan Gunung Lamongan . Munculnya manifestasi panasbumi Tiris dikarenakan adanya rekahan tersebut. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya. Menurut Yehuda (2012), munculnya sumber air panas yang terjadi dikontrol oleh patahan yang mengarah sepanjang barat laut – tenggara.

Litologi batuan daerah panasbumi Tiris berdasarkan model AA', BB' dan CC' antara lain shale, breksi vulkanik, lava dan basalt. Berdasarkan litologi batuan tersebut ditafsirkan batuan penutup dan batuan reservoir sistem panasbumi Tiris. Batuan penutup manifestasi panasbumi Tiris adalah batuan breksi gunungapi sedangkan reservoirnya adalah batuan basalt. Batuan breksi gunungapi memiliki porositas kecil dan tidak bersifat permeabel. Sehingga batuan ini sebagai penutup air panas. Batuan basalt memiliki porositas besar dan bersifat permeabel. Oleh karena itu batuan basalt berfungsi sebagai reservoir.

Perpindahan panas daerah penelitian terjadi secara konduksi dan konveksi. Secara konduksi, panas yang berasal dari magma merambat melalui batuan ke reservoir. Reservoir panas berupa batuan basalt yang berongga, sehingga air dapat menempati rongga-rongga pada batuan tersebut. Adanya kontak air dengan batuan secara koveksi menyebabkan air yang berada dalam batuan menjadi panas. Air panas yang berada di reservoir keluar karena tekanan yang tinggi dari dalam bumi dan melewati rekahan ke permukaan bumi sehingga muncul manifestasi panas.

### 4.3 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Daerah Songgoriti

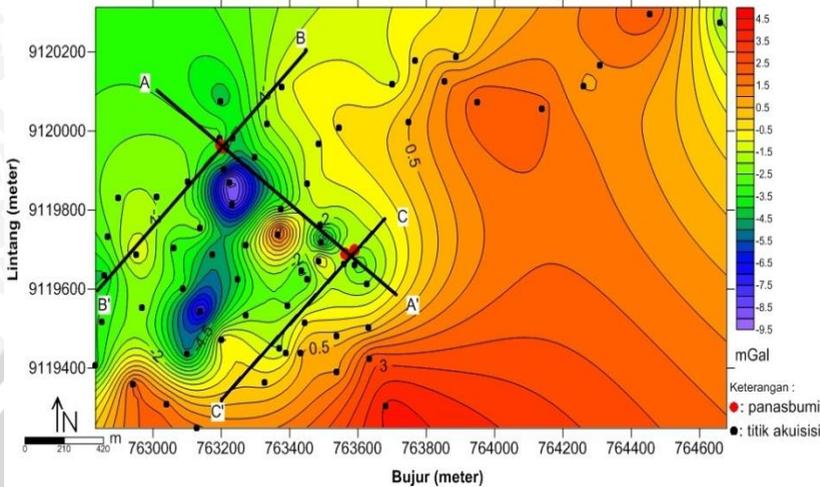
Hasil penelitian ini dibandingkan dengan hasil penelitian daerah Songgoriti karena anomali residual daerah Songgoriti mendekati anomali residual daerah Tiris. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui kesamaan litologi daerah Songgoriti dengan daerah Tiris. Tabel 4.5 menunjukkan perbandingan litologi daerah Songgoriti dengan Tiris. Berdasarkan uraian tabel 4.5 menunjukkan bahwa daerah panasbumi Songgoriti memiliki litologi yang hampir sama dengan daerah Tiris. Litologi batuan daerah Songgoriti yang sama dengan daerah Tiris antara lain batuan breksi gunungapi, lava, dan basalt.

**Tabel 4.5** Perbandingan daerah panasbumi Tiris dengan daerah lain

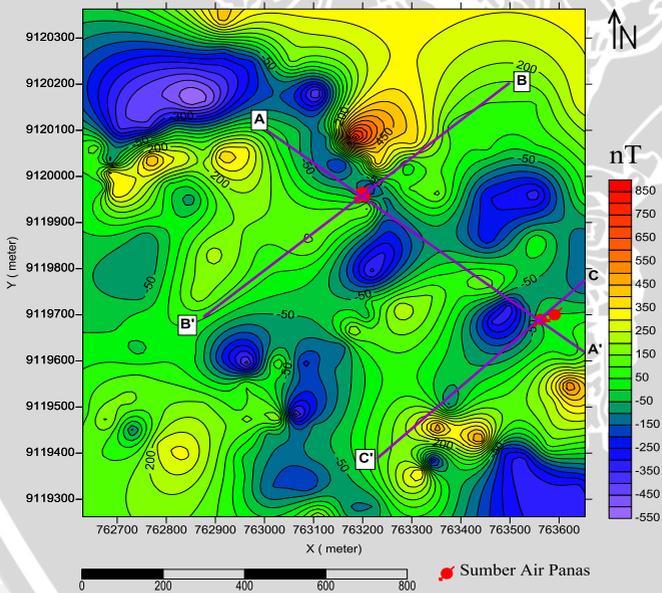
Nama Daerah Panasbumi	Nilai Anomali Residual	Litologi Batuan
Tiris, Kab. Probolinggo	-550 nT - 850 nT	Batuan <i>shale</i> , batuan breksi gunungapi, batuan lava dan batuan basalt
Songgoriti, Kota Batu (Nuha dan Novi, 2011)	-600 nT - 800 nT	Batuan tufa, batuan breksi gunungapi, batuan breksi tuffaan, batuan lava, batuan basalt, dan batuan andesit.

### 4.4 Perbandingan dengan Metode Gravity

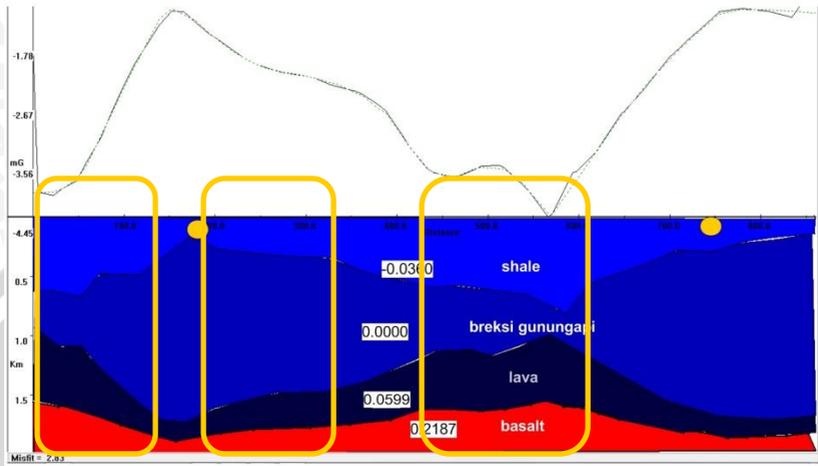
Di daerah panasbumi Tiris juga dilakukan penelitian dengan metode gravity. Oleh karena itu hasil penelitian ini dibandingkan dengan hasil metode gravity. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui kesamaan litologi. Gambar 4.12 menunjukkan sayatan metode gravity dan gambar 4.13 menunjukkan sayatan metode magnetik. Lintasan pada sayatan metode gravity dan metode magnetik memiliki panjang yang sama dan sayatan yang sama.



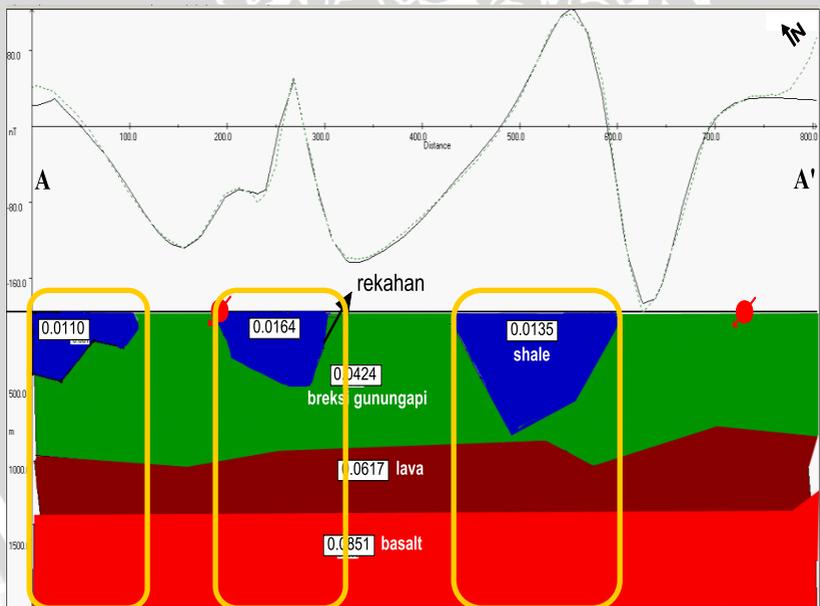
**Gambar 4.12** Sayatan penampang melintang AA', BB', dan CC' metode gravity (Astuti, 2013)



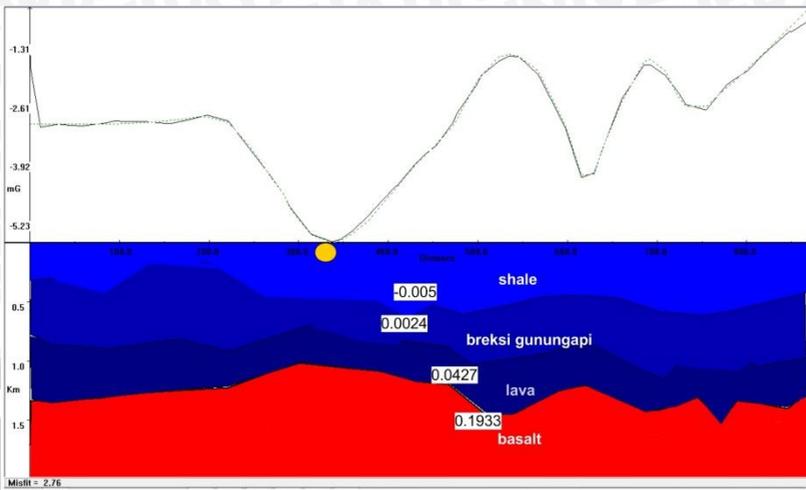
**Gambar 4.13** Sayatan AA', BB' dan CC' metode magnetik



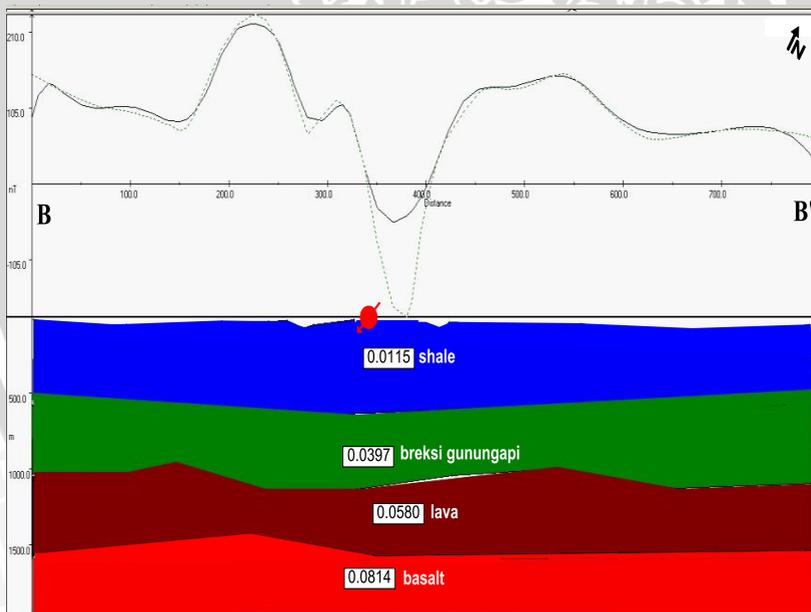
**Gambar 4.14** Model penampang melintang lintasan AA' metode gravity (Astuti, 2013)



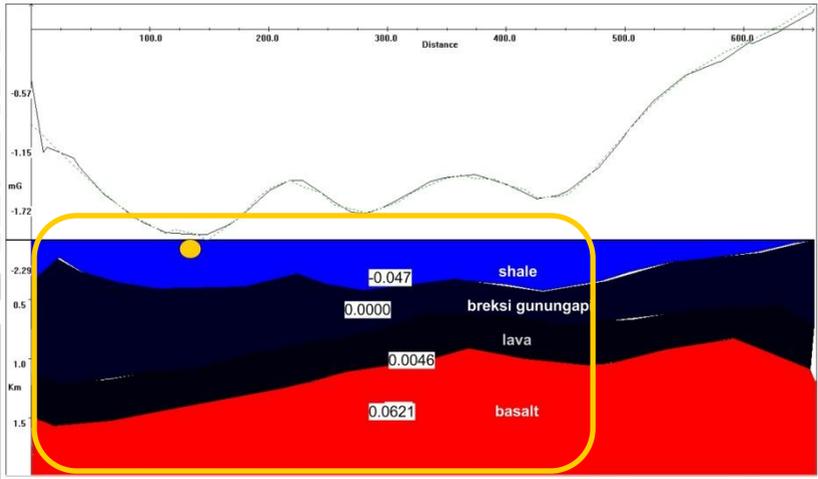
**Gambar 4.15** Model penampang melintang AA' metode magnetik



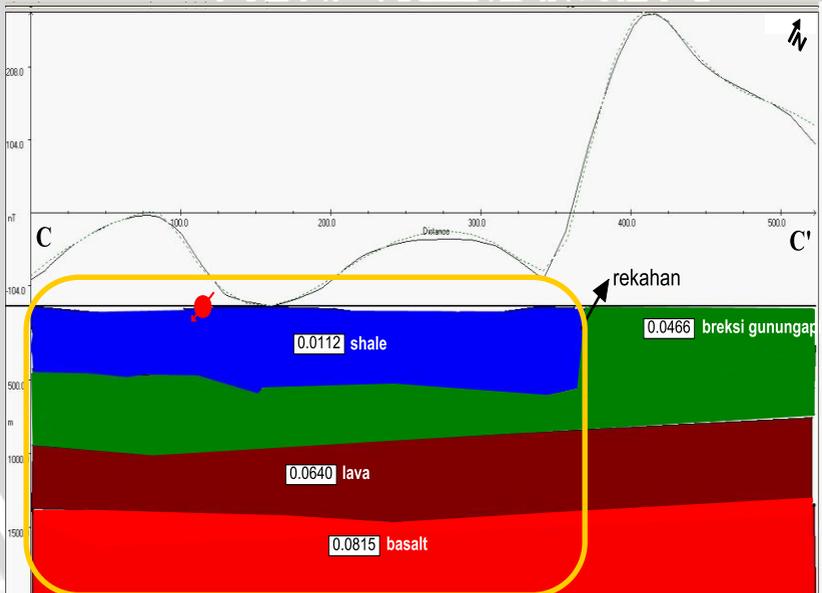
**Gambar 4.16** Model penampang melintang lintasan BB' metode gravity (Astuti, 2013)



**Gambar 4.17** Model penampang melintang BB' metode magnetik



**Gambar 4.18** Model penampang melintang lintasan CC' metode gravity (Astuti, 2013)



**Gambar 4.19** Model penampang melintang CC' metode magnetik

Gambar 4.14 menunjukkan model penampang melintang lintasan AA' dari metode gravity dan gambar 4.15 menunjukkan model penampang melintang AA' metode magnetik. Hasil perbandingan sayatan AA' dari metode gravity dengan metode magnetik menunjukkan litologi yang sama di beberapa lokasi. Kesamaan litologi tersebut ditunjukkan dengan tanda kotak warna kuning pada gambar 4.14 dan gambar 4.15. Hasil pemodelan sayatan BB' metode gravity dan metode magnetik ditunjukkan pada gambar 4.16 dan gambar 4.17. Perbandingan antara hasil dari model gravity dan dari model magnetik untuk sayatan BB' menunjukkan litologi yang sama. Pemodelan CC' metode gravity dan metode magnetik ditunjukkan pada gambar 4.18 dan gambar 4.19. Hasil perbandingan sayatan CC' metode gravity dengan metode magnetik menunjukkan litologi yang sama, yang ditunjukkan dengan kotak warna kuning pada gambar 4.18 dan gambar 4.19. Berdasarkan hasil perbandingan model gravity dengan magnetik sayatan AA', BB' dan CC' menunjukkan litologi yang sama. Sehingga, dari hasil perbandingan tersebut diperoleh informasi yang saling mendukung.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan interpretasi dari survei magnetik di Tiris – Probolinggo dapat disimpulkan bahwa:

- Nilai anomali total berkisar antara -750 nT sampai 650 nT.
- Nilai anomali regional berkisar antara -850 nT sampai 4000 nT.
- Nilai anomali residual berkisar antara -550 nT sampai 850 nT.
- Nilai anomali reduksi ke kutub berkisar antara -900 nT sampai 800 nT.
- Litologi bawah permukaan daerah Tiris didominasi oleh batuan *shale*, breksi gunungapi, lava dan basalt.

#### 5.2 Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dengan metode seismik agar dapat ditentukan volume reservoir. Selain itu juga diharapkan dilakukan pengukuran suhu agar dapat diketahui suhu pada reservoir panas.

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**



## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Tika Y. 2013. *Penerapan Metode Gayaberat Untuk Mengidentifikasi Struktur Bawah Permukaan Di Daerah Sumber Panasbumi Tiris Kabupaten Probolinggo Jawa Timur*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang (In Progress)
- Azwar, M., dkk. 1988. *Pengantar Dasar Ilmu Gunungapi*. Penerbit Nova. Bandung
- Baranov, V. 1957. *A New Method for Interpretation of Aeromagnetic Application*. Cambridge University Press. Cambridge
- Blakely, R. J. 1995. *Potential Theoy in Gravity and Magnetik Applications*. Cambridge University Press. Cambridge
- Dickson Mary H. dan Fanelli Mario. 2004. *What is Geothermal Energy?*. <http://iga.igg.cnr.it/index.php>. Tanggal akses 10 April 2013
- Dinas ESDM Jawa Timur, 2010, “Geologi dan Manifestasi Panas Bumi Di Daerah Tiris Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur”. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Timur.
- Nenny, Saptadji. 2012. *Energi Panasbumi di Indonesia*. ITB. Bandung
- Nurdiyanto S., Boko, Wahyudi, dan Imam Suyanto. 2004. *Analisis Data Magnetik Untuk Mengetahui Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Air Panas Di Lereng Utara Gunungapi Ungara*. [http://geothermal.ft.ugm.ac.id/wpcontent/uploads/2012/12/04\\_Analisis-Data-Magnetik-2004-Wahyudi-et-al.pdf](http://geothermal.ft.ugm.ac.id/wpcontent/uploads/2012/12/04_Analisis-Data-Magnetik-2004-Wahyudi-et-al.pdf). Tanggal akses : 13 Juli 2013
- Nurmayani, 2011. *Penelitian Geomagnetik di Daerah Panasbumi Bora Kecamatan Biromaru Kabupaten Sigi Biromaru Provinsi Sulawesi Tengah*. <http://haeranbessedalawati.blogspot.com/2011/07/penelitian-magnetik-panas-bumi-bora.html>. Tanggal akses : 13 Juli 2013
- Nuha, Dafiyy Y. U. dan Novi Avisena. 2012. *Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Daerah Sumber Panas Songgoriti Kota Batu Berdasarkan Data Geomagnetik*. UIN Maliki. Malang
- Tim geomagnet. 1990. *Survei Geomagnet*. ITB. Bandung
- Saptadji, N. M. 2002. *Teknik Panasbumi*. ITB. Bandung
- Sleep, N.H. dan Fujita K. 1997. *Principles of Geophysics*. Hamilton Printing Co. USA

- Sunaryo. 2001. *Tesis Pendugaan Struktur Kantong Magma Gunung Api Kelut Berdasarkan Surve Magnetik*. Tesis S2. UGM. Jogjakarta
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., dan Keys, D. A. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. New York
- Wahyudi. 2001. *Panduan Workshop Eksplorasi Geofisika, Teori dan Aplikasi Metode Magnetik*. Fakultas MIPA UGM. Yogyakarta
- Yehuda, P. M. 2012. *Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Sekitar Manifestasi Air Panas, Desa Segaran, Kec. Tiris, Kab. Probolinggo dengan Menggunakan Metode Magnetik*. Skripsi. ITS. Surabaya



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Akuisisi Data Penelitian



## Manifesatasi Panasbumi Tiris

