



**INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN *CINDER CONE*  
GUNUNG PARANG MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK**

**SKRIPSI**

Oleh:

**M. SHABIRIN  
NIM 111810201004**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN *CINDER CONE*  
GUNUNG PARANG MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh:

**M. SHABIRIN  
NIM 111810201004**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Samhadi dan Ibu Misnati yang telah mendo'akan dan mengabdikan seluruh hidupnya demi keempat anaknya serta pengorbanan dan semua curahan kasih sayang yang tiada henti;
2. Seluruh Guru di MI Al-Falah, MTs Al-Falah, MAN Bondowoso dan Dosen Tercinta Universitas Jember atas ilmu dan bimbingannya;
3. Almamater tercinta Fakultas MIPA Universitas Jember.

**MOTTO**

“Sesungguhnya bersama dengan kesulitan, ada kemudahan. Bersama dengan kesulitan ada kemudahan”  
(Al-Insyirah:6-7)\*

“Wahai orang-orang yang beriman mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan sholat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”  
(Al-Baqarah:153)\*

“Maka nikmat Tuhanmu yang mana yang kamu dustakan?”  
(Ar-Rahman:13)\*

---

\* Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. Al Qur'an dan Terjemahannya. Bandung: Syaamil Al-Qur'an.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Shabirin

NIM : 111810201004

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul ” Interpretasi Struktur Bawah Permukaan *Cinder Cone* Gunung Parang Menggunakan Metode Magnetik ” adalah benar-benar merupakan hasil karya bersama antara dosen pembimbing dan saya, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2015

Yang menyatakan,

M. Shabirin

NIM 111810201004

**SKRIPSI**

**INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN *CINDER CONE*  
GUNUNG PARANG MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK**

Oleh

**M. Shabirin**  
**NIM 111810201004**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Supriyadi, S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Interpretasi Struktur Bawah Permukaan *Cinder Cone* Gunung Parang Menggunakan Metode Magnetik” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari :  
Tanggal :  
Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua  
(Dosen Pembimbing Utama)

Sekretaris,  
(Dosen Pembimbing Anggota)

Nurul Priyantari, S.Si., M. Si.  
NIP. 19700327 199702 2 001

Supriyadi, S.Si., M. Si.  
NIP. 19820424 200604 1 003

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Edy Supriyantoi, S.Si., M. Si.  
NIP. 19671215 199802 1 001

Ir. Misto, M. Si.  
NIP. 19591121 199103 1 002

Mengesahkan

Dekan FMIPA Universitas Jember,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph. D.  
NIP 19610108 198602 1 001

## RINGKASAN

**Interpretasi Struktur Bawah Permukaan *Cinder Cone* Gunung Parang Menggunakan Metode Magnetik;** M. Shabirin, 111810201004; 40 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Gunung Lamongan yang terletak diantara kompleks Gunung Hyang dan kompleks Gunung Tengger merupakan gunungapi aktif, letusan terakhir diketahui pada abad ke-20. Gunung Lamongan memiliki sekitar 61 *cinder cone*. Salah satu *cinder cone* yang berada di kompleks Gunung Lamongan adalah Gunung Parang. Struktur bawah permukaan *cinder cone* Gunung Parang dapat diketahui dengan menggunakan metode geofisika, salah satunya adalah metode magnetik. Metode magnetik adalah metode yang sering digunakan dalam survei pendahuluan pada eksplorasi minyak bumi, gas bumi, dan penyelidikan batuan mineral. Alat yang digunakan dalam pengukuran metode magnetik yaitu *Proton Precession Magnetometer* berfungsi untuk mengukur intensitas medan magnet dan GPS berfungsi untuk menentukan posisi titik pengukuran. Tempat penelitian ini berada di daerah Gunung Parang dengan koordinat  $7.92^0$  LS sampai  $7.945^0$  LS dan  $113.295^0$  BT sampai  $113.335^0$  BT. Hasil pengukuran medan magnet kemudian diolah dengan menggunakan *software* pengolahan data magnetik untuk mendapatkan data kontur anomali medan magnet di daerah penelitian.. Hasil anomali medan magnet yang terukur kemudian dilakukan koreksi harian, koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*), transformasi reduksi ke kutub dan kontinuasi ke atas. Koreksi tersebut digunakan untuk menghilangkan pengaruh-pengaruh nilai anomali medan magnet yang terukur di daerah penelitian. Hasil penelitian menunjukkan di daerah penelitian didominasi oleh dua anomali, yaitu anomali medan magnet tinggi dengan nilai intensitas medan magnet 400 nT sampai 1200 nT serta anomali medan magnet rendah dengan nilai intensitas medan magnet -2200 nT sampai -1000 nT. Anomali medan magnet tinggi adalah anomali *cinder cone*, diduga batuan penyusun *cinder cone* sebagian besar

adalah batuan beku yang memiliki suseptibilitas yang tinggi. Berdasarkan anomali medan magnet tersebut dan didukung dengan peta geologi, di daerah *cinder cone* Gunung Parang tersusun oleh batuan lava, tufa halus-lapili serta lava andesit-basal. Kontur anomali *cinder cone* memiliki kontur yang rapat dan renggang. Kontur rapat menunjukkan bahwa benda penyebab anomali berada di dekat permukaan sedangkan kontur renggang menunjukkan benda penyebab anomali berada jauh di bawah permukaan. Anomali medan magnet rendah merupakan daerah Ranu Gunung Parang yang mendominasi daerah penelitian. Hal ini dimungkinkan karena daerah ini hampir seluruhnya didominasi oleh batuan yang memiliki nilai suseptibilitas yang sangat kecil. Batuan yang memiliki nilai suseptibilitas sangat kecil adalah batuan sedimen. Anomali negatif pada daerah Ranu Gunung Parang memiliki kontur yang renggang. Hal ini menunjukkan bahwa benda penyebab anomali berada jauh di bawah permukaan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Cinder Cone Gunung Parang Menggunakan Metode Magnetik*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas MIPA Universitas Jember.

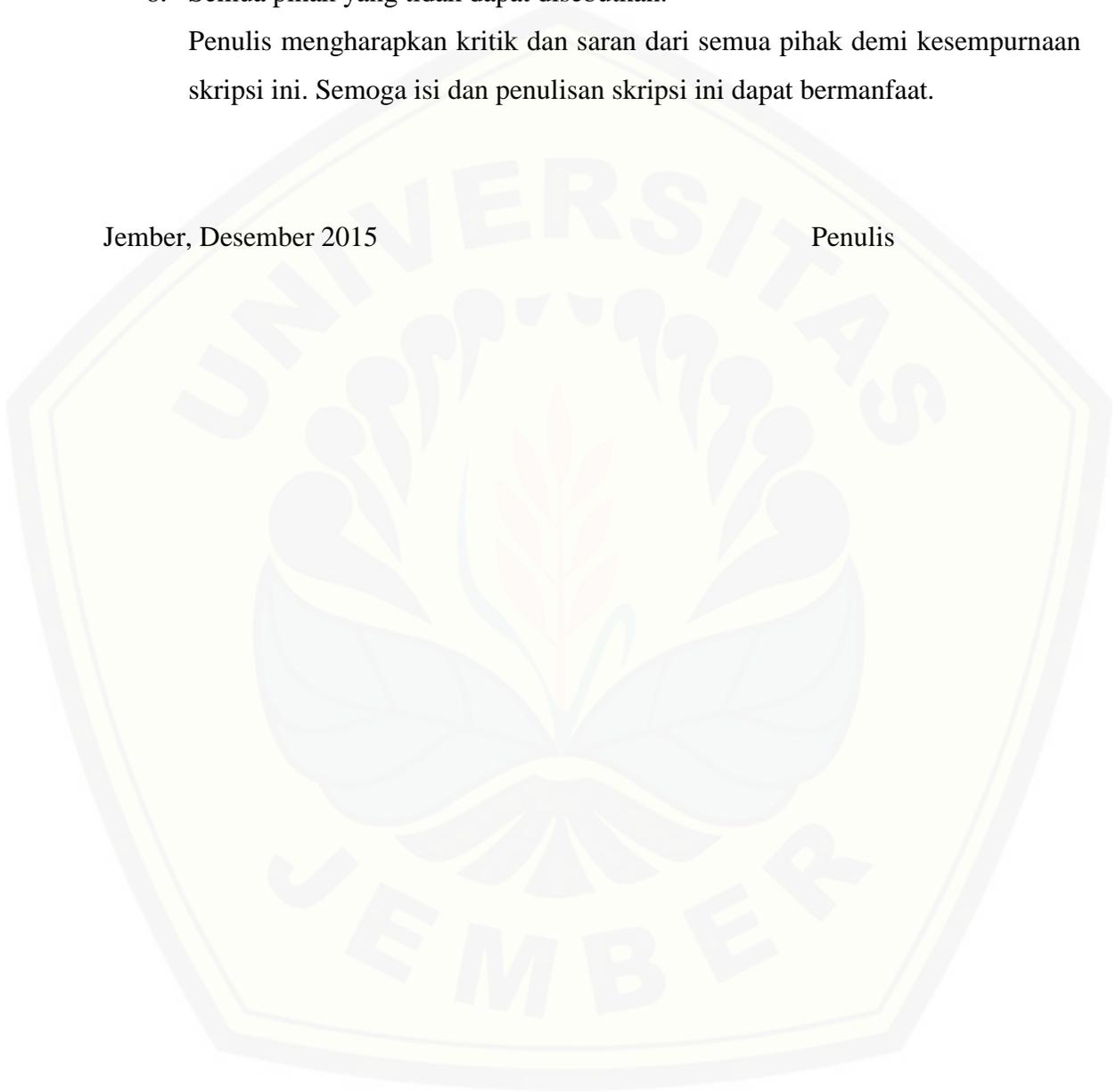
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Nurul Priyantari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Bapak Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA), yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam membantu dan membimbing penulis dari awal sampai terselesaikannya skripsi ini;
2. Bapak Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si., selaku penguji I serta Bapak Ir. Misto, M.Si., selaku dosen penguji II dan Dosen Pembimbing Akademik (DPA) yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam membantu dan membimbing penulis dari awal sampai terselesaikannya skripsi ini;
3. Bapak Agus Suprianto, S.Si., MT yang telah membimbing kami selama berada di lingkungan kampus dan di daerah penelitian.
4. Tim Penelitian Geofisika Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta dan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim (UIN) Malang atas kerjasama dan bantuan selama penelitian di daerah Gunung Lamongan;
5. Towok, Cecep, Ninik, Galuh, Arum, Rizal Alquderi, Umi Mar'atus S, Achmad Junaidi, Dedi Fahrizal, Hamdaturrasikin, Evi R, Maike F, serta sahabat GP'11 atas semangat, kerjasama dan persahabatan selama kuliah di Jurusan Fisika Fakultas MIPA;
6. Mawaddah, Saifur Rizal, dan Istibsara yang selalu memberikan kasih sayang dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi dengan cepat.

7. Seluruh Saudara PALAPA yang tidak dapat disebutkan semua yang selalu memberikan rasa sayang, cinta kasih, doa dan semangat kepada penulis;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan.  
Penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga isi dan penulisan skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Desember 2015

Penulis



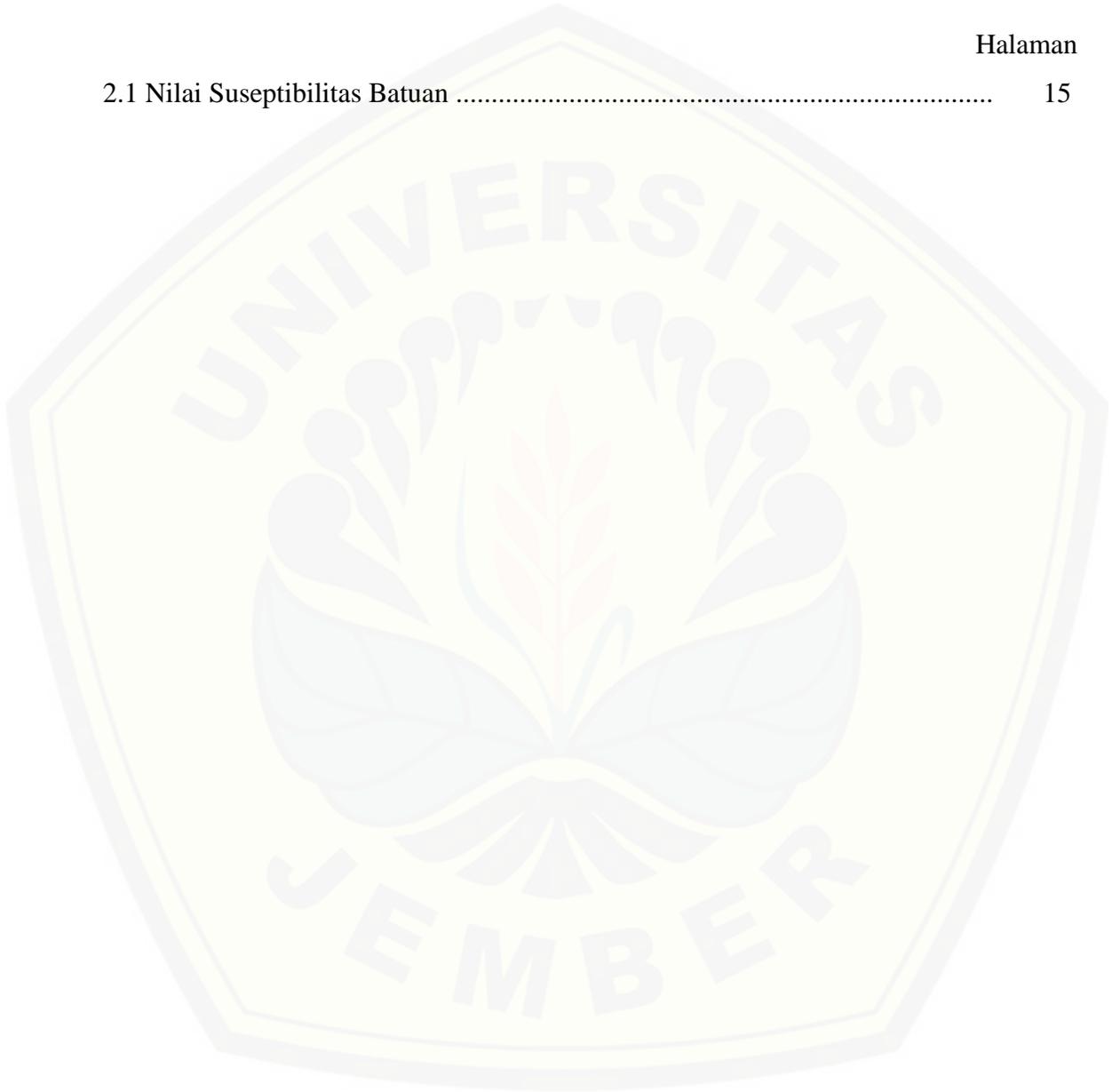
**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Gunungapi Indonesia</b> .....	5
2.1.1 Tipe Gunungapi .....	6
<b>2.2 Gunung Lamongan</b> .....	7
<b>2.3 Cinder Cone</b> .....	8
<b>2.4 Metode Magnetik</b> .....	9
2.4.1 Gaya Magnetik .....	9

2.4.2 Medan Magnetik .....	10
2.4.3 Momen Magnetik .....	10
2.4.4 Intensitas Magnetik .....	10
2.4.5 Medan Magnetik Induksi dan Magnetik Total .....	11
<b>2.5 Suseptibilitas Batuan</b> .....	13
2.5.1 Diamagnetik .....	13
2.5.2 Paramagnetik.....	13
2.5.3 Ferromagnetik .....	13
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	16
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	16
<b>3.2 Alat Penelitian</b> .....	17
<b>3.3 Diagram kerja Penelitian</b> .....	20
<b>3.4 Akuisisi Data</b> .....	21
<b>3.5 Pengolahan Data</b> .....	22
3.5.1 Koreksi Harian ( <i>Diurnal Correction</i> ) .....	22
3.5.2 Koreksi IGRF ( <i>International Geomagnetic Reference Field</i> ).....	23
3.5.3 Reduksi ke Kutub ( <i>Reduction to Pole</i> ).....	24
3.5.4 Kontinuasi ke Atas ( <i>Upward Continuation</i> ) .....	24
<b>3.5 Interpretasi Data</b> .....	25
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	26
<b>4.1 Hasil</b> .....	26
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	34
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	40
<b>LAMPIRAN A</b> .....	41
<b>LAMPIRAN B</b> .....	44
<b>LAMPIRAN C</b> .....	46

**DAFTAR TABEL**

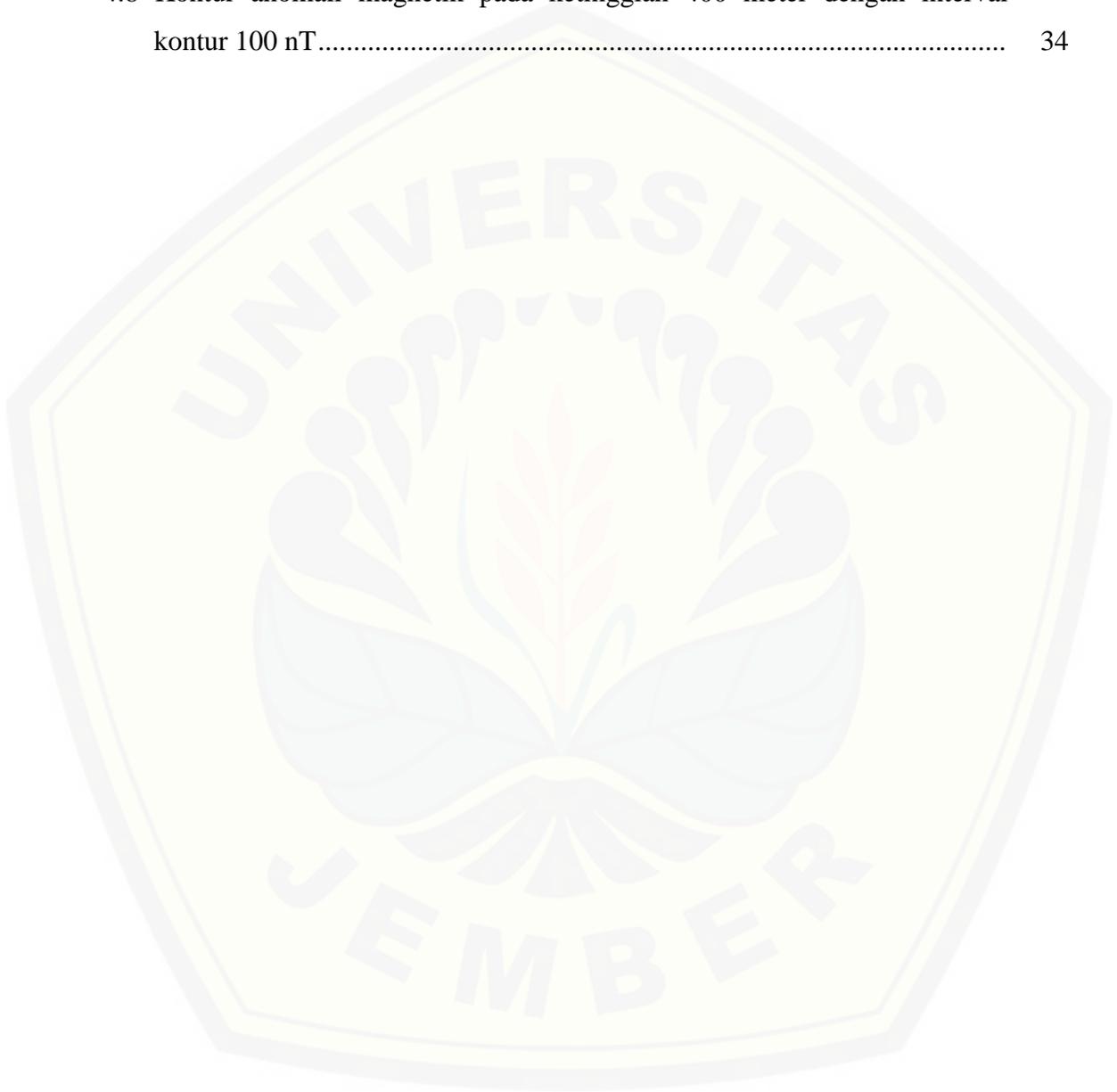
	Halaman
2.1 Nilai Suseptibilitas Batuan .....	15



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Induksi magnetik pada bahan magnetik.....	11
2.2 Total anomali medan magnet dihasilkan dari <i>body</i> lokal magnet.....	12
2.3 Arah polarisasi ferromagnetik.....	13
2.4 Arah polarisasi antiferromagnetik.....	14
2.5 Arah polarisasi ferrimagnetik.....	14
3.1 Peta lokasi Penelitian Gunung Parang Desa Alun-alun, Lumajang .....	16
3.2 Lokasi Penelitian Gunung Parang Desa Alun-alun, Ranuyoso, Lumajang ....	17
3.3 <i>Proton Precession Magnetometer</i> .....	19
a. <i>Base Station</i> .....	19
b. <i>Rover</i> .....	19
3.4 GPS Garmin .....	19
3.5 Diagram kerja penelitian.....	20
3.6 Peta titik pengambilan data menggunakan teknik <i>random</i> .....	21
4.1 Peta kontur data anomali magnetik total di daerah Gunung Parang .....	26
4.2 Peta kontur data anomali magnetik di daerah <i>Cinder Cone</i> Gunung Parang..	27
4.3 Hasil reduksi ke kutub peta kontur data anomali magnetik di daerah Gunung Parang.....	29
4.4 Kontur anomali magnetik pada ketinggian 50 meter dengan interval kontur 200 nT .....	30
4.5 Kontur anomali magnetik pada ketinggian 100 meter dengan interval kontur 200 nT.....	31
4.6 Kontur anomali magnetik pada ketinggian 150 meter dengan interval kontur 200 nT.....	32

4.7 Kontur anomali magnetik pada ketinggian 250 meter dengan interval kontur 100 nT.....	33
4.8 Kontur anomali magnetik pada ketinggian 400 meter dengan interval kontur 100 nT.....	34



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk negara yang wilayahnya berada di daerah sekitar khatulistiwa sehingga dikenal sebagai daerah tropis, yakni daerah yang disinari sinar matahari hampir sepanjang tahun. Di daerah tropis ini, Indonesia memiliki bentang alam yaitu pegunungan, hutan, lautan, dan perbukitan yang tersebar di seluruh wilayahnya (Nandi, 2006). Indonesia merupakan salah satu negara yang terdiri dari banyak gunungapi, disamping Jepang, New Zealand, Italia, Hawaii dan Filipina (Munir, 1996).

Gunung Lamongan yang terletak di Kabupaten Lumajang dan Kabupaten Probolinggo merupakan gunung yang berada diantara kompleks Gunung Hyang dan kompleks Gunung Tengger merupakan gunungapi aktif, letusan terakhir diketahui pada abad ke-20 (Fitria, 2012). Gunung Lamongan berjenis gunungapi tipe A, yang berarti pernah tercatat terjadi erupsi setelah tahun 1600M. Aktivitas letusan vulkanik terakhir tercatat pada tahun 1898 (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012). Gunung Lamongan merupakan sebuah gunungapi yang cukup terkenal karena karakteristiknya yang dikelilingi oleh banyak maar, baik maar kering (*dry maar*) maupun yang telah terisi air dan menjadi danau (*water-filled maar*). Gunung Lamongan, atau biasa disebut *Lamongan Volcanic Field (LVF)* memiliki sekitar 61 *cinder cone* (kerucut sinder) dan 29 maar (Carn, 2000).

Gunung Parang merupakan gunung yang terletak di Desa Alun-alun dan merupakan bagian dari kompleks Gunung Lamongan. Gunung Parang mempunyai maar yang cukup lebar, dulu maar tersebut pernah terisi air dan warga sekitar menyebutnya Ranu Gunung Parang. Akan tetapi, pada saat ini Ranu Gunung Parang telah kering. Gunung Parang diduga merupakan salah satu *cinder cone* Gunung

Lamongan, karena dilihat dari jenis batuan yang terdapat di daerah tersebut hampir sama dengan yang ada di sekitar Gunung Lamongan.

*Cinder cone* merupakan gunungapi yang abu dan pecahan kecil batuan vulkanik menyebar di sekelilingnya. Sebagian besar *cinder cone* membentuk mangkuk di puncaknya dan jarang, yang tingginya lebih dari 500 meter dari tanah (Nandi, 2006). *Cinder cone* terbentuk karena letusan strombolian. Proses terbentuknya kerucut yang utama adalah salah satu dari pengendapan dan tumpukan balistik, dengan beberapa jatuhan butiran halus yang terbawa oleh angin (McGetchin dan Settle, 1974).

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 panas bumi, dan pencarian prospek benda-benda arkeologi. Target pengukuran metode magnetik yaitu medan magnetik. Medan magnetik yang terukur dipermukaan bumi dihasilkan dari batuan yang mengandung mineral bermagnet di kerak bumi (Nenny, 2012).

Penelitian menggunakan metode magnetik ini telah dilakukan oleh Indratmoko (2010) di daerah Kretek, Sanden, Pundong Kabupaten Bantul dan sekitar Panggang, Kabupaten Gunung Kidul D.I. Yogyakarta yang membahas tentang interpretasi bawah permukaan untuk mengetahui manifestasi panas bumi. Penelitian dengan menggunakan metode magnetik dilakukan oleh Musafak dan Satosa (tanpa tahun) yang membahas tentang struktur bawah permukaan Gunung Kelud yang dilakukan di sekitar gunung Kelud Kabupaten Kediri. Fernania dkk (tanpa tahun) juga menggunakan metode magnetik untuk mengidentifikasi litologi daerah panas bumi di Tiris Probolinggo. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, penelitian tentang interpretasi struktur bawah permukaan *cinder cone* Gunung Parang masih belum pernah dilakukan. Penulis merasa perlu melakukan penelitian ini untuk mendapatkan informasi struktur bawah permukaan di daerah tersebut.

Berdasarkan pada permasalahan yang telah dipaparkan di atas, penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian tentang interpretasi struktur bawah permukaan *cinder cone* (kerucut sinder) Gunung Parang dengan menggunakan Metode Magnetik. Dengan mengetahui anomali magnetik dari sifat fisik batuan dapat membantu menginterpretasikan struktur bawah permukaan Gunung Parang.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil interpretasi struktur bawah permukaan *cinder cone* Gunung Parang menggunakan metode magnetik?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. *Cinder cone* ditinjau dari sifat magnetik batuan bawah permukaan di daerah penelitian.
2. Koreksi data yang digunakan yaitu koreksi harian (*diurnal*) dan koreksi *International Geomagnetic Rich Field* (IGRF) sedangkan pengolahan datanya menggunakan *Software* geofisika.

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginterpretasikan struktur bawah permukaan *cinder cone* Gunung Parang lereng barat Gunung Lamongan dengan menggunakan metode magnetik.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi geologi tentang *cinder cone* Gunung Parang yang terletak di kompleks Gunung Lamongan.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gunungapi Indonesia

Koesoemadinata (1977) menyatakan bahwa gunungapi adalah lubang atau saluran yang menghubungkan suatu wadah berisi bahan yang disebut magma. Suatu ketika bahan tersebut ditempatkan melalui saluran bumi dan sering terhimpun di sekelilingnya sehingga membangun suatu kerucut yang dinamakan kerucut gunungapi. Alzwar (1988) menyatakan bahwa gunungapi merupakan bentuk timbunan dipermukaan bumi yang dibangun dari timbunan rempah gunungapi, dapat diartikan sebagai jenis atau kegiatan magma yang sedang berlangsung atau merupakan tempat munculnya bebatuan leleran dan rempah lepas gunungapi yang keluar dari dalam bumi.

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng utama pembentuk kerak bumi yaitu Lempeng Eurasia yang bergerak ke arah tenggara, Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah utara serta Lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat. Akibat dari pertemuan lempeng tersebut mengakibatkan kepulauan Indonesia sangat rawan terhadap bencana alam baik itu bencana alam vulkanik maupun tektonik yang selain banyak mengakibatkan kerugian juga menganugerahkan kesuburan tanah serta kekayaan akan mineral barang tambang (Zakaria, 2008).

Menurut Koesoemadinata (1979) akibat benturan ketiga lempeng itu, di Indonesia terdapat 129 buah gunungapi atau kurang lebih 13% dari jumlah gunungapi di seluruh dunia yang tersebar memanjang dari Aceh sampai Sulawesi Utara melalui Pegunungan Bukit Barisan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan Maluku. Gunungapi tersebut terbagi atas 3 golongan yang berdasarkan tingkat aktivitasnya, yaitu :

1. Golongan A, gunungapi yang pernah meletus atau memperlihatkan kenaikan aktivitas magmatik dihitung sejak tahun 1600, jumlahnya 76.

2. Golongan B, gunungapi yang memperlihatkan aktivitas fumarola tetapi sejak tahun 1600 tidak meletus, jumlahnya 29.
3. Golongan C, lapangan solfatar atau fumarola tetapi tidak memperlihatkan bentuk gunung api, jumlahnya 24.

Pulau Jawa yang hanya 7% dari seluruh daratan Indonesia serta jumlah penduduknya yang padat yaitu sekitar 70% dari seluruh jumlah penduduk Indonesia memiliki 35 gunung api, maka potensi tingkat bahaya letusan gunung api di Pulau Jawa sangatlah besar (Zakaria, 2008).

### 2.1.1 Tipe Gunungapi

Gunungapi memiliki perbedaan bentuk dan ukuran, ini tergantung dari isi magma, tipe erupsinya, dan seberapa sering terjadi erupsi.

#### a. *Stratovolkano*

*Stratovolkano* sering disebut juga *composite volcanoes*, tipe yang kebanyakan orang mengenalnya sebagai gunungapi. Tinggi puncaknya mencapai beberapa ratus meter dari daerah sekelilingnya, mendominasi sebagai *landscape* visual di daerah tersebut. Secara tidak langsung, *stratovolkano* terbentuk dari beberapa lapisan aliran lava kental dan material erupsi lainnya. Kebanyakan *stratovolkano* memiliki bentuk struktur begitu kompleks yang dikarenakan oleh erupsi yang berulang-ulang. Beberapa jenis gunungapi ini terbentuk selama beberapa ribu tahun, tetapi mungkin bisa aktif kembali pada puluhan bahkan ratusan tahun kemudian dan istirahat kembali pada rentang waktu yang sama. Hal ini disebabkan oleh hasil erupsi yang berupa batuan andesit (Anonim a, tanpa tahun).

#### b. Perisai

Gunungapi ini bentuknya landai dan sedikit menggelembung. Terbentuk dari lava yang mengalir dengan lancar seperti Hawaii (Nandi, 2006).

c. Kaldera

Gunungapi jenis ini terbentuk dari ledakan yang sangat kuat yang melempar ujung atas gunung sehingga membentuk cekungan seperti Gunung Bromo (Nandi, 2006).

d. *Pyroclastic cone*

*Pyroclastic cone* atau lebih dikenal dengan nama *cinder cone*, berasal dari kombinasi kata Yunani yang berarti api (*pyro*) dan rusak (*klastos*). Cirinya memiliki ketinggian beberapa puluh sampai beberapa ratus meter dan terbentuk dari *single eruptions* yang meledak dan bertumpuk disekeliling kawah. Lereng *pyroclastic cone* mempunyai derajat kemiringan yang konsekuen dan konturnya halus (Anonim b, tanpa tahun).

## 2.2 Gunung Lamongan

Gunung Lamongan merupakan gunungapi bertipe *strato* dan memiliki kawah juga bernama Lamongan. Secara geografis terletak pada posisi  $7^{\circ}59'$  Lintang Selatan dan  $113^{\circ}20,5'$  Bujur Timur dan secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Lumajang. Puncak gunung berada pada ketinggian 1.671 m dpl dengan kota terdekat adalah Lumajang dan pos pengamatan gunungapi ada di Gunung Meja, Kecamatan Klakah, Kabupaten Lumajang, pada posisi geografis  $7^{\circ}58'38,52''$  LS dan  $113^{\circ}16'51,12''$  BT. Gunung Lamongan yang bertipe A, mempunyai karakter letusan sangat unik yaitu:

1. Jika terjadi aktivitas maka pusat aktivitasnya selalu di samping kawah utama yang berada di puncak.
2. Selain itu, dikelilingi oleh tidak kurang dari 60 pusat erupsi parasitic yang terdiri dari kerucut vulkanik dan maar.

(Anonim c, 2014).

Kompleks gunungapi Lamongan berada diatas busur gunungapi Sunda, berbatasan dengan Kaldera Tengger-kompleks Semeru di sebelah barat dan kompleks Iyang-Argapura di sebelah timur. Antara tahun 1799 dan 1898 merupakan tahun-tahun aktif Gunung Lamongan dan menghasilkan 15 aliran lava dengan komposisi basal hingga andesit basaltik (Carn, 2000).

### 2.3 Cinder Cone

Macdonald (1972) mendefinisikan *cinder cone* sebagai potongan kecil, berbentuk bukit kerucut vulkanik dengan bagian atas mengandung kawah yang berbentuk mangkuk. Bukit-bukit ini, sering disebut kerucut tephra atau kerucut *scoria*, dibentuk oleh penumpukan abu dan reruntuhan piroklastik lain di sekitar lubang sirkular.

*Cinder cone* sebagian besar muncul pada batuan sedimen tersier sepanjang sistem sesar mengarah ke barat laut-tenggara, dan pada rekahan radial (Sutawidjaja, 2009). Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk oleh konsolidasi sedimen, sebagai material lepas, yang terangkut oleh air, angin, es, dan tanah longsor ke lokasi pengendapan. Batuan sedimen juga dapat terbentuk oleh penguapan larutan kalsium karbonat, silika, garam dan material lain (O'Dunn dan Sill ,1996). King (Tanpa tahun) mengatakan bahwa *scoria* adalah bebatuan vulkanik. Nama lain *scoria* adalah *cinder*. Batuan Scoria memiliki warna kecoklatan dan kemerahan. Sifat batuan *Scoria* yaitu basa, struktur batumannya vesikuler, dan derajat kristalisasinya holohyalin dimana komposisi mineral penyusunnya mayoritas *glass*, tekstur pada *scoria* ialah *glassy* dengan ukuran batumannya ialah bomb. *Scoria* terbentuk dari lava yang kaya volatiles atau gas yang terbentuk dari batuan piroklastik lava yang dikeluarkan dari gunungapi. *Scoria* juga dikenal sebagai abu yang merupakan komponen utama *cinder cone*.

## 2.4 Metode Magnetik

Dobrin dan Savit (1988) mendefinisikan metode geofisika sebagai ilmu yang mempelajari tentang bumi dengan menggunakan pengukuran fisis di atas permukaan. Dari sisi lain, geofisika mempelajari semua isi bumi baik yang terlihat maupun tidak terlihat langsung oleh pengukuran sifat fisis dengan penyesuaian pada umumnya pada permukaan.

Metode Magnetik merupakan salah satu metode geofisika yang sering digunakan untuk survey pendahuluan pada eksplorasi minyak bumi, gas bumi dan penyelidikan panas bumi. Pada perkembangan selanjutnya, metode magnetik banyak digunakan di berbagai bidang geofisika lainnya termasuk untuk penelitian mengenai gunungapi dan struktur bawah permukaan. Metode magnetik bekerja berdasarkan sifat-sifat magnetik batuan yang terdapat di bawah permukaan bumi. Dalam eksplorasi panas bumi, metode magnetik digunakan untuk mengetahui variasi medan magnet di daerah penelitian. Variasi magnet disebabkan oleh sifat kemagnetan yang tidak homogen dari kerak bumi (Kamar, Tanpa tahun).

### 2.4.1 Gaya Magnetik

Apabila terdapat dua buah kutub magnetik  $m_1$  dan  $m_2$  yang berjarak  $r$  (cm), maka akan terjadi gaya Coulomb sebesar:

$$\vec{F} = \frac{m_1 m_2}{\mu_0 r^2} \hat{r} \quad (2.1)$$

dengan  $\mu_0$  adalah permeabilitas medium dalam ruang hampa, tidak berdimensi dan berharga satu (Telford *et al*, 1990).

### 2.4.2 Medan Magnetik

Kuat medan  $\vec{H}$  adalah gaya pada suatu kutub magnetik ( $m'$ ) jika diletakkan pada titik dalam medan magnetik yang merupakan hasil dari kuat kutub  $m$

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m'} = \frac{m}{\mu r^2} \hat{r} \quad (2.2)$$

$\vec{r}$  adalah jarak titik pengukuran dari  $m$ . Diasumsikan  $m'$  jauh lebih besar dari  $m$  sehingga  $m'$  tidak menimbulkan gangguan terhadap  $\vec{H}$  pada titik pengukuran. Satuan medan dalam SI adalah Ampere/meter (A/m), sedangkan dalam cgs adalah oersted, dimana oersted adalah 1 (satu) dyne/unit kutub (Telford *et al*, 1990).

#### 2.4.3 Momen Magnetik

Di alam, kutub magnet selalu berpasangan atau disebut dipole (kutub+ dan kutub-), yang dipisahkan oleh jarak  $l$ . Momen magnetik ( $M$ ) didefinisikan sebagai:

$$\vec{M} = ml\hat{r} \quad (2.3)$$

$\vec{M}$  merupakan sebuah vektor pada arah vektor unit  $r$  berarah dari kutub negatif menuju kutub positif. Arah momen magnetik dari atom material non-magnetik adalah tidak beraturan sehingga momen magnetik resultannya menjadi nol. Sebaliknya, di dalam material-material yang bersifat magnet atom-atom material tersebut teratur sehingga momen magnetik resultannya tidak sama dengan nol. Momen magnet mempunyai satuan dalam cgs adalah gauss.cm<sup>3</sup> atau emu dan dalam SI mempunyai satuan A.m<sup>2</sup> (Telford *et al*, 1990).

#### 2.4.4 Intensitas Magnetik

Jika suatu benda terinduksi oleh medan magnet  $\vec{H}$ , maka besar intensitas magnetik yang dialami oleh benda tersebut adalah,

$$\vec{M} = \chi \cdot \vec{H} \quad (2.4)$$

dimana,  $\vec{M}$  adalah intensitas magnetisasi,  $k$  adalah suseptibilitas magnetik.

Suseptibilitas dinyatakan sebagai tingkat termagnetisasinya suatu benda karena pengaruh medan magnet utama, dimana hubungan ( $M$ ) dalam satuan SI dan emu dinyatakan sebagai berikut:

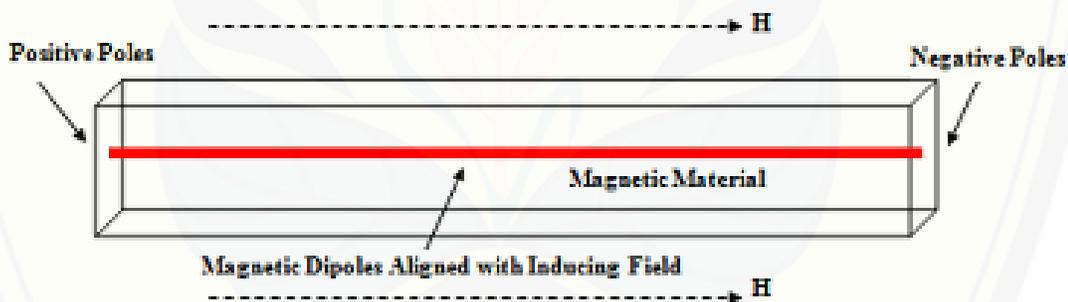
$$\chi = 4\pi\chi' \quad (2.5)$$

dimana,  $\chi'$  adalah suseptibilitas magnetik (emu),  $\chi$  adalah suseptibilitas magnetik (SI) (Reynold, 1995).

#### 2.4.5 Medan Magnetik Induksi dan Magnetik Total

Adanya medan magnetik regional yang berasal dari bumi dapat menyebabkan terjadinya induksi magnetik pada batuan di kerak bumi yang mempunyai suseptibilitas yang tinggi. Medan magnetik yang dihasilkan pada batuan ini sering disebut sebagai medan magnetik induksi atau medan magnetik sekunder (Robinson *et al*, 1998).

Pada Gambar 2.1 mengilustrasikan medan magnet induksi yang timbul pada bahan magnetik yang mana medan magnet induksi ( $H$ ) masuk melalui kutub positif mengarah ke kutub negatif.



Gambar 2.1 Induksi magnetik pada bahan magnetik (Robinson dkk, 1998).

Sementara itu medan magnetik yang terukur oleh *magnetometer* adalah medan magnet total, yang berupa gabungan antara medan magnetik utama dan medan magnetik induksi,

$$\vec{B} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M}) = \mu_0(1 + \chi)\vec{H} \quad (2.6)$$

dimana,  $\mu_0$  adalah permeabilitas ruang hampa ( $4\pi \times 10^{-7} \text{ A/M}$ ),  $\mu$  adalah  $\mu_0(1 + \chi)$  permeabilitas magnetik relatif. Persamaan diatas dapat juga dituliskan,

$$\vec{B} = \mu\vec{H} \quad (2.7)$$

Persamaan (2.6) dan (2.7) mengabaikan faktor medan magnet remanen dan medan luar Bumi. Sebagai ilustrasi, hubungan antara medan magnet utama, medan magnetik induksi dan medan magnetik total (yang terukur oleh magnetometer) dapat dilihat pada gambar 2.2

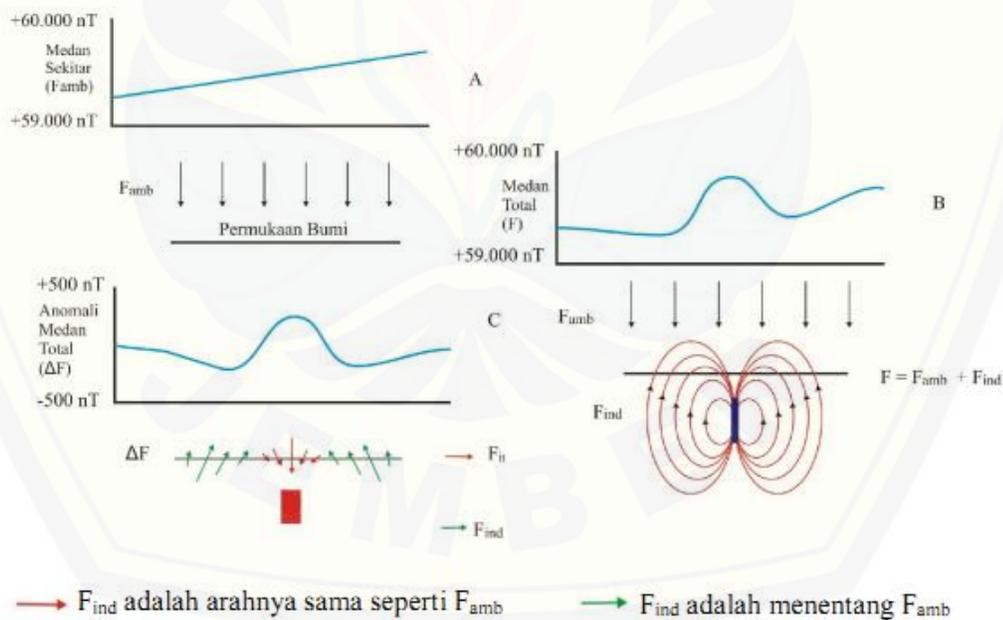
Apabila,

$$F = F_{amb} + F_{ind} \quad (2.8)$$

Maka total anomali  $\Delta F$  adalah pengurangan medan magnet total ( $F$ ) dengan medan magnet kerak bumi ( $F_{amb}$ ),

$$\Delta F = F - F_{amb} \quad (2.9)$$

dimana,  $F$  adalah total medan magnet,  $F_{amb}$  adalah medan magnet kerak pada lokasi tertentu,  $F_{ind}$  adalah induksi medan magnet.



Gambar 2.2 Total anomali medan magnet dihasilkan dari *body* lokal magnet, (a)  $F_{amb}$  memiliki harga ribuan nT, (b). Sebuah *body* memiliki induksi magnet ( $F_{ind}$ ) dengan harga ratusan nT sehingga total medan magnet adalah jumlah ( $F_{ind}$ ) dan  $F_{amb}$ , (c). Profil anomaly total  $\Delta(F)$  dari pengurangan medan magnet total ( $F$ ) oleh medan magnet kerak ( $F_{amb}$ ) (Butler, 1992).

## 2.5 Suseptibilitas Batuan

Harga suseptibilitas ( $\chi$ ) ini sangat penting di dalam pencarian jenis benda penyebab anomali karena sifat magnet setiap mineral dan batuan berbeda. Nilai ( $\chi$ ) pada batuan semakin besar jika dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral bersifat magnetik. Berdasarkan nilainya ( $\chi$ ) dibagi menjadi kelompok-kelompok jenis material dan batuan penyusun litologi bumi, yaitu:

### 2.5.1 Diamagnetik

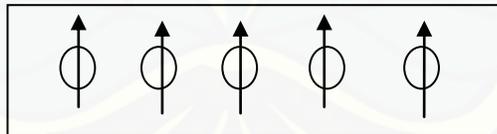
Diamagnetik adalah benda magnetik yang mempunyai nilai suseptibilitas kecil dan negatif (Tipler, 1996). Contoh: *bismuth*, grafit, gipsum, marmer, kuarsa, garam.

### 2.5.2 Paramagnetik

Paramagnetik adalah benda yang mempunyai nilai suseptibilitas sangat kecil dan positif (Tipler, 1996), contoh: piroksen, olivine, garnet, biotit, amfibolit, dan lain-lain.

### 2.5.3 Ferromagnetik

Ferromagnetik adalah benda magnetik yang mempunyai nilai suseptibilitas positif dan besar (Tipler, 1996), contoh: besi, nikel, kobal, terbium, *dysprosium*, dan neodmium.



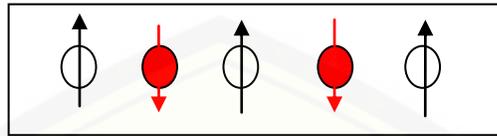
Gambar 2.3 Arah Polarisasi Ferromagnetik (Rosid, 2008)

Ferromagnetik dibagi menjadi dua yaitu:

1. Antiferromagnetik

Pada bahan antiferromagnetik *domain-domain* tadi menghasilkan *dipole* magnetik yang saling berlawanan arah sehingga momen magnetik secara keseluruhan sangat kecil. Bahan antiferromagnetik yang mengalami cacat kristal akan mengalami medan magnet kecil dan suseptibilitasnya seperti pada bahan paramagnetik suseptibilitas  $\chi$  seperti paramagnetik, tetapi harganya naik sampai

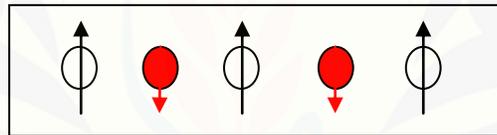
dengan titik curie kemudian turun lagi menurut hukum curie-weiss. Contoh: hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).



Gambar 2.4 Arah Polarisasi Antiferromagnetik (Rosid, 2008)

## 2. Ferrimagnetik

Pada bahan ferrimagnetik *domain-domain* tadi juga saling antiparalel tetapi jumlah *dipole* pada masing-masing arah tidak sama sehingga masih mempunyai resultan magnetisasi cukup besar. Suseptibilitasnya tinggi dan tergantung temperatur. Contoh: magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ), pirhotit ( $\text{FeS}$ ), *hematite* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *ferrite* ( $\text{NiOFe}_2\text{O}_3$ ), *yttrium* ( $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ) (Jensen dan MacKintosh, 1991).



Gambar 2.5 Arah polarisasi Ferrimagnetik (Rosid, 2008)

Berdasarkan proses terjadinya maka ada dua macam magnet:

- a. Magnet induksi bergantung pada suseptibilitasnya menyebabkan anomali pada medan magnet bumi.
- b. Magnet permanen bergantung pada sejarah pembentukan batuan tadi

(Jensen dan MacKintosh, 1991).

Setiap jenis batuan mempunyai sifat dan karakteristik tertentu dalam medan magnet yang dimanifestasikan dalam parameter suseptibilitas magnetik batuan atau mineralnya. Pada tabel 2.4 dapat dilihat daftar suseptibilitas magnetik beberapa jenis batuan dan mineral yang umum dijumpai.

Tabel 2.1 Suseptibilitas batuan

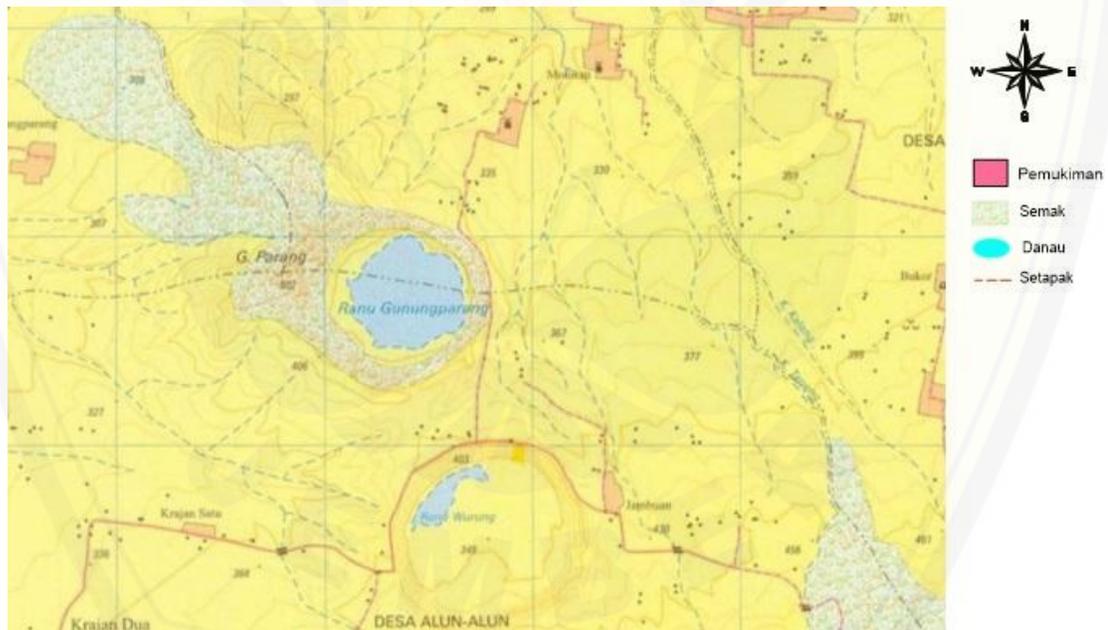
Jenis	Suseptibilitas X 10 <sup>3</sup> (SI)	
Batuan Sedimen	Jarak	Rata-rata
Dolomit	0-0,9	0,1
Batu gamping	0-3	0,3
Batu pasir	0-20	0,4
Serpih	0,01-15	1,6
Batuan Metamorf		
<i>Amphibolite</i>	0,3-3	1,4
Sekis		1,5
Gnes	0,1-25	
Kuarsit		4
<i>Serpentine</i>	3-17	
Sabak	0-35	6
Batuan beku		
Granit	0-50	2,5
Riolit		
Dolorit	1-35	17
<i>Augite-syenite</i>	30-4-	
<i>Olivine-diabase</i>		25
<i>Diabase</i>	1-160	55
Porfiri	0,3-200	60
Gabro	1-90	70
Basal	0,2-175	70
Diorit	0,6-120	85
Piroksenit		125
Peridotit	90-200	150
Andesit		160

(Sumber: Telford *et al*, 1990).

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Gunung Parang Desa Alun-alun Kecamatan Ranuyoso Kabupaten Lumajang. Waktu penelitian yaitu bulan Januari sampai November. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui informasi geologi berdasarkan data anomali magnetik yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan. Gambar 3.1 adalah peta lokasi penelitian dengan 12 karvak pada peta dan gambar 3.2 merupakan lokasi penelitian di Gunung Parang.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian Gunung Parang Desa Alun-alun, Ranuyoso, Lumajang (Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional, 1999).



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Gunung Parang Desa Alun-alun Kecamatan Ranuyoso Kabupaten Lumajang

### 3.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian dengan metode magnetik adalah (dapat dilihat pada Gambar 3.3):

1. 2 *Proton Precession Magnetometer* (PPM) :
  - a) *Base Station*, digunakan sebagai koreksi harian (Gambar 3.2 (a))
    - Tipe : GEOMETRICS G-856 MAGNETOMETER
    - Resolusi : 0.1 nT (Gamma)
    - Ketelitian :  $\pm 1$  gamma pada skala penuh
    - Toleransi gradien : hingga 1800 nT/meter
    - Sumber daya : 13,5 Volt DC
    - Jangkauan suhu : - 20 sampai dengan + 50 °C