



**PENENTUAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE MAGNETIK DI KAWASAN
GUNUNG PARANG KABUPATEN LUMAJANG**

SKRIPSI

Oleh

**Dedi Farizal
NIM 101810201034**

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



**PENENTUAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE MAGNETIK DI KAWASAN
GUNUNG PARANG KABUPATEN LUMAJANG**

PROPOSAL SKRIPSI

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

Oleh

Dedi Farizal
NIM 101810201034

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ayahanda Hosen dan Ibunda Rohemah tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa yang tiada henti mengiringi setiap langkah perjuangan penulis dalam menyelesaikan kuliah dan karya tulis ilmiah ini.
2. Kakak-kakakku Hariadi dan Kustiarini telah menjadi kakak yang baik dan sekaligus menjadi Bapak dan Ibu kedua bagi penulis;
3. Guru-guruku tercinta mulai dari Taman kanak-kanak, SDN Tlonto Raja IV, SMPN 1 Pasean, SMAN 1 Waru sampai dengan Universitas Jember. Maafkanlah muridmu yang susah dibilangin ini, terimakasih atas segala bimbingan dan ilmu yang diberikan semoga bermanfaat.
4. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11) ^{*)}

atau

Kalau orang lain bisa. Kenapa saya tidak?

(Soekarno)^{**)}

atau

Jangan salahkan orang lain jika suatu saat kamu kecawa. Salahkanlah diri sendiri mengapa terlalu banyak berharap kepada orang lain.

(Soeharto)^{***)}

atau

Jika ingin sukses hargailah waktu!

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

^{**)} Presiden Soekarno

^{***)} Presiden Soeharto

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dedi Farizal

NIM : 101810201034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Penentuan Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Magnetik Di Kawasan Gunung Parang Kabupaten Lumajang” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 08 Oktober 2015

Yang menyatakan,

Dedi Farizal

NIM 101810201034

SKRIPSI

**PENENTUAN STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE MAGNETIK DI KAWASAN
GUNUNG PARANG KABUPATEN LUMAJANG**

Oleh

Dedi Farizal
NIM 101810201034

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Magnetik Di Kawasan Gunung Parang Kabupaten Lumajang” telah diuji dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

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

menyetujui :

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

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

Tim Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

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

Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si
NIP 19671215 198802 1 001

Mengesahkan
Dekan FMIPA Universitas Jember,

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

RINGKASAN

Penentuan Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Magnetik Di Kawasan Gunung Parang Kabupaten Lumajang; Dedi Farizal; 101810201034; 2015; 53; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Indonesia terletak di daerah pertemuan 3 lempeng tektonik besar dan 1 lempeng tektonik kecil. Lempeng-lempeng tektonik ini bergerak relatif satu sama lain yang nantinya akan bertumbukan satu sama lain membentuk gunung. Indonesia memiliki banyak tipe gunung. Contohnya adalah Gunungapi Lamongan tipe maar di Lumajang. Tipe maar ini dicirikan dengan adanya banyak kawah dan gunung kecil disekitarnya. Salah satunya adalah kawasan Gunung Parang yang memiliki kawah cukup besar di sebelahnya namun kawah ini tidak terisi air meskipun ukurannya relatif luas. Ketinggian dari Gunung Parang sendiri sekitar 500 mdpl. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk meneliti struktur bawah permukaan yang ada di kawasan Gunung Parang sebagai langkah awal untuk memperoleh gambaran mengenai bawah permukaan daerah tersebut yang bisa dijadikan data pendukung untuk penelitian selanjutnya. Penelitian ini menggunakan metode magnetik. Metode magnetik adalah metode geofisika untuk menggambarkan bawah permukaan dengan menggunakan medan magnet bumi sebagai sumber penyebab batuan termagnetisasi. Batuan memiliki nilai kemagnetan (suseptibilitas) yang berbeda sehingga batuan tersebut dapat diidentifikasi berdasarkan intensitas medan magnet yang ditimbulkannya. Batuan beku umumnya memiliki nilai intensitas medan magnet yang lebih besar dari pada batuan sedimen.

Penelitian ini dilakukan di kawasan Gunung Parang pada tanggal 21-24 Desember dengan jumlah titik daerah tempat penelitian sebanyak 42 titik. Luas daerah penelitian sekitar $(3 \times 2) \text{ km}^2$ dimana jarak antar titik sekitar $\pm 200 \text{ m}$. Pengukuran medan magnet pada setiap titik di lapangan merupakan medan magnet total bumi. Medan magnet total harus dikoreksi oleh medan magnet utama bumi (IGRF) dan medan magnet variasi harian di kawasan Gunung Parang. Data anomali medan magnet kemudian diolah menggunakan *Surfer 11* sehingga menghasilkan kontur anomali medan magnet kemudian direduksi ke kutub menggunakan *Magpick*. Kontur anomali medan magnet reduksi ke kutub ini digunakan untuk interpretasi pendugaan struktur bawah permukaan yang kemudian dicocokkan dengan struktur batuan peta geologi di Kawasan Gunung Parang .

Hasil anomali medan magnet total terdapat tiga kelompok anomali. Kelompok pertama adalah anomali medan magnet tinggi yaitu 45600 nT sampai 46600 nT. Kelompok anomali yang kedua adalah anomali medan magnet sedang yaitu 43400 nT sampai 44600 nT. Kelompok ketiga adalah anomali medan magnet sangat rendah yaitu 43200 nT sampai 41800 nT. Medan magnet total kemudian dikoreksi dengan medan magnet IGRF dan medan magnet variasi harian menghasilkan anomali medan magnet. Anomali medan magnet tetap memiliki tiga kelompok anomali. Kelompok pertama adalah anomali medan magnet tinggi yaitu sekitar 800 nT sampai 2200 nT diduga berasal dari batuan yang paling dangkal kedua. Kelompok kedua adalah anomali medan magnet rendah yaitu sekitar -200 nT sampai -1000 nT diduga berasal dari batuan paling dangkal yang mendominasi batuan permukaan di kawasan Gunung Parang. Kelompok ketiga adalah anomali medan magnet sangat rendah yaitu sekitar -1200 nT sampai -2600 nT diduga berasal dari batuan yang paling dalam. Anomali medan magnet dipengaruhi oleh sudut inklinasi tempat penelitian sehingga kontur anomali tidak tepat berada di atas batuan penyebab anomalnya maka perlu dilakukan reduksi ke kutub. Hasil interpretasi kontur medan magnet reduksi ke kutub dikelompokkan tiga anomali medan magnet yaitu kelompok pertama adalah anomali

medan magnet tinggi sekitar 2500 nT sampai 4000 nT diduga merupakan batuan beku seperti batuan andesit dan basal dengan posisi $113,295^{\circ} - 113,305^{\circ}$ BT dan $7,935^{\circ} - 7,92^{\circ}$ LS . Kelompok kedua adalah anomali medan magnet rendah sekitar -500 nT sampai 1000 nT diduga merupakan batuan sedimen dan paling dangkal yang mendominasi batuan permukaan kawasan Gunung Parang seperti batu gamping, dolomit, lempung, serpih, breksi dan tuf halus lapili dan kelompok ketiga adalah anomali medan magnet sangat rendah sekitar -500 nT sampai -3000 nT diperkirakan batuan beku dalam yang terletak $113,3075^{\circ} - 113,3225^{\circ}$ BT dan $7,935^{\circ} - 7,925^{\circ}$ LS.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Magnetik Di Kawasan Gunung Parang Kabupaten Lumajang”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Nurul Priyantari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian selama penulisan skripsi ini.;
2. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
3. Bapak Agus Supriyanto, S.Si, M.T, selaku Dosen Pembimbing di lapangan;
4. Teman-temanku dalam penelitian ini Junaidi, Deri, Shabirin, Umik, Risqi Prastowo, Ninik Agustin, Arum, Galuh dan Cecep yang telah membantu dan membuat penelitian ini menyenangkan dengan canda tawa kalian;
5. Teman-teman angkatan 2010 yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terimakasih telah menjadi teman seperjuangan baik dalam keadaan susah, senang maupun duka dalam mencari ilmu;
6. Teman-teman seperjuangan Himpunan Mahasiswa Islam Komisariat MIPA yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terimakasih telah menjadi kakak dan keluarga kedua yang baik bagi penulis. Komisariat MIPA adalah rumah kita tempat untuk saling berbagi ilmu dan pengalaman;

7. Teman-teman kos kalimantan X no.31 yang telah memberikan dorongan semangat.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan karya ilmiah ini. Akhirnya penulis berharap, semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat.

Jember, 08 Oktober 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Geomagnetik	5
2.1.1 Gaya Magnet	5
2.1.2 Kuat Medan Magnet.....	6
2.1.3 Momen Dipole Magnet.....	6
2.1.4 Magnetisasi.....	8

2.1.5 Suseptibilitas.....	8
2.1.6 Induksi Magnet	12
2.2 Medan Magnet Bumi.....	12
2.3 Magnet Remanen.....	16
2.4 Koreksi Data Magnetik.....	17
2.5 Batuan.....	18
2.6 Geologi Penelitian.....	19
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.3 Tahapan Penelitian.....	21
3.4 Langkah-langkah Penelitian.....	22
3.4.1 Penentuan Titik Penelitian	22
3.4.2 Pengukuran Medan Magnet Variasi Harian.....	23
3.4.3 Pengukuran Medan Magnet IGRF	24
3.4.4 Pengukuran Medan Magnet Total Bumi.....	24
3.4.5 Anomali Medan Magnet	25
3.4.6 Reduksi ke Kutub.....	25
3.4.7 Interpretasi Data.....	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
7.1 Hasil	27
7.2 Pembahasan.....	30
BAB 5. PENUTUP.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Arah momen dipole benda non-Magnetik	7
2.2 Arah momen dipole benda magnetik.....	7
2.3 Arah momen dipole ferromagnetik.....	10
2.4 Arah momen dipole antiferromagnetik.....	10
2.5 Arah momen dipole ferrimagnetik.....	11
2.6 Arah momen dipole paramagnetik.....	11
2.7 Garis gaya magnet bumi dan sumbu magnetiknya	13
2.8 Elemen magnetik bumi	14
2.9 Arah magnetisasi sumber anomali medan magnet	15
2.10 Pengaruh sudut inklinasi.....	16
2.11 Peta geologi daerah Gunung Parang.....	19
3.1 Sebaran Titik Penelitian Berwarna Merah.....	19

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Tabel data medan magnet total 5 kali pengukuran	38
B. Tabel data medan magnet total yang cenderung konstan	40
C. Tabel data perubahan medan magnet di <i>Basecamp</i>	42
D. Tabel data koreksi medan magnet variasi harian.....	49
E. Tabel data anomali medan magnet	51
F. Foto pengambilan data penelitian.....	53

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia secara geografis berada di posisi 94° – 141° BT dan 6° LU – 11° LS terletak di wilayah *Ring Of Fire* yaitu daerah pertemuan 3 lempeng tektonik besar dan 1 lempeng tektonik kecil. Lempeng tektonik besar tersebut diantaranya adalah lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik sedangkan lempeng tektonik kecilnya adalah lempeng Filipina. Lempeng-lempeng ini saling bergerak relatif satu sama lain dengan kecepatan 0 - 20 cm per tahun yang nantinya akan bertumbukan satu sama lain dan membentuk gunung api (Pribadi, 2010).

Indonesia memiliki beberapa tipe bentuk gunung api diantaranya gunung tipe *stratovolcano* seperti kerucut dengan sisi yang curam. Tipe gunung api ini terbentuk pada letusan besar yang terdiri dari aliran lava, tefra, dan aliran piroklastik. Letusan besar terjadi karena komposisi magma yang sangat kental. Contoh gunung tipe ini adalah Gunung Merapi. Tipe *caldera* merupakan tipe gunung api yang memiliki cekungan besar akibat runtuhnya bagian ujung atas pada puncak gunung api akibat erupsi dalam skala besar dan eksplosif. Contohnya Gunung Bromo. Tipe *maar* merupakan tipe gunung api yang memiliki kawah pada ujung atas gunung akibat ledakan freatik, yaitu ledakan akibat uap dan gas yang sangat kuat. Contohnya Gunung api Lamongan (Hendra, 2009).

Di sebelah barat Gunung api Lamongan Kabupaten Lumajang Kecamatan Klakah banyak ditemukan gunung dan danau. Salah satunya adalah kawasan Gunung Parang yang memiliki keunikan diantara gunung yang lain yaitu memiliki kawah cukup besar di sebelahnya. Ketinggian dari Gunung Parang sendiri sekitar 500 mdpl. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk meneliti struktur batuan yang ada di kawasan

gunung parang sehingga diharapkan dari penelitian tersebut bisa menggambarkan kondisi bawah permukaannya sehingga bisa melengkapi data yang ada di daerah tersebut.

Untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan bumi, dapat digunakan beberapa metode geofisika yaitu diantaranya metode geolistrik, metode gaya berat, metode seismik dan metode magnetik. Pada penelitian ini akan menggunakan metode magnetik. Metode magnetik merupakan metode geofisika yang memanfaatkan medan magnet bumi sebagai sumber penyebab benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi. Batuan memiliki nilai kemagnetan (suseptibilitas) yang bervariasi sehingga mengakibatkan adanya variasi intensitas medan magnetik di permukaan bumi yang kemudian dijadikan dasar pendugaan struktur bawah permukaan berdasarkan kemagnetannya. Selain itu batuan akan mengalami suatu penurunan nilai kemagnetannya jika mengalami kenaikan temperatur. Penelitian geomagnetik sangat mudah dan sederhana dibandingkan metode potensial yang lainnya karena tidak memerlukan koreksi yang kompleks dan rumit seperti halnya metode potensial gravitasi yang banyak dipengaruhi beberapa faktor sehingga dibutuhkan koreksi yang cukup rumit untuk memperoleh anomali target (Siahaan, 2009).

Penelitian menggunakan metode magnetik dilakukan oleh Zainul Musafak et al (2009) mengenai interpretasi metode magnetik untuk penentuan struktur bawah permukaan di sekitar Gunung Kelud Kabupaten Kediri. Pada penelitian tersebut terdapat nilai medan magnetik yang rendah dari sepanjang Gunung Sumbing dan Gunung Lirang sampai kawah Gunung Kelud. Pada daerah tersebut diduga adanya anomali berupa magma. Selanjutnya Hadi et al (2010) yang meneliti struktur bawah permukaan daerah prospek panas bumi Gunung Api Hulu Lais lereng utara. Berdasarkan penelitian tersebut daerah ini tersusun oleh batuan basalt, batuan andesit, dan endapan piroklastik. Sedangkan penelitian di Desa Segaran Kecamatan Tiris Kabupaten Probolinggo pernah dilakukan oleh Fernania et al (2013) yaitu untuk mengidentifikasi struktur batuan bawah permukaan daerah panas bumi di Kecamatan

Tiris. Penelitian tersebut menghasilkan litologi bawah permukaan daerah Tiris didominasi oleh batuan *shale*, breksi gunung api, lava dan basalt. Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti berkeinginan untuk meneliti struktur bawah permukaan Gunung Parang dengan menggunakan metode magnetik. Diharapkan dari penelitian tersebut bisa menggambarkan kondisi bawah permukaannya sehingga bisa melengkapi data yang ada di daerah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian penentuan struktur bawah permukaan dengan menggunakan metode magnetik di kawasan Gunung Parang Kabupaten Lumajang adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana anomali magnetik yang ada di kawasan Gunung Parang?
2. Bagaimana struktur batuan bawah permukaan di kawasan Gunung Parang?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian penentuan struktur bawah permukaan dengan menggunakan metode magnetik di kawasan Gunung Parang Kabupaten Lumajang adalah sebagai berikut :

1. Lokasi titik penelitian dilakukan di kawasan Gunung Parang dengan luas 3 km x 2 km.
2. Koreksi yang digunakan yaitu koreksi variasi harian dan reduksi ke kutub.
3. *Software* yang digunakan dalam penelitian yaitu *Microsoft Excel*, *Magmap 2000*, *Surfer 11* dan *Magpick*.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan penelitian yang berjudul Penentuan Struktur Bawah Permukaan dengan Menggunakan Metode Magnetik di Kawasan Gunung Parang Kabupaten Lumajang adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui anomali magnetik di kawasan Gunung Parang?
2. Mengetahui struktur bawah permukaan di kawasan Gunung Parang?

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai struktur bawah permukaan yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya di kawasan Gunung Parang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Geomagnetik

Metode magnetik didasarkan pada pengukuran variasi intensitas medan magnetik di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi (suseptibilitas). Variasi yang terukur (anomali) berada dalam latar belakang medan yang relatif besar. Variasi intensitas medan magnetik yang terukur kemudian ditafsirkan dalam bentuk distribusi bahan magnetik di bawah permukaan, yang kemudian dijadikan dasar bagi pendugaan keadaan geologi yang mungkin. Pengukuran intensitas medan magnetik bisa dilakukan melalui darat, laut dan udara. Metode magnetik sering digunakan dalam eksplorasi pendahuluan minyak bumi, panas bumi, dan batuan mineral serta bisa diterapkan pada pencarian prospeksi benda-benda arkeologi (Siahaan, 2009).

2.1.1 Gaya Magnet

Gaya magnet adalah gaya tolak atau tarikan pada magnet. Eksperimen Coulomb tahun 1785 menetapkan bahwa gaya antara ujung magnet berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya dan berbanding lurus dengan kuat kutub magnet yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Dimana :

\vec{F} = Gaya magnet (N)

$k = \frac{\mu_0}{4\pi}$, dengan μ_0 adalah permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$).

m_1 dan m_2 = Kuat kutub magnet (A.m)

r = Jarak m_1 dengan m_2 (m)

\hat{r} = Arah vektor gaya magnet dari m_1 ke arah m_2 (Lowrie, 2007).

2.1.2 Kuat Medan Magnet

Kuat medan magnet adalah daerah yang masih dipengaruhi oleh gaya magnet yang ditimbulkan oleh kutub magnet m . Kuat medan magnet ini dapat diketahui dengan menempatkan kuat kutub uji m' di suatu titik yang berjarak r dari kuat kutub magnet m . Besar kuat medan magnet yang di daerah titik uji tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Dimana :

\vec{H} = Medan magnet (A/m)

\vec{F} = Gaya magnet (N)

m' = Kuat kutub uji (A.m)

m = Kuat kutub sumber medan magnet (A.m)

r = Jarak m' dengan m (m)

\hat{r} = Arah vektor medan magnet (Lowrie, 2007).

2.1.3 Momen Dipole Magnetik

Kutub magnet selalu berpasangan yang disebut dipole magnet kutub ($+m$) dan kutub ($-m$). Perbedaan utama dalam sifat medan elektrostatik dan magnetostatik adalah kutub magnet tidak ada secara terpisah. Kutub magnet selalu ada dalam bentuk dipol di alam. Dua kuat kutub yang dipisahkan oleh jarak l akan memiliki magnet momen dipol yang dapat dirumuskan :

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

Dimana :

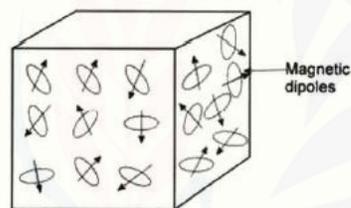
\vec{P} = Momen dipole magnetik (A.m²)

m = Kuat kutub magnet (A.m)

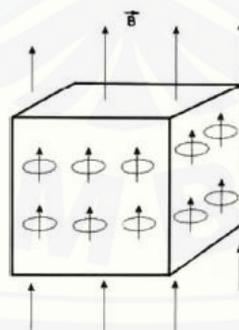
l = jarak kedua kutub (m)

\hat{r} = Arah vektor gaya magnet dari kutub positif ke kutub negatif (Kaylan, 2007).

Arah momen dipole benda non magnetik (gambar 2.1) tidak beraturan sehingga ketika gaya magnetik dari luar bekerja maka resultan momen dipole magnetiknya saling menghapuskan sama dengan nol. Sedangkan pada benda magnetik (gambar 2.2) momen dipole magnetiknya tidak sama dengan nol ketika mendapat gaya magnet luar. Arah momen dipole pada benda magnetik dan non-magnetik dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Arah momen dipole benda non-magnetik (Sumber : Kaylan, 2007)



Gambar 2.2 Arah momen dipole benda magnetik (Sumber : Kaylan, 2007).

2.1.4 Magnetisasi

Suatu bahan magnetik apabila ditempatkan dalam ruangan yang dipengaruhi oleh gaya magnet maka bahan tersebut akan bersifat magnet. Hal tersebut terjadi karena bahan tersebut termagnetisasi oleh medan magnet luar. Magnetisasi adalah tingkat kemampuan menyearahkan momen-momen magnetik oleh induksi medan luar yang melingkupinya (Telfrod et al, 1990). Intensitas magnetisasi dapat dinyatakan :

$$\vec{M} = \frac{\vec{P}}{V} \quad (2.4)$$

Dimana : \vec{M} = Intensitas magnetisasi (A/m)

\vec{P} = Momen Magnetik (A.m²)

V = Volume (m³)

2.1.5 Suseptibilitas

Setiap bahan memiliki tingkat kemagnetan yang berbeda-beda yang dipengaruhi oleh nilai suseptibilitasnya. Suseptibilitas dapat dapat dinyatakan sebagai tingkat kerentanan benda untuk termagnetisasi atau bersifat bahan magnet dalam pengaruh medan magnet luar. Semakin besar medan magnet luar yang diberikan maka bahan akan semakin termagnetisasi sehingga perbandingan antara magnetisasi dan medan luar yang diberikan selalu konstan yang disebut suseptibilitas (Telfrod et al, 1990). Secara matematis persamaan suseptibilitas dituliskan sebagai berikut :

$$\vec{M} = k \vec{H} \quad (2.5)$$

Dimana :

\vec{M} = Magnetisasi (A/m)

\vec{H} = Kuat medan magnet (A/m)

k = Suseptibilitas tanpa dimensi ($k_{SI} = 4\pi k_{CGS}$)

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai suseptibilitas suatu benda maka akan semakin mudah termagnetisasi (bersifat magnet) dengan adanya sejumlah kecil medan magnet luar. Nilai suseptibilitas yang dimiliki beberapa batuan dan mineral dapat dilihat pada tabel 2.1 seperti berikut :

Tabel 2.1 Nilai suseptibilitas beberapa batuan dan mineral

Tipe	Suseptibilitas x 10 ³ (SI)	
	Interval	Rata-rata
Batuan Sedimen		
Dolomit	0 - 0.9	0.1
Batu gamping	0 - 3	0.3
Pasir	0 - 20	0.4
Serpih	0.01 - 15	0.6
Batuan Metamorf		
Amfibolit		0.7
Kuarsit		4
Batuan Beku		
Granite	0 - 50	2.5
Olivin diabas		25
Gabro	1 - 90	70
Basalt	0.2 - 175	70
Andesite		160
Mineral		
Grafit		0.1
Kuarsa		-0.01
Gypsum		-0.01
Lempung		0.2

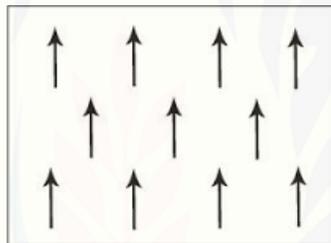
Sumber : Telfrod et al, 1990.

Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik yang dimiliki, material dapat dibedakan menjadi tiga bagian :

1. Ferromagnetik memiliki tingkat penyearahan yang tinggi pada momen dipole magnetiknya meskipun dengan sejumlah kecil medan magnetik luar. Pada temperatur di atas temperatur kritis yang disebut temperatur Curie, bahan ferromagnetik berubah menjadi paramagnetik (Tipler, 1991).

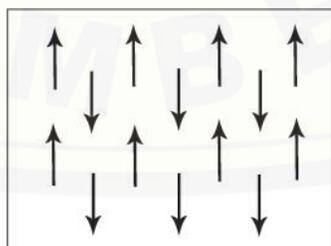
Ferromagnetik dibagi menjadi tiga tipe :

- a. Ferromagnetik memiliki momen magnetik yang searah. Contoh bahan ferromagnetik seperti besi, kobalt, nikel (Bahtiar, 2007).



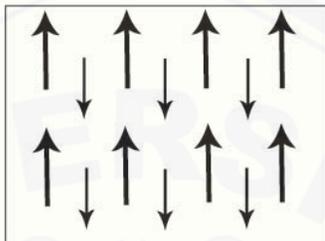
Gambar 2.3 Arah momen dipole ferromagnetik
(Sumber : University of Cambridge, 2006).

- b. Antiferromagnetik memiliki momen magnetik yang berlawanan arah. Jika tidak ada medan luar, magnetisasi total sama dengan nol. Contoh bahan antiferromagnetik MnO , MnF_2 (Bahtiar, 2007).



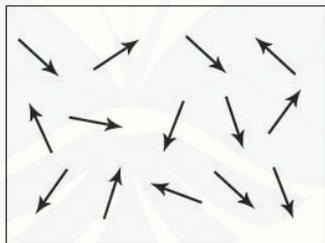
Gambar 2.4 Arah momen dipole antiferromagnetik
(Sumber : University of Cambridge, 2006).

- c. Ferrimagnetik memiliki momen magnet masing-masing atom tidak sama, sehingga tetap memiliki magnetisasi walaupun tanpa adanya medan magnet luar. Contoh bahan ferrimagnetik adalah Fe_3O_4 (Bahtiar, 2007).



Gambar 2.5 Arah momen dipole ferrimagnetik
(Sumber : University of Cambridge, 2006).

2. Paramagnetik bersifat magnet jika termagnetisasi oleh medan luar. Jika medan luar dihilangkan maka sifat magnetnya akan hilang. Contoh bahan paramagnetik adalah aluminium, magnesium, tungsten dan natrium (Bahtiar, 2007).



Gambar 2.6 Arah momen dipole paramagnetik
(Sumber : University of Cambridge, 2006).

3. Diamagnetik

Material paramagnetik memiliki suseptibilitas negatif dan sangat kecil. Bahan paramagnetik akan menolak jika didekatkan pada magnet permanen. Contoh bahan param adalah bismut, emas, perak, tembaga (Bahtiar, 2007).

2.1.6 Induksi magnet

Bumi dianggap sebagai batang magnetik raksasa yang menginduksikan medan magnet \vec{B}_0 dan menciptakan medan magnet baru \vec{B}_m pada batuan sehingga batuan mengalami magnetisasi. Sehingga medan total keduanya disebut induksi magnetik total yang dapat ditulis :

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}_m \quad (2.6)$$

Sedangkan hubungan medan magnet baru dengan magnetisasi yaitu :

$$\vec{B}_m = \mu_0 \vec{M} \quad (2.7)$$

Dan hubungan antara induksi medan magnet bumi dengan kuat medan yaitu :

$$\vec{B}_0 = \mu_0 \vec{H} \quad (2.8)$$

Kuat medan \vec{H} (A/m) berhubungan dengan gaya magnet yang dialami batuan oleh induksi medan magnet bumi sedangkan medan \vec{B} (Wb/m²) merupakan medan magnet induksi total. Sehingga persamaan (2.6) dapat ditulis sebagai berikut :

$$\vec{B} = \mu_0 (\vec{M} + \vec{H}) \quad (2.9)$$

Dimana satuan \vec{B} dalam cgs adalah gauss dan dalam SI adalah tesla (T). Dari persamaan tersebut diperoleh :

$$\vec{B} = \mu_0 (1 + k) \vec{H} \quad (2.10)$$

Konstanta $(1 + k)$ sama dengan permeabilitas magnetik (μ) sehingga dapat dinyatakan :

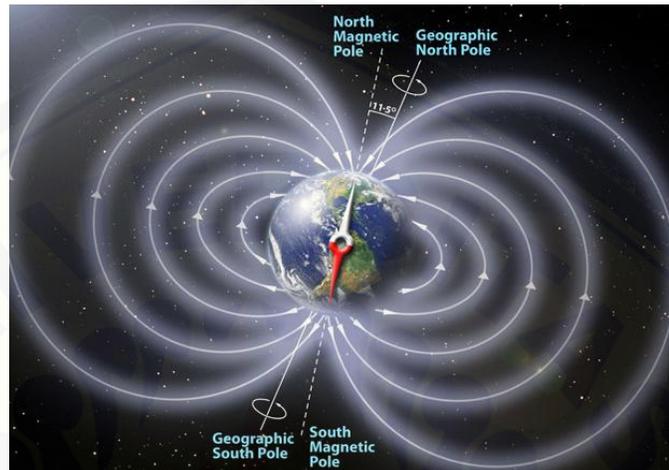
$$\vec{B} = \mu \vec{H} \quad (2.11)$$

(Jewett, 2010).

2.2 Medan Magnet Bumi

Bumi berlaku seperti sebuah magnet yang sangat besar dengan suatu medan magnet yang mengelilinginya. Medan itu dihasilkan oleh suatu dipole magnet yang terletak pada pusat bumi. Sumbu dipole ini bergeser sekitar 11,5° dari sumbu rotasi

bumi, yang berarti kutub utara geografis bumi tidak terletak pada tempat yang sama dengan kutub selatan magnetik bumi (Lanza, 2006).

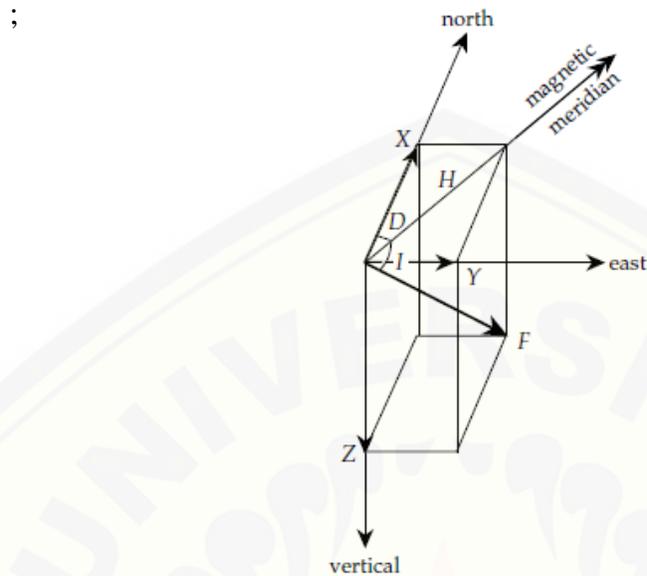


Gambar 2.7 Gambaran garis-garis gaya geomagnet bumi dan sumbu magnetisnya (Sumber : NASA, 2009).

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis atau disebut juga elemen medan magnet bumi, yang dapat diukur yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya. Parameter fisis tersebut meliputi :

- Deklinasi (D) adalah sudut antara utara magnetik dan utara geografis.
- Inklinasi (I) adalah sudut antara utara magnetik dan vektor medan total.
- Medan magnet horizontal (H) yaitu besar dari medan magnetik total pada bidang horizontal.
- Medan magnetik total (F) yaitu besar dari vektor medan magnetik total (Lowrie, 2007).
- Sumbu (X) menunjukkan arah utara dari bumi.
- Sumbu (Y) menunjukkan arah timur dari bumi.

Arah vektor parameter fisis tersebut dapat dilihat pada gambar 2.8 seperti sebagai berikut :



Gambar 2.8 Elemen magnetik bumi (Sumber : Lowrie, 2007).

Medan magnet bumi terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. Medan magnetik utama bumi

Pada tahun 1838 Gauss memperlihatkan bahwa medan magnetik utama bumi yang terukur di permukaan bumi hampir seluruhnya berasal dari dalam bumi. Medan magnet utama dapat didefinisikan sebagai medan rata-rata hasil pengukuran dalam jangka waktu satu tahun mencakup daerah dengan luas sekitar satu juta km² (Telford dalam Hadi et al, 2010).

2. Medan magnetik luar bumi

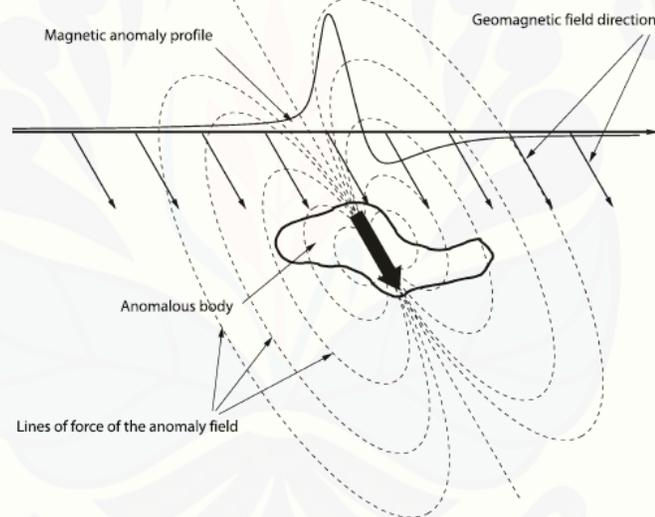
Medan magnet ini berasal dari luar bumi yang dapat disebabkan oleh berbagai sumber seperti sebagai berikut :

- a. Medan magnet dari perputaran arus listrik di dalam lapisan atmosfer (Sharma, 1997).
- b. Medan magnet dari interaksi ionosfer bulan yang dikenal dengan variasi harian bulan (Telfrod et al, 1990).

c. Medan magnet luar dari badai magnetik yang disebabkan oleh adanya kemunculan *aurora* (Telfrod et al, 1990) .

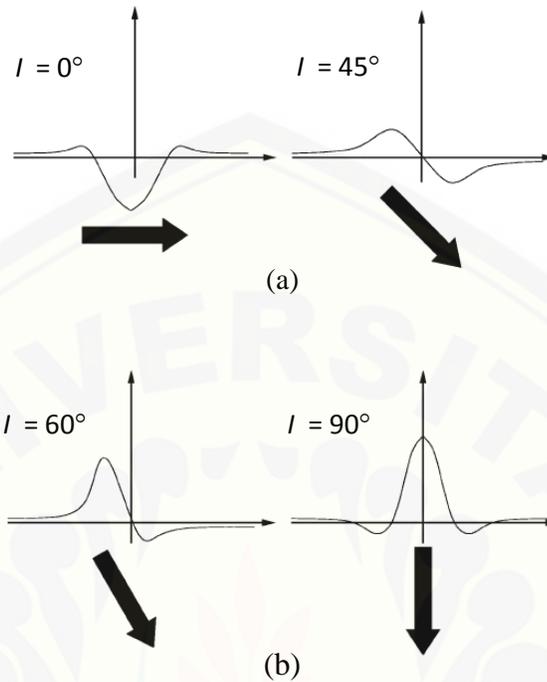
3. Medan anomali magnetik

Medan anomali magnetik disebut juga medan magnetik lokal. Medan ini dihasilkan oleh batuan di sekitar permukaan bumi yang termagnetisasi oleh medan magnet bumi (gambar 2.9). Intensitas magnetisasi bergantung pada jenis batuan di permukaan tersebut sehingga dapat dijadikan dasar untuk pendugaan mengenai struktur batuan. Arah magnetisasi dari suatu sumber anomali dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.9 Arah magnetisasi sumber anomali (Sumber : Lanza, 2006).

Intensitas magnetisasi oleh sumber anomali yang terukur di permukaan bumi dipengaruhi oleh letak lintang, sehingga pengukuran medan magnet anomali untuk daerah yang berlintang rendah dan menengah akan berubah sebagai fungsi jarak pada permukaan tersebut karena arah magnetisasi batuan yang mengikuti arah garis gaya medan magnet bumi, hal ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2.10 Panah hitam mewakili momen magnetik sumber anomali pada (a) sudut Inklinsi 0 dan 45° . (b) sudut Inklinsi 60° dan 90° (Sumber : Lanza, 2006).

Medan utama magnetik bumi (*main field*) dan medan magnet benda penyebab anomali medan magnet memberikan sumbangan dalam medan magnet total bumi sehingga medan magnet total bumi berubah (Blakely, 1995).

2.3 Magnet Remanen

Anomli magnetik sebagian besar berasal dari magnet remanen dan magnet induksi. Magnet remanen adalah suatu bahan yang hanya dapat menghasilkan medan magnet yang bersifat sementara. Magnet remanen dibagi menjadi lima bagian :

1. *Thermo Remanent Magnetization* (TRM) proses ini terjadi selama pendinginan dari suhu Curie dalam medan magnet luar. Contohnya pada batuan beku.

2. *Isothermal remanent Magnetization* (IRM) proses ini diakibatkan dari perubahan medan magnet luar dalam waktu yang sangat singkat pada suatu Suhu (biasanya suhu kamar).
3. *Chemical Remanent Magnetization* (CRM) yaitu adanya perubahan kimia yang terjadi pada suhu jauh di bawah suhu curie dalam suatu medan magnetik luar. Proses ini cukup signifikan pada batuan sedimen dan metamorf.
4. *Viscous Remanent Magnetization* (VRM) terjadi sebagai efek kumulatif setelah terbebas lama dalam suatu medan luar. Magnet remanen ini sangat stabil.
5. *Depositional Remanent Magnetization* (DRM) diperoleh dengan sedimen sebagai tempat pembentukan butir magnetik setelah terjadi pengendapan. Tanah liat adalah contoh dari remanen ini (Ronald, 1996).

2.4 Koreksi Data Magnetik

Intensitas medan magnet di suatu permukaan dapat berubah setiap waktu, hal ini disebabkan perubahan medan magnet utama bumi dan medan magnet dari luar bumi. Oleh karena itu diperlukan koreksi untuk mendapatkan nilai anomali magnetik batuan yang menjadi target dalam penelitian. Adapun koreksi yang digunakan dalam penelitian metode magnetik yaitu :

1. Koreksi harian

Koreksi harian dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet yang sebagian besar berasal dari luar bumi yaitu meliputi sebagai berikut :

- a. Medan magnet dari perputaran arus listrik di dalam lapisan atmosfer yang berasal dari partikel-partikel terionisasi oleh radiasi matahari sehingga menghasilkan fluktuasi arus yang dapat menjadi sumber medan magnetik (Sharma, 1997).
- b. Medan magnet luar yang berasal dari interaksi ionosfer bulan yang dikenal dengan variasi harian bulan (Telford et al, 1990).

c. Medan magnet luar yang berasal dari badai magnetik yang disebabkan oleh adanya kemunculan *aurora* (Telfrod et al, 1990) .

2. Koreksi *International Geomagnetism Reference Field (IGRF)*

Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan pengaruh dari medan magnet utama bumi. Medan magnet ini berasal dari perubahan posisi kutub magnetik bumi. Kutub magnetik bumi selalu mengalami perubahan secara periodik walaupun dalam waktu yang relatif lama. Perubahan kutub magnetik diperkirakan karena pengaruh aktivitas inti yang mengakibatkan aliran konveksi di dalam bumi sehingga dapat merubah posisi kutub magnetik bumi. Karena medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu maka untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standard nilai yang disebut dengan (IGRF). Nilai medan magnet utama ini ditentukan berdasarkan kesepakatan internasional di bawah pengawasan *International Association of Geomagnetic and Aeronomy (IAGA)* dan diperbarui setiap 5 tahun sekali.

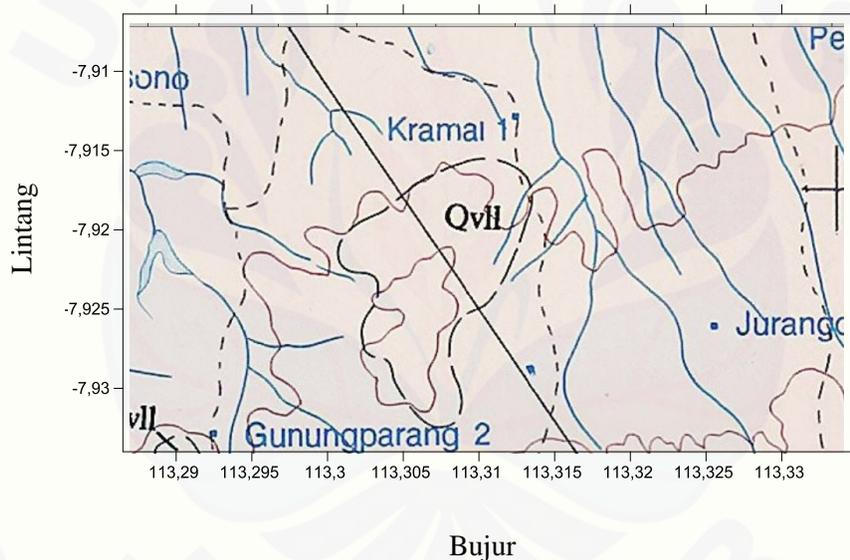
2.5 Batuan

Batuan adalah benda alam yang menjadi penyusun utama bumi. Kebanyakan batuan merupakan campuran mineral yang bergabung secara fisik satu sama lain (Munir, 1996). Berdasarkan proses terjadinya batuan dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

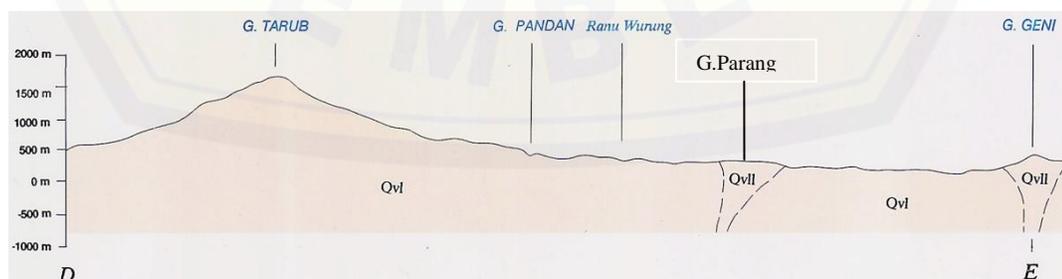
1. Batuan beku yaitu batuan yang terbentuk dari magma yang mendingin dan membeku.
2. Batuan sedimen yaitu batuan yang terbentuk karena proses pengendapan materi hasil erosi.
3. Batuan metamorf yaitu batuan yang telah mengalami perubahan dari bentuk asalnya karena tekanan atau suhu yang tinggi (Munir, 1996).

2.6 Geologi Penelitian

Kawasan Gunung Parang terletak di Kecamatan Klakah Kabupaten Lumajang. Menurut peta geologi (gambar 2.11) permukaan batuan Gunung Parang tersusun oleh batuan QvI dan QvII. Batuan QvI tersusun dari batuan lava, tuf halus-lapili, lahar dan breksi yang diperkirakan merupakan batuan Gunung api Lamongan sedangkan batuan QvII merupakan batuan lava andesit-basal. Jika dilihat dari sayatan penampang dari Gunung Parang pada peta geologi (gambar 2.12) terdapat kontak batuan beku andesit-basal dengan batuan sedimen sekitarnya. Berikut adalah peta geologi dari tempat penelitian:



Gambar 2.11 Peta Geologi daerah Gunung Parang (Sumber : Suharsono, 2010).



Gambar 2.12 Sayatan penampang Gunung Parang (Sumber : Suharsono, 2010).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan Gunung Parang Kecamatan Klakah Kabupaten Lumajang dimulai dari pengambilan skripsi pada bulan Agustus 2014 – Oktober 2015.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

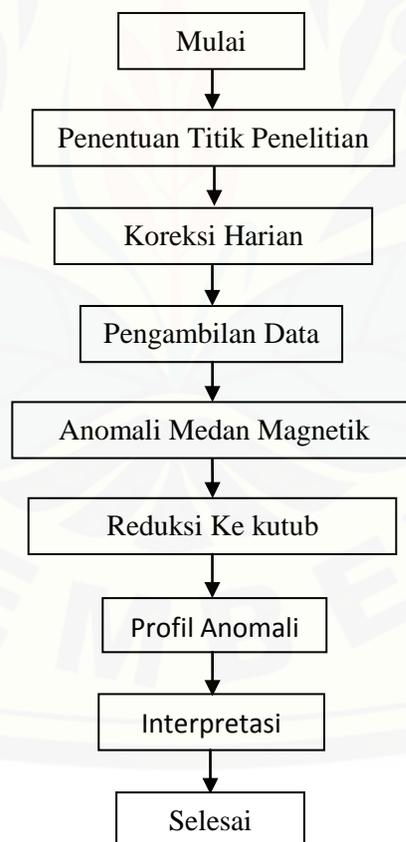
Adapun alat yang digunakan dalam penelitian interpretasi metode magnetik untuk penentuan struktur bawah permukaan di sekitar Gunung Parang Kabupaten Lumajang adalah sebagai berikut :

1. GPS (*Global Positioning System*) digunakan sebagai penunjuk arah dalam mencari titik penelitian.
2. Kompas Geologi digunakan untuk menentukan arah utara-selatan tempat penelitian.
3. *Field Proton Magnetometer* merk Geotron model G5. Alat ini digunakan untuk mengukur nilai medan magnet total di titik penelitian.
4. *Base Proton Magnetometer* digunakan untuk mencari koreksi medan variasi harian.
5. *Microsoft Excel* digunakan untuk mengolah data hasil penelitian dalam bentuk tabel.
6. *Magmap2000* digunakan untuk mentransfer data medan magnet koreksi harian dari *Base Proton Magnetometer* ke laptop.
7. *Surfer 11* digunakan untuk menggambarkan anomali magnetik daerah penelitian.

8. *Magpick* digunakan untuk melakukan filter kontinuasi ke atas dan reduksi ke kutub.
9. Peta Topografi untuk menentukan titik lokasi pengambilan data yang akan dilakukan pengukuran sedangkan peta geologi digunakan untuk mengetahui struktur batuan daerah penelitian.

3.3 Tahapan Penelitian

Adapun diagram alir yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



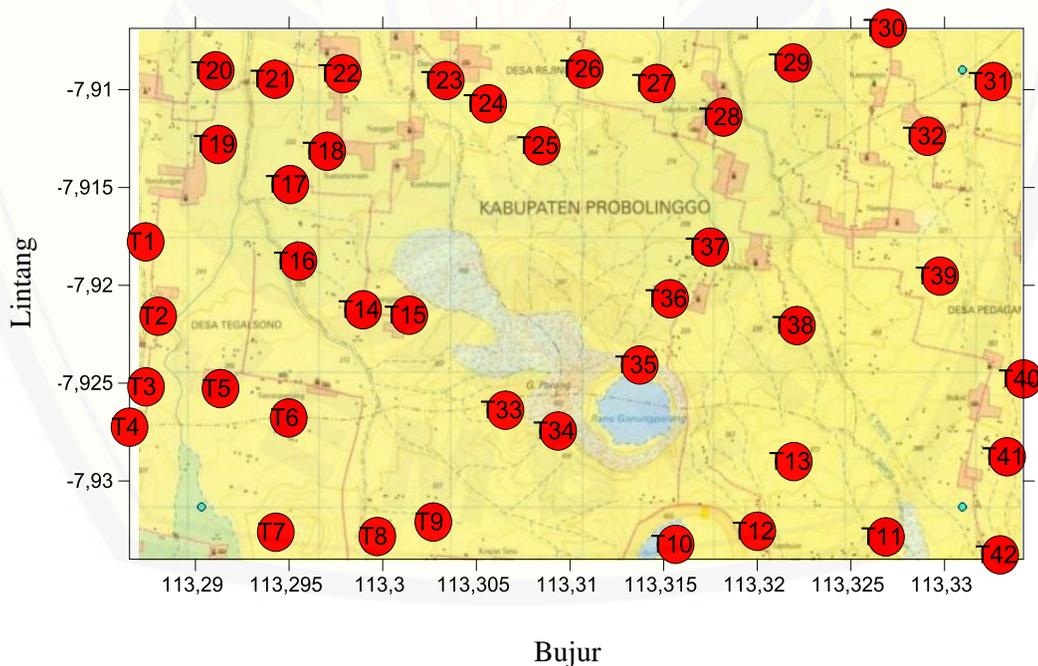
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.4 Langkah-langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian interpretasi metode magnetik untuk penentuan struktur bawah permukaan di sekitar Gunung Parang Kabupaten Lumajang adalah sebagai berikut :

3.4.1 Penentuan Titik Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Gunung Parang dengan luas daerah penelitian $(3 \times 2) \text{ km}^2$. Lokasi penelitian berjumlah 42 titik dimana jarak antar titik $\pm 200 \text{ m}$. Proses pemilihan titik penelitian dapat ditentukan dari peta topografi Klakah kemudian *upload* ke surfer 11 sehingga dari peta tersebut dapat diketahui letak lintang dan bujur titik yang akan dijadikan tempat penelitian, kemudian data tersebut disimpan di GPS untuk memudahkan pencarian lokasi titik tersebut di lapangan. Berikut adalah peta lokasi pengambilan data berbagai titik yang akan dilakukan pengukuran :



Gambar 3.2 Titik-titik pengukuran pada lokasi penelitian.

Titik pertama yang akan dilakukan penelitian dimulai dari titik T1 kemudian T2, T3 dan seterusnya sampai T42 secara berurutan. Sebagian besar kawasan Gunung Parang adalah hutan belantara yang sulit diakses untuk membuat jarak antar titik teratur antar jaraknya sehingga dipilih titik tersebut yang mudah diakses dengan jalan kaki melewati jalan setapak.

3.4.2 Pengukuran Medan Magnet Koreksi Harian

Selama dilakukan pengukuran medan magnet total di setiap titik, *Base Proton Magnetometer* harus dipasang di *basecamp* yang jaraknya sekitar 7 km dari titik tempat penelitian, gunanya untuk mengukur medan magnet koreksi harian. *Base Magnetometer* secara otomatis akan merekam perubahan medan magnetik di *basecamp* dalam selang interval 5 menit. Medan magnet ini digunakan sebagai acuan untuk mengetahui adanya perubahan medan magnet terhadap waktu pada saat dilakukan penelitian. Medan magnet ini sebagian besar berasal dari luar bumi yang diakibatkan adanya perputaran arus listrik pada partikel-partikel yang terionisasi oleh radiasi matahari di dalam lapisan atmosfer sehingga menyebabkan fluktuasi arus listrik yang dapat menjadi sumber medan magnet. Kemudian data perubahan medan magnet harian terhadap waktu yang diperoleh di *base magnetometer* ditransfer ke laptop menggunakan *Software Magmap2000* dan ditabelkan menggunakan *Microsoft Excel*. Medan magnet koreksi harian adalah perubahan nilai medan magnet dalam selang waktu pengukuran medan magnet di setiap titik di lapangan dengan medan magnet awal yang terekam di *base magnetometer* yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta H_{vh} = H_t - H_o \quad (3.1)$$

Keterangan :

ΔH_{vh} = Perubahan medan magnet harian (nT).

H_t = Medan magnet *basecamp* pada saat dilakukan pengukuran medan magnet di suatu titik di lapangan (nT).

H_o = Medan magnet awal yang terekam di *base magnetometer* pada hari penelitian (nT).

3.3.3 Koreksi *International Geomagnetism Reference Field (IGRF)*

Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan pengaruh dari medan magnet utama bumi. Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu maka untuk menyeragamkan nilai -nilai medan utama magnet bumi, dibuat standard nilai yang disebut dengan (IGRF). Nilai medan magnet utama ini ditentukan berdasarkan kesepakatan internasional di bawah pengawasan *International Association of Geomagnetic and Aeronomy (IAGA)* dan diperbarui setiap 5 tahun sekali. Nilai IGRF dapat diperoleh di website <http://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/igrf.html>.

3.4.4 Pengukuran Medan Magnet Total Bumi

Pengukuran medan magnet total dilakukan pada setiap titik yang telah ditentukan pada peta topografi seperti pada (gambar 3.2). Pengukuran medan magnet total ini menggunakan *Field Magnetometer*. Pengukuran di setiap titik tersebut dilakukan sebanyak 5 kali pengukuran di tempat yang berbeda yaitu sebagai berikut :

- Pengukuran pertama dilakukan pada titik tepat di lokasi lintang dan bujur yang telah tersimpan di GPS kemudian dicatat medan magnetik total di titik tersebut.
- Pengukuran kedua bergeser satu langkah ke kanan dari pengukuran pertama kemudian dilakukan pengukuran dan dicatat. Setelah itu kembali lagi ke posisi pengukuran pertama.
- Pengukuran ketiga bergeser satu langkah ke kiri dari pengukuran pertama kemudian dilakukan pengukuran dan dicatat. Setelah itu kembali lagi ke posisi pengukuran pertama.

- Pengukuran keempat bergeser satu langkah ke depan dari pengukuran pertama kemudian dilakukan pengukuran dan dicatat. Setelah itu kembali lagi ke posisi pengukuran pertama.
- Pengukuran kelima bergeser satu langkah ke belakang dari pengukuran pertama kemudian dilakukan pengukuran dan dicatat.

3.4.5 Anomali Medan Magnet

Medan magnet total bumi hasil 5 pengukuran pada setiap titik kemudian dipilih berdasarkan modus atau nilai yang sering muncul dari 5 pengukuran tersebut. Setelah itu medan magnet variasi harian yang terekam pada *Base Proton Magnetometer* diambil 1 nilai medan magnet yang memiliki waktu yang sama atau yang mendekati sama dengan waktu pada saat dilakukan pengukuran medan magnet total bumi di setiap titik di lapangan. Hasil pengurangan nilai medan magnet di setiap titik di lapangan dengan nilai medan magnet harian menghasilkan anomali medan magnet. Anomali medan magnet merupakan medan magnet yang menjadi target dalam penelitian geomagnetik yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\vec{H}_A = \vec{H}_{obs} \pm \Delta\vec{H}_{vh} - \vec{H}_{IGRF} \quad (3.2)$$

Dimana : \vec{H}_A = Medan magnet anomali (nT)

\vec{H}_{obs} = Medan magnet total bumi (nT)

$\Delta\vec{H}_{vh}$ = Perubahan medan magnet variasi harian (nT)

\vec{H}_{IGRF} = Medan magnet utama bumi (nT)

Medan magnet harian ditambah jika bernilai negatif dan dikurangi jika bernilai positif. Setelah mendapatkan nilai anomali beserta lintang dan bujur pada setiap titik. Data tersebut ditabelkan menggunakan *microsoft Excel*. Selanjutnya tabel tersebut diolah menggunakan surfer 11 untuk mendapatkan kontur anomali magnetiknya.