

**IDENTIFIKASI *MAGMA CHAMBER* BERDASARKAN ANALISIS DATA
MAGNETIK TOTAL DI GUNUNG ILI LEWOTOLO KABUPATEN
LEMBATA, NUSA TENGGARA TIMUR BERDASARKAN DATA SURVEI
TAHUN 2010**

(Skripsi)

Oleh :

**DITO HADISURYA
1015051045**



**KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2018**

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF CHAMBER MAGMA BASED ON TOTAL MAGNETIC DATA ANALYSIS IN MOUNTAIN LEWOTOLO REGENCY OF LEMBATA, EAST NUSA TENGGARA BASED ON 2010 SURVEY DATA

By

DITO HADISURYA

Research has been conducted in the area of Mount Ili Lewotolo using magnetic data with the aim of knowing the limits of magma distribution based on total magnetic anomaly data analysis and doing magma modeling based on 3D data of total magnetic anomaly. The research area has a magnetic anomaly value about -1000 nT to 1100 nT, where the value of high magnetic anomaly has a range of values of 400 nT to 1100 nT located in the north and south direction of the study area. While the value of low magnetic anomaly has a range of values -1000 nT to -400 nT located in the middle of the study area. From the results of 3D modeling magnetic anomaly shows that the magma chamber is up to a depth of 4000 meters from sea level. Where the activity of magma chamber leads to the southern body of Ili Lewotolo Volcano, with Orientation East-East parallel to the direction of plate subduction. The volcano eruption of Ili Lewotolo is further likely to the south of the mountain body, if more detailed data are known.

Keywords: 3D inversion model, magnetic, volcano Ili Lewotolo.

ABSTRAK

IDENTIFIKASI *MAGMA CHAMBER* BERDASARKAN ANALISIS DATA MAGNETIK TOTAL DI GUNUNG ILI LEWOTOLO KABUPATEN LEMBATA, NUSA TENGGARA TIMUR BERDASARKAN DATA SURVEI TAHUN 2010

Oleh

DITO HADISURYA

Telah dilakukan penelitian di daerah Gunung Ili Lewotolo menggunakan data magnetik dengan tujuan mengetahui batas persebaran magma berdasarkan analisis data Anomali Magnetik Total dan melakukan pemodelan magma berdasarkan data 3D Anomali Magnetik Total. Daerah penelitian memiliki nilai anomali magnetik sekitar -1000 nT sampai 1100 nT, dimana nilai anomali magnetik tinggi memiliki rentang nilai 400 nT sampai 1100 nT yang berada di arah utara dan selatan daerah penelitian. Sedangkan nilai anomali magnetik rendah memiliki rentang nilai -1000 nT sampai -400 nT yang berada di tengah daerah penelitian. Dari hasil pemodelan 3D anomali magnetik menunjukkan bahwa *magma chamber* berada hingga pada kedalaman 4000 meter dari permukaan laut. Dimana aktifitas *magma chamber* mengarah ke sebelah selatan badan Gunung api Ili Lewotolo, dengan orientasi Barat-Timur sejajar dengan arah subduksi lempeng. Erupsi gunung api Ili Lewotolo selanjutnya berkemungkinan ke arah selatan badan gunung, jika diketahui data yang lebih detail.

Kata Kunci: Gunungapi Ili Lewotolo, magnetik, model inversi 3D.

**IDENTIFIKASI *MAGMA CHAMBER* BERDASARKAN ANALISIS DATA
MAGNETIK TOTAL DI GUNUNG ILI LEWOTOLO KABUPATEN
LEMBATA, NUSA TENGGARA TIMUR BERDASARKAN DATA SURVEI
TAHUN 2010**

Oleh :

DITO HADISURYA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2018**

Judul Skripsi

: **IDENTIFIKASI MAGMA CHAMBER
BERDASARKAN ANALISIS DATA MAGNETIK
TOTAL DI GUNUNG ILI LEWOTOLO
KABUPATEN LEMBATA, NUSA TENGGARA
TIMUR BERDASARKAN DATA SURVEI TAHUN
2010**

Nama Mahasiswa

: **Dito Hadisurya**

No. Pokok Mahasiswa: 1015051045

Jurusan

: Teknik Geofisika

Fakultas

: Teknik



MENYETUJUI
1. Komisi Pembimbing,

Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Bagus Sapto Mulyatno', written over a circular stamp.

Bagus Sapto Mulyatno, S.Si, M.T.
NIP 19700120 200003 1001

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rustadi', written over a circular stamp.

Rustadi, S.Si, M.T.
NIP 19720511 1997031000

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

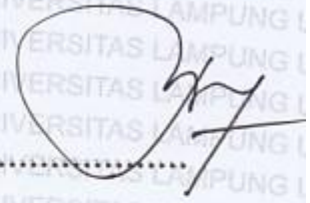
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Dr. Nandi Haerudin', written over a circular stamp.

Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si
NIP 19750911 200012 1002

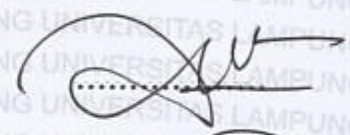
MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

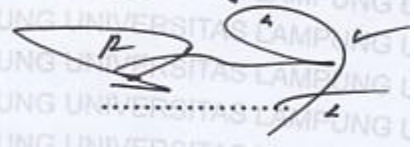
Ketua : Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.



Sekretaris : Rustadi, S.Si., M.T.

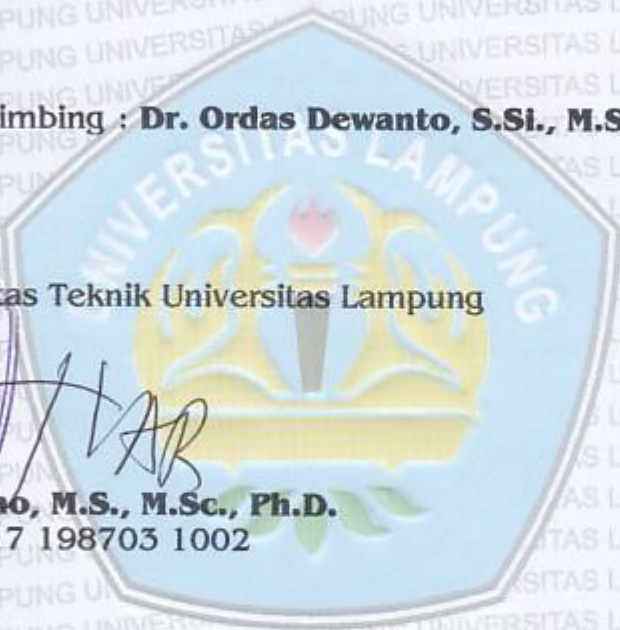


**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ordas Dewanto, S.Si., M.Si.**



Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 09 Maret 2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2018



Dito Hadisurya
NPM 1015051045

RIWAYAT HIDUP

Dito Hadisurya, lahir di Kota Bogor, Jawa Barat pada 17 Mei 1992, merupakan anak kedua dari 4 bersaudara pasangan Bapak Suryono Sutjipto dan Ibu Ratna Utari. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 2 Cimanggu, Kota Bogor pada tahun 2004, SMPN 19 Kota Bogor pada tahun 2007, dan SMKN 2 Kota Bogor pada tahun 2010. Pada tahun 2010 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Lampung Jurusan Teknik Geofisika melalui jalur UML. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif berorganisasi di HIMA TG Bhuwana Jurusan Teknik Geofisika Unila, sebagai Anggota Bidang Kesekretariatan (KRT), AAPG SC Unila sebagai Anggota, SEG SC Unila sebagai Anggota dan tercatat sebagai anggota HMGI, AAPG dan SEG *Student member*. Penulis pernah melaksanakan Kerja Praktek di Badan Geologi Pusat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), dan kembali melakukan penelitian Tugas Akhir di PT. Reccalog Geoprima dengan judul “Identifikasi *Magma Chamber* Berdasarkan Analisis Data Magnetik Total Di Gunung Ili Lewotolo Kabupaten Lembata, Nusa Tenggara Timur Berdasarkan Data Survei Tahun 2010” sehingga berhasil menyelesaikan pendidikan Sarjana pada bulan Maret 2018.

DENGAN SEGALA KERENDAHAN HATI,
KARYA KECIL INI KU PERSEMBAHKAN UNTUK IBU DAN
AYAH TERSAYANG, KAKAK YANG KU BANGGAKAN DAN
ADIK-ADIKKU TERCINTA, SERTA UNTUK KEMAJUAN ILMU
PENGETAHUAN.

MOTTO

“Jangan pernah berputus asa dalam melakukan sesuatu hal (apapun itu), pantang menyerah, tetap berpegang teguh pada pendirian”

[Dito Hadisurya]

“Latihan Fisik, Latihan Lari, Melatih Respon Tindakan Diri Dan Beladiri adalah 4 pilar agar siap bermanfaat dan membantu disaat terdesak

[Dito Hs]

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada tuhanmulah engkau berharap.”

[QS. Al-Insyirah,6-8]

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ

So which of the favors of your Lord would you deny?

Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?

[Q.S Ar-Rahman]

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Identifikasi *Magma Chamber* Berdasarkan Analisis Data Magnetik Total Di Gunung Ili Lewotolo Kabupaten Lembata, Nusa Tenggara Timur Berdasarkan Data Survei Tahun 2010” ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta segenap keluarga, sahabat dan pengikut setia beliau.

Skripsi ini merupakan syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Selain itu, dengan adanya penelitian ini penulis bisa memahami fenomena-fenomena nyata yang terjadi di alam serta dapat mengaplikasikan teori yang sudah diperoleh selama kuliah pada kegiatan eksplorasi yang sebenarnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, diperlukan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan ke depannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, April 2018

Dito Hadisurya
dito.h17teknik@gmail.com

SANWACANA

Alhamdulillah rabbi `alamin, rasa syukur yang mendalam penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Ucapan sebesar-besarnya penulis tujukan kepada :

1. **Bapak Suryono Sutjipto dan Ibu Ratna Utari**, orangtua tercinta yang tiada henti memberikan kasih sayang, dukungan, doa, dan segala yang penulis butuhkan. Pengorbanan yang begitu besar yang takkan mampu terbalaskan. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan keberkahan pada Keluarga kita.
2. Kakaku **Devi Surya Rishalia**, Adik-adiku **Dimas Ahmad Zakaria** dan **Oryza Surya Hapsari**, kalian adalah salah satu motivasi Mas untuk berjuang sampai saat ini.
3. **Bapak Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung dan pengajar di jurusan Teknik Geofisika. Terima kasih atas ilmu, motivasi, dan bimbingannya.
4. **Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si** selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika. Terima kasih atas motivasi, bimbingan, ilmu dan sarannya.

5. **Bapak Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.**, selaku Dosen Pembimbing I dan dosen Pembimbing Akademik. Terimakasih atas telah menyempatkan waktu untuk berbagi cerita, berdiskusi, dan selalu memberikan motivasi, bimbingan, ilmu dan sarannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. **Bapak Rustadi, S.Si., M.T.**, selaku Dosen Pembimbing II. Terimakasih atas waktu, bimbingan ilmu dan arahnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. **Bapak Dr. Ordas Dewanto, S.Si., M.Si.**, selaku Dosen Penguji pada Tugas Akhir ini, terimakasih waktu, saran dan ilmunya.
8. Seluruh Dosen Teknik Geofisika Universitas Lampung, **Bapak Prof. Drs. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.**, **Bapak Bagus Sapto Mulyatno, M.T.**, **Bapak Dr. Muh. Sarkowi, M.Si.**, **Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, M.T.**, **Bapak Syamsurijal R., M.Si.**, **Bapak Alimuddin, M.Si.**, **Bapak Rustadi, M.T.**, **Bapak Karyanto, M.T.**, **Bapak Dr. Nandi H., M.Si.**, dan **Bapak Dr. Ordas Dewanto, M.Si.**, Terima kasih atas semua ilmu bermanfaat yang telah diberikan.
9. **Bapak Dr. Hendra Gunawan** selaku pembimbing yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir di Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi Kementerian ESDM Terima kasih atas bantuannya Pak.
10. **Bapak Yasa Suparman S.T.**, selaku pengajar dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi Kementerian ESDM, atas kesabaran dalam membimbing dan mengajarkan ilmunya kepada penulis,

terima kasih atas waktu dan juga nasehatnya Pak Yasa. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan keberkahan.

11. **Bapak Muarif** yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk ikut serta dalam penelitian lapangan. Terima kasih pak.
12. **Bapak Wahidin** yang telah memberikan kesempatan kepada penulis dan mengajarkan cara mengoperasikan alat di lapangan saat ikut serta dalam penelitian. Terima kasih pak.
13. Dan seluruh pegawai di Lantai 3 Divisi Pemantauan Gunungapi wilayah timur Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi Kementerian ESDM, terima kasih atas bantuannya selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.
14. **Tiara** (Geofisika UGM'10), **Saudari** (Geofisika UNBRAW'12) teman seperjuangan TA atas dukungannya selama di kantor, terima kasih atas kritik dan sarannya Sangat membangun.
15. **Keluarga TG Mania'10**, keluarga yang telah berjuang bersama di Universitas Lampung. **Rian Hidayat** (pak Komti terhebat yang pernah ada), **Eki Zuhelmi** (yang membantu dan mengajarkan pengolahan data magnetik), **Roy Bryanson Sihombing** (teman seperjuangan praktek kerja lapangan, membantu mengedit laporan skripsi, siap dimintai tolong dan selalu meminjamkan laptop di setiap seminar saya), **Wahyuda Alfin** (yang membantu menyusun, memberi ide, menambahkan materi pada laporan skripsi dan siap dimintai tolong, **Halilintar Duta Mega** (membantu dalam menentukan judul skripsi dan proses lainnya), **Bima Fajar Ertanto**, **Fernando Siallagan**, **Ade Setiawan**, **Murdani**, **Sari Elviani** (teman-

teman seperjuangan menggarap skripsi di ruang Lab basement), **Annisa Mutiara B, Mega Khusnul, Anis Kurnia Dewi, Widatul Faizah MD, M. Farhan Ravsanazany, Beriyan Adeam, Filya Rizky Lestari, Heksa Agus Wiyono, Anita Octavia G, M. Satria Maulana, Anne Marie, Hanna Ade Pertiwi, Ines Kusuma Ningrum, M. Amri Satria, Fenty Ria Maretta, Siti Fatimah, M.P. Bagus Wicaksono, Pangestu Eko Lariyanto**, Terima kasih atas kebersamaannya, diskusi dan sharing ilmu, momen konyol, aneh, sedih dan bahagia selama ini. Pahit manis cerita sejak hari pertama berjumpa akan selalu terkenang. Sukses untuk kita semua.

16. Kakak tingkat dan senior TG khususnya **Kak Alfian** teman mengobrol seputar dunia otomotif dan tiada bosan mengingatkan tentang skripsi. **Kak Zuhron, Kak Irfan, Kak Maruli** yang selalu menyemangati dan mengingatkan tentang skripsi.
17. Rekan-rekan mahasiswa, adik-adik tingkatku jurusan Teknik Geofisika: Angkatan'11: **Wilyan, Bagus, Leo, Dian (Keto), Mezrin** dkk Angkatan'12 **Esha, Hilman, Irwansyah, Bari, Kukuh, Beri, Dedi, Dilla Lita** dkk dan Angkatan' 13: **Suryadi, Eci, Syahbana** dkk yang saling menyemangati saat menyusun laporan saat masih berjuang. Angkatan'14: **Malik, Alfian, Agung, Darti, Kiki, Evi, Isti, Diana, Rita, Nabila** (yang saling menyemangati, mengingatkan, mengurus persyaratan kompre dan mengurus wisuda) dkk serta adik-adik tingkat Angkatan'15: **Juliniardi, Rindi, Dian Sanjaya, Maharani** (yang selalu menyapa dan menanyakan kabar) Angkatan'16: **Detri, Tiara, Machrani** (yang selalu menyapa

Ka'Dito) **Kristin, Arel, Alia** (yang selalu menyapa disetiap waktu ka'dito.. ka'dito.. ka'dito..)

18. Teman-teman kost-an wisma Al-Fayat: **Andri, Nur** (Bro Macan), Teman-teman nongkrong di warung berkah: **A'Nanjar, Apip, Riko, Deni, Nur dkk**, Trio satu kerja Driver Gojek: **Dito, Deni, Riko**

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
COVER DALAM	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
HALAMAN MOTTO	ix
KATA PENGANTAR	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	2
C. Batasan Masalah	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Gunungapi	3

B. Jenis-jenis Gunungapi	3
1. <i>Stratovolcano</i>	3
2. <i>Cinder Volcano</i>	4
3. <i>Shield Volcano</i>	5
4. <i>Kaldera Volcano</i>	5
C. Geologi Regional Daerah Penelitian	6
1. Stratigrafi	6
2. Petrologi	7

III. TEORI DASAR

A. Prinsip Dasar Metode Magnetik	9
1. Kuat Medan Magnetik	10
2. Intensitas Magnetik	10
3. Medan Magnetik Induksi Dan Magnetik Total	11
4. Kemagnetan Bumi	14
5. Kutub Geomagnetik	14
B. Medan Magnet Bumi	15
C. Suseptibilitas Magnetik	18
1. Diamagnetik	19
2. Paramagnetik	19
3. Ferromagnetik	20
D. Pengolahan Data Magnetik	22
1. Koreksi Metode Magnetik	22
2. Anomali Medan Magnetik	24
3. Reduksi Ke Bidang Datar	26
4. Reduksi Ke Kutub (<i>Reduced To Pole</i>)	27
5. Interpretasi Geomagnetik	28

IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	29
B. Tabel Jadwal Kegiatan Penelitian	29
C. Alat Dan Bahan	29
D. Metode Pengukuran Data Magnetik	30
E. Pengaksesan Data IGRF	30
F. Pengolahan Data Magnetik	31
1. Koreksi Harian	31
2. Koreksi IGRF	31
3. Koreksi Topografi	32
4. Anomali Medan Magnetik	33
5. Reduksi ke Bidang Datar	35
6. Reduksi Ke Kutub (<i>Reduced To Pole</i>)	35
7. Interpretasi Data Magnetik	36

G. Diagram Alir Penelitian	37
----------------------------------	----

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data Magnetik	38
B. Pemodelan Inversi 3D Data Magnetik	41
C. Analisis Dan Interpretasi	51

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	54
B. Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Gunung Merapi	4
Gambar 2. Gunung Vesuvius	5
Gambar 3. Gunung Maona Loa	5
Gambar 4. Gunung Bromo	6
Gambar 5. Peta geologi regional daerah penelitian, lembar Lombok Nusa Tenggara Timur	8
Gambar 6. Contoh induksi magnetik pada bahan magnetik	11
Gambar 7. 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 anomali total (F) dari pengurangan medan magnet total (F) oleh medan magnet kerak (F_{amb})	13
Gambar 8. Tiga Elemen medan magnet bumi	16
Gambar 9. Variasi inklinasi global yang ditentukan oleh acuan model <i>international geomagnetic reference field</i> (IGRF)	27
Gambar 10. Diagram alir survei magnetik	37
Gambar 11. Peta administrasi daerah penelitian	38
Gambar 12. Peta kontur topografi daerah penelitian	39
Gambar 13. Peta anomali magnet total	40
Gambar 14. Peta kontur anomali medan magnet di bidang datar	41
Gambar 15. Inversi 3D Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar Arah	

Barat	42
Gambar 16. Inversi 3D Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar Arah Selatan	42
Gambar 17. Inversi 3D Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar Arah Timur	43
Gambar 18. Inversi 3D Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar Arah Utara	43
Gambar 19. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 0	44
Gambar 20. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 500	44
Gambar 21. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 1000	45
Gambar 22. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 1500	45
Gambar 23. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 2000	46
Gambar 24. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 2500	46
Gambar 25. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 3000	47
Gambar 26. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 3500	47
Gambar 27. Inversi 3D Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Kedalaman 4000	48
Gambar 28. <i>Cut-Plane</i> Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Timur	49
Gambar 29. <i>Cut-Plane</i> Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Selatan	49
Gambar 30. <i>Cut-off</i> Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar Arah Barat	50
Gambar 31. <i>Cut-off</i> Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar Arah Selatan	51
Gambar 32. <i>Cut-Plane</i> Anomali Magnetik Reduksi Bidang Datar <i>Slice</i> Selatan Diagonal NW-SE53	52
Gambar 33. Zonasi Magma Chamber Arah Timur-Barat	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Suseptibilitas material diamagnetisme	19
Tabel 2. Suseptibilitas material paramagnetisme	20
Tabel 3. Suseptibilitas batuan dan mineral	21
Tabel 4. Tabel Jadwal Kegiatan Penelitian	29

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gunung Ili Lewotolo merupakan gunungapi bertipe *stratovolcano* (gunungapi tipe A), yang terletak di P. Lomblen (sekarang disebut juga P. Lembata), sebelah timur P. Flores. Kegiatan Gunung Ili Lewotolo tercatat sejak 1660 dengan tipe erupsi, yakni letusan (*explosive*). Kemudian letusan terakhir terjadi pada 1920 dan diduga adanya struktur patahan dengan arah barat laut-tenggara. Letusan yang dianggap telah merusak daerah sekitarnya, yaitu letusan yang terjadi di kawah pusat pada Oktober 1852. Setelah letusan tersebut muncul kawah baru dan hembusan-hembusan solfatara di lereng kerucut kawah baru (Kristianto, 1995).

Metode geomagnetik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk survei pendahuluan pada eksplorasi minyak bumi, panasbumi, batuan mineral, maupun untuk keperluan pemantauan (*monitoring*) gunung berapi. Survei dengan menggunakan metode ini dapat dilakukan baik di darat, di laut, maupun di udara aeromagnetik). Prinsip dasar dalam metode ini adalah mempelajari kondisi bawah permukaan bumi berdasar sifat kemagnetan batuan.

Pengamatan magnetik juga dilakukan untuk mengamati nilai intensitas magnetik di atas gunungapi, apabila magma mulai naik ke permukaan, maka nilai intensitas magnet di atas gunungapi akan rendah karena pengaruh panas magma.

Magma yang naik keatas permukaan akan memiliki nilai susceptibilitas yang rendah. Hasil dari magnetik juga untuk memodelkan volume dari dapur magma.

Kantong magma adalah ruang bawah tanah besar berisi batuan mencair yang berada di bawah permukaan kerak bumi. Batuan mencair di kantong magma berada pada tekanan yang besar, dan mendapat waktu yang cukup dan tekanan dapat mematahkan bebatuan di sekitarnya membuat jalan keluar untuk magma. Jika dapat menemukan jalan keluar ke permukaan, hasilnya adalah letusan gunungapi. Kantong magma sulit untuk di deteksi, karena itu sebagian besar dari mereka yang dikenal dekat dengan permukaan, biasanya antara 1 km dan 10 km ke bawah.

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Mengetahui batas persebaran magma berdasarkan analisis data Anomali Magnetik Total.
2. Melakukan pemodelan magma berdasarkan data 3D Anomali Magnetik Total.

C. Batasan Penelitian

Analisis zona magmatis dilakukan melalui pemetaan magnetik, sejumlah 141 titik data yang tersebar secara random. Data magnetik berupa data sekunder hasil penelitian yang dilakukan oleh Pusat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Pengolahan data magnetik menggunakan software surfer 10 dan pemodelan menggunakan software MAG3D.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gunungapi

Gunungapi adalah sebuah gunung yang memiliki kawah yang berisi magma dari dalam perut bumi, sebagai suatu sistem saluran fluida panas (batuan dalam wujud cair atau lava). Saluran fluida panas memanjang dari kedalaman sekitar 10 km di bawah permukaan bumi sampai ke permukaan bumi. Termasuk endapan hasil akumulasi material yang dikeluarkan pada saat gunungapi meletus.

Sebagai negara tektono-vulkanik aktif, maka Indonesia kaya akan gunungapi. Banyaknya gunungapi membuat kita untuk mencoba memikirkan bagaimana meminimalisir dan mencegah bahaya yang dapat ditimbulkan oleh batuan gunungapi tersebut. Berdasarkan pemikiran tersebut, maka sampai saat ini di Indonesia telah dilakukan berbagai metode untuk pemantauan gunungapi, antara lain pemantauan gempa bumi (seismik), penyelidikan geokimia, pemantauan deformasi, pemantauan visual, pemantauan lahar, dan pemantauan geomagnet (Katili, 1994).

B. Jenis-jenis Gunungapi

1. *Stratovolcano*

Gunungapi yang masih aktif di dunia, termasuk di Indonesia pada umumnya berbentuk kerucut. Ciri gunungapi berbentuk kerucut adalah memiliki bentuk

puncak yang runcing atau lancip seperti kerucut. Bentuk gunungapi kerucut sering disebut sebagai gunungapi *strato*. Gunung api jenis ini terjadi karena saat meletus, mengeluarkan material melalui lubang kepundan yang bentuknya kental dengan letusan lemah. Tetapi, pada saat terjadi letusan lemah secara berulang-ulang, sebagai akibat tekanan dari dapur magma yang tenaganya kecil, maka magma tidak terlempar jauh melainkan meleleh dan membeku di sekitar lubang kepundan, sehingga membentuk kerucut dan terlihat berlapis-lapis. Contoh gunung bentuk kerucut di Indonesia adalah Gunung Merapi di perbatasan antara Jawa Tengah dengan Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 1. Gunung Merapi (koesoemadinata, 1979).

2. Cinder Volcano

Gunung api ini memiliki karakteristik lubang kepundannya yang berbentuk seperti corong/kubah dengan kemiringan lereng yang curam. Gunung api ini memiliki letusan yang sangat besar berjenis stromboli. Contoh gunung api yang bertipe ini adalah Gunung Vesuvius di Italia.



Gambar 2. Gunung Vesuvius (koesoemadinata, 1979).

3. *Shield Volcano*

Merupakan jenis gunung api terbesar di dunia. Tipe ini terbentuk dari aliran lava basalt dan memiliki kemiringan yang landai. Gunung api ini tidak menghasilkan letusan yang besar karena magma yang dikeluarkan memiliki sifat encer. Magma basalt dengan viskositas rendah ini biasa muncul di daerah hotspot tengah samudera dan daerah batas lempeng divergen. Tipe gunung api ini lebih sering muncul di tengah samudera.



Gambar 3. Gunung Maona Loa (koesoemadinata, 1979).

4. *Kaldera Volcano*

Gunung berapi jenis ini terbentuk dari ledakan yang sangat kuat yang melempar ujung atas gunung sehingga membentuk cekungan. Kaldera merupakan

kawah gunung api yang sangat luas dan di dalam kompleks kawah tersebut sering muncul gunung api baru seperti Kaldera Bromo dan Yellowstone.



Gambar 4. Gunung Bromo (kusumadinata, 1979).

C. Geologi Regional Daerah Penelitian

Secara administratif daerah penelitian terletak di Gunungapi Ili Lewotolo termasuk ke dalam kecamatan Ili Ape, Kabupaten Lembata, Provinsi Nusa Tenggara Timur. **Gambar 5.** Merupakan Peta Geologi regional daerah penelitian.

1. Stratigrafi

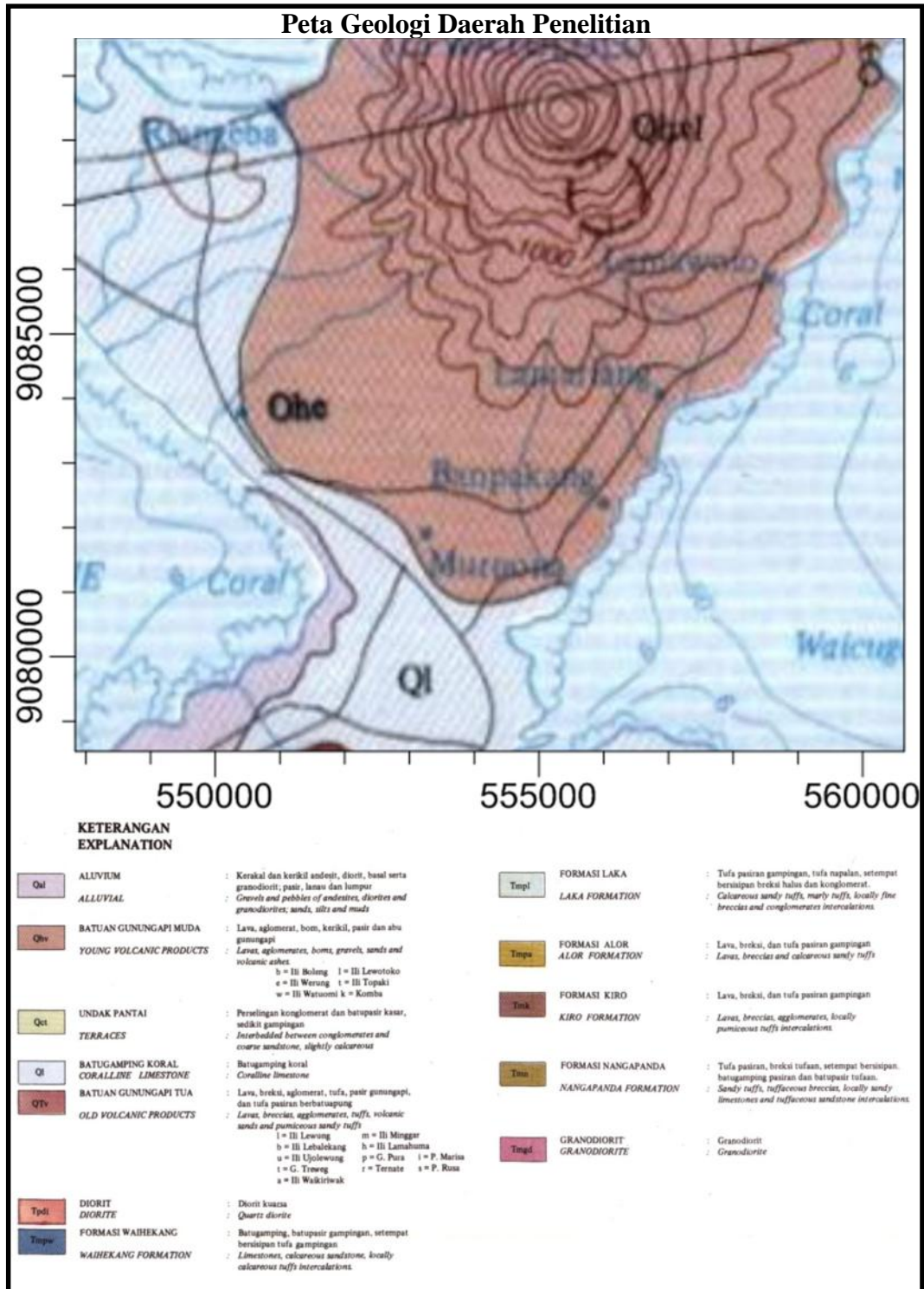
Menurut Hartmann (1935) menyimpulkan bahwa semua gunungapi aktif di P. Lomblen ditandai dengan adanya jalur patahan di puncak. Jalur gunungapinya berarah tenggara-baratdaya. Gunungapi Ili Lewotolo memiliki garis penampang yang indah dan teratur, tetapi di beberapa tempat muncul ketidakteraturan diakibatkan oleh aliran lava yang berakhir pada sayap gunung. Lereng Gunungapi Ili Lewotolo terdiri dari abu gunungapi, breksi, pasir gunungapi, bom gunungapi, dan aliran lava, kecuali di lereng baratdaya relatif jarang.

Reksowirogo (1972) menulis bahwa Gunungapi Ili Lewotolo yang dibangun di atas batu gamping koral dan mempunyai titik ketinggian 1319 m dpl terletak di

semenanjung utara P. Lomblen, Kabupaten Flores Timur. Di puncak gunungapi Ili Lewotolo terdapat sebuah kawah besar dengan ukuran 800 x 900 m, di bagian baratdaya terdapat kerucut dengan titik ketinggian 1319 m dpl. Di dekat kerucut baru tersebut terdapat kawah dengan hembusan solfatara yang hampir mengelilingi kerucut baru tersebut, terbanyak di lerang bagian barat sedangkan di bagian timurnya sedikit.

2. Petrologi

Lava lama adalah basalt olivin, andesit piroksin dan andesit piroksen amfibol hingga andesit trakit. Beberapa basalt olivin mengandung biotit. Lava muda adalah basalt olivin, basalt olivin hingga basalt trakit dan andesit piroksin hingga andesit trakit dengan sedikit amfibol (Brouwer, 1940). Menurut Santosa (1994) secara petrografis batuan G. Ili Lewotolo terbagi menjadi 3 jenis yaitu andesit, andesit basaltik dan basalt. Fenokris utama penyusunnya adalah plagioklas, piroksen, mineral opak ditambah dengan atau tanpa adanya olivin dan hornblenda yang tertanam dalam massa dasar berupa mikrolit-mokrolit plagioklas, gelas dan mikrogranular piroksen.



Gambar 5. Peta geologi regional daerah penelitian, lembar Lomblen Nusa Tenggara Timur (Santosa, 1994).

III. TEORI DASAR

A. Prinsip Dasar Metode Magnetik

Penelitian mengenai sumber medan magnet utama bumi yaitu sumber dari luar dan dalam bumi dilakukan oleh Gauss pada tahun 1838 yang menyimpulkan bahwa medan magnet utama bumi yang terukur di permukaan hampir seluruhnya disebabkan oleh sumber dari dalam bumi, sedangkan sumber dari luar bumi pengaruhnya sangat kecil (Blakely, 1995).

Beberapa teori klasik menyatakan bahwa medan magnet bumi timbul sebagai akibat adanya aliran listrik pada kerak bumi. Dalam perputaran bumi secara keseluruhan dapat dimisalkan sebagai layaknya sebuah dinamo raksasa. Suatu medan magnet timbul sebagai hasil kombinasi gerak dan aliran listrik. Di dalam inti bumi ada aksi dinamo oleh dirinya sendiri yang disebut *self-exciting dynamo actions*, teori ini dikemukakan oleh Elsasser pada tahun 1950 (Clark, 1971).

Metode Geomagnet (magnetik) dilakukan berdasarkan pengukuran anomali geomagnet yang diakibatkan oleh perbedaan kontras susceptibilitas atau permeabilitas magnetik tubuh jebakan dari daerah sekelilingnya. Perbedaan permeabilitas relatif itu diakibatkan oleh perbedaan distribusi mineral *ferromagnetic*, *paramagnetic* dan *diamagnetic*. Alat yang digunakan untuk mengukur anomali geomagnet yaitu magnetometer. Metode geomagnet ini sensitif

terhadap perubahan *vertical*, umumnya digunakan untuk mempelajari tubuh intrusi, batuan dasar, urat *hydrothermal* yang kaya akan mineral *ferromagnetic* dan struktur geologi. Metode geomagnet ini digunakan pada studi *geothermal* karena mineral-mineral *ferromagnetic* akan kehilangan sifat kemagnetannya bila dipanasi mendekati temperatur *Curie*. Oleh karena itu digunakan untuk mempelajari daerah yang diduga mempunyai potensi *geothermal* (Ismail, 2010).

Menurut Sheriff (1989) menyatakan bahwa gaya magnetik berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak antara dua muatan magnetik, yang persamaannya mirip seperti hukum gaya gravitasi Newton. Dengan demikian, apabila dua buah kutub P_1 dan P_2 dari *monopol* magnetik yang terpisah pada jarak r , maka persamaan gaya magnetik dinyatakan seperti berikut,

$$\vec{F}_m = \frac{1}{\mu} \frac{P_1 P_2}{r^2} \vec{r} \quad (1)$$

dimana,

\vec{F}_m adalah gaya magnetik *monopol* pada P_1 dan P_2

\vec{r} adalah vektor satuan ber-arah dari P_1 ke P_2

P adalah muatan kutub 1 dan 2 *monopol*

μ adalah permeabilitas medium magnetik (untuk ruang hampa $\mu = 1$).

1. Kuat Medan Magnetik

Gaya magnetik \vec{F}_m per satuan muatan P_1 didefinisikan sebagai kuat medan magnetik terukur (H). Dengan demikian dihasilkan kuat medan magnet pada muatan P_1 , dapat dinyatakan sebagai,

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}_m}{P_1} = \frac{1}{\mu} \frac{P_2}{r^2} \vec{r} \quad (2)$$

dimana,

\vec{H} adalah Kuat medan magnetik terukur.

2. Intensitas Magnetik

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

$$\vec{M} = k \cdot \vec{H} \quad (3)$$

dimana,

\vec{M} adalah intensitas magnetisasi,

k adalah suseptibilitas magnetik.

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

$$k = 4\pi k' \quad (4)$$

dimana,

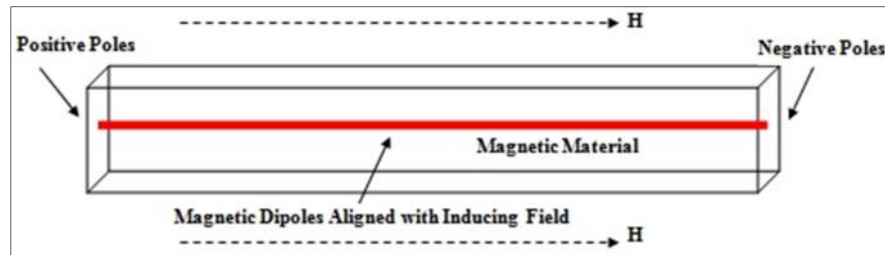
k' adalah suseptibilitas magnetik (semu),

k adalah suseptibilitas magnetik (SI).

3. 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.

Pada **Gambar 6.** mengilustrasikan medan magnet induksi yang timbul pada bahan magnetik yang mana medan magnet induksi (\mathbf{H}) masuk melalui kutub positif mengarah ke kutub negatif.



Gambar 6. Contoh induksi magnetik pada bahan magnetik (Reynold, 1997).

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

$$\vec{B} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M}) = \mu_0 (1 + k) \vec{H} \quad (5)$$

dimana,

μ_0 adalah permeabilitas ruang hampa (4×10^{-7}),

μ adalah $\mu_0 (1+k)$ permeabilitas magnetik relatif.

Persamaan (5) atas dapat juga dituliskan,

$$\vec{B} = \mu \vec{H} \quad (6)$$

Persamaan (5) dan (6) 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 7**.

Apabila,

$$F = F_{amb} + F_{ind} \quad (7)$$

Sehingga,

$$F_{ind} = F - F_{amb} \quad (8)$$

Maka total anomali F adalah pengurang medan magnet total (F) dengan medan magnet kerak bumi (F_{amb}),

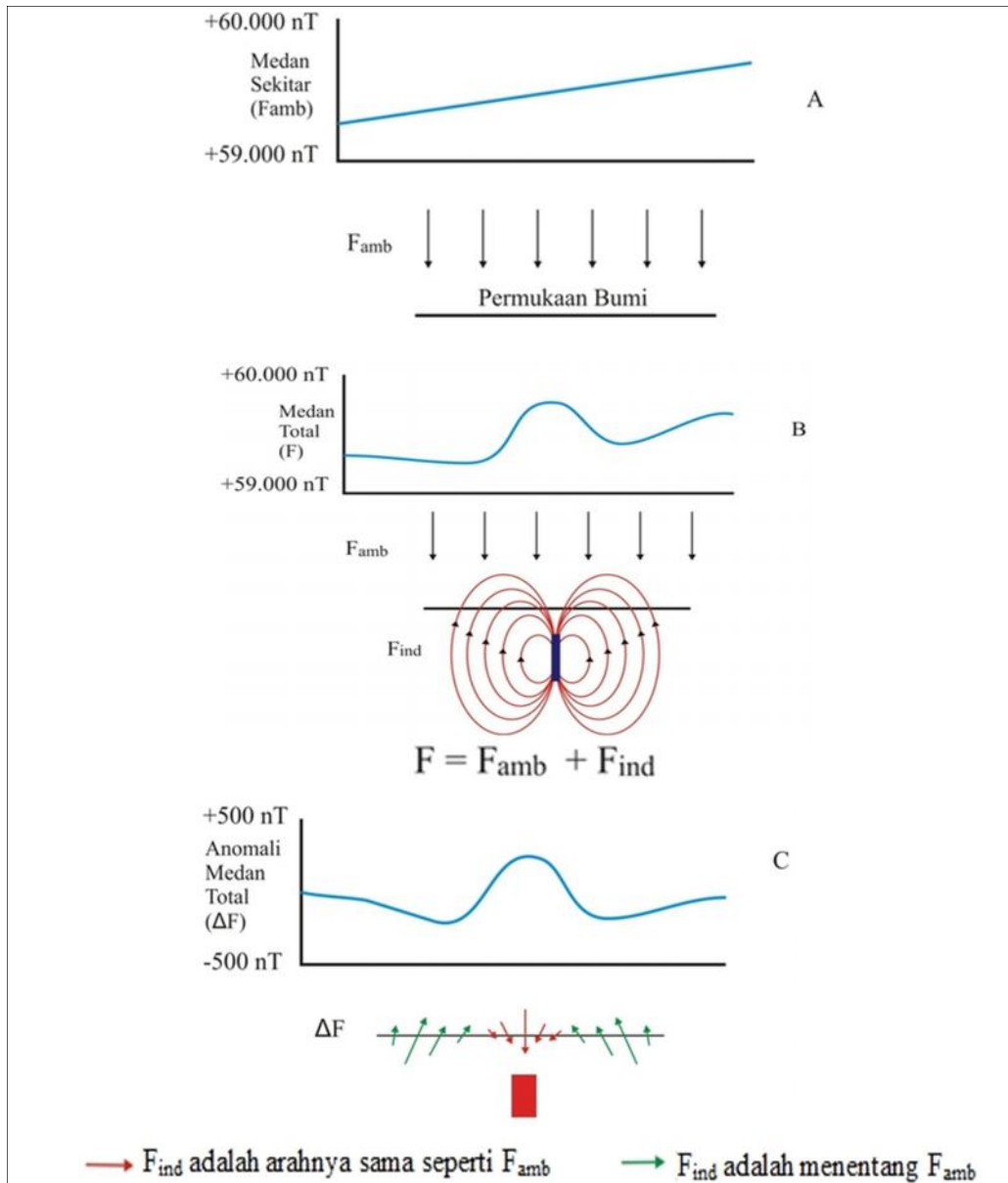
$$\Delta F = F - F_{amb} \quad (9)$$

dimana,

F : total medan magnet,

F_{amb} : medan magnet kerak pada lokasi tertentu,

F_{ind} : induksi medan magnet.



Gambar 7. 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 anomali total (ΔF) dari pengurangan medan magnet total (F) oleh medan magnet kerak (F_{amb}) (Butler, 1992).

4. Kemagnetan Bumi

Medan magnet bumi secara sederhana dapat digambarkan sebagai medan magnet yang ditimbulkan oleh batang magnet raksasa yang terletak di dalam inti bumi, namun tidak berimpit dengan garis utara-selatan geografis bumi.

Sedangkan kuat medan magnet sebagian besar berasal dari dalam bumi sendiri (98%) atau medan magnet dalam (*internal field*), sedangkan sisanya (2%) ditimbulkan oleh induksi magnetik batuan di kerak bumi maupun dari luar angkasa. Medan magnet internal berasal dari inti bumi (*inner core*) dan kerak bumi (*crustal earth*). Beberapa alasan, sehingga bumi memiliki medan magnetik, diantaranya;

1. Kecepatan rotasi Bumi yang tinggi
2. Proses konveksi mantel dengan inti luar bumi (bersifat kental)
3. Inti dalam (padat) yang konduktif, kandungan yang kaya besi.

Medan magnet bumi secara sederhana dapat digambarkan sebagai medan magnet yang ditimbulkan oleh batang magnet raksasa yang terletak dalam inti bumi.

5. Kutub Geomagnetik

Geomagnetical pole (kutub geomagnetik/ kutub *dipole*) adalah persimpangan sudut kutub geografis dari permukaan bumi dengan sumbu magnet batang hipotesis yang ditempatkan di pusat bumi dan diperkirakan sebagai bidang geomagnetik (Reynold, 1997). Ada semacam kutub masing-masing di belahan bumi dan kutub disebut sebagai "kutub utara geomagnetik" dan "kutub selatan geomagnetik".

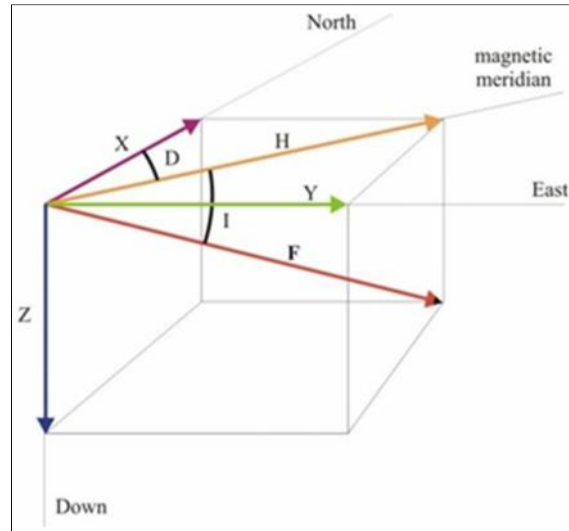
Catatan: Bumi memiliki dua kutub yang sering dikenal sebagai “*Geomagnetic Poles*” yang merupakan kutub teoritis dimana sumbu magnet membentuk sudut $11,5^\circ$ dengan sumbu rotasi bumi, yaitu pada,

1. Kutub utara magnet terletak di *Canadian Artic Island* dengan lintang : $75,5^\circ$ BT dan bujur : $100,4^\circ$ BB.
2. Kutub selatan magnet terletak di *Coast of Antartica South of Tasmania* dengan lintang : $66,5^\circ$ LS dan bujur : 140° BT.

B. Medan Magnet Bumi

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis atau disebut juga elemen medan magnet bumi **Gambar 8.** yang dapat diukur, yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya. Parameter fisis tersebut meliputi:

- a. *Deklinasi (D)*, yaitu sudut antara utara magnetik dengan komponen horizontal yang dihitung dari utara menuju timur.
- b. *Inklinasi (I)*, yaitu sudut antara medan magnetik total dengan bidang horizontal yang dihitung dari bidang horizontal menuju bidang vertikal ke bawah.
- c. *Intensitas Horizontal (H)*, yaitu besar dari medan magnetik total pada bidang horizontal.
- d. *Medan magnetik total (B)*, yaitu besar dari vektor medan magnetik total.



Gambar 8. Tiga Elemen medan magnet bumi (Reynold, 1997).

Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut *International Geomagnetics Reference Field (IGRF)* yang diperbaharui setiap 5 tahun sekali. Nilai-nilai IGRF tersebut diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km² yang dilakukan dalam waktu satu tahun. Medan magnet bumi terdiri dari 3 bagian :

1. Medan magnet utama (*main field*)

Medan magnet utama dapat didefinisikan sebagai medan rata-rata hasil pengukuran dalam jangka waktu yang cukup lama mencakup daerah dengan luas lebih dari 10⁶ km².

2. Medan magnet luar (*external field*)

Pengaruh medan magnet luar berasal dari pengaruh luar bumi yang merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet dari matahari. Karena sumber medan luar ini berhubungan dengan arus listrik yang mengalir dalam lapisan terionisasi di atmosfer, maka perubahan medan ini terhadap waktu jauh lebih cepat.

Perubahan secara periodik meliputi:

- a. *Variasi sekuler* : variasi medan utama dengan perioditas sekitar 960 tahun.
- b. *Variasi tahunan* : biasanya dalam aplikasi magnet bumi variasi ini diabaikan.
- c. *Variasi harian* dengan periode 24 jam dengan range 20x bervariasi sesuai ketinggian dan musim yang dikontrol oleh aktivitas matahari dan arus listrik pada ionosfer.

3. Medan magnet anomali

Medan magnet anomali sering juga disebut medan magnet lokal (*crustal field*). Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineral bermagnet seperti magnetite ($F_{e7}S_8$), titanomagnetite ($F_{e2}TiO_4$) dan lain-lain yang berada di kerak bumi.

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. 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 (Telford, 1976), sehingga dalam pengukuran medan magnet berlaku:

$$\vec{H}_T = \vec{H}_M + \vec{H}_L + \vec{H}_A \quad (10)$$

dimana,

\vec{H}_T : medan magnet total bumi

\vec{H}_M : medan magnet utama bumi

\vec{H}_L : medan magnet luar

\vec{H}_A : medan magnet anomali

C. Suseptibilitas Magnetik

Suseptibilitas adalah derajat kemagnetan suatu bahan atau material dalam respon terhadap pengaruh medan magnet luar. Suseptibilitas magnet dilambangkan dengan simbol k yang dihasilkan dari hubungan:

$$k = \frac{I}{H} \quad (11)$$

dimana,

I : intensitas magnet (A/m)

H : kuat medan magnet bumi = 0,6 Gauss = $0,6 \times 10^3$ A/m

K : suseptibilitas magnet

Harga suseptibilitas (k) ini sangat penting di dalam pencarian benda anomali, karena sifat ferromagnetik untuk setiap jenis mineral dan batuan yang berbeda antara satu dengan lainnya. Nilai (k) pada batuan semakin besar, jika dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral bersifat magnetik.

Berdasarkan nilai (k) dibagi menjadi kelompok-kelompok jenis material dan batuan penyusun litologi bumi, yaitu:

1. Diamagnetik

Material diamagnetik mempunyai harga suseptibilitas magnetik (k) negatif dan sangat kecil. Ini artinya bahwa orientasi elektron orbital substansi ini selalu berlawanan arah dengan medan magnet luar. Penyebabnya adalah pada batuan diamagnetik atom-atom pembentuk material tersebut tiap elektronnya saling berpasangan dan mempunyai spin yang berlawanan dalam tiap pasangan. Jika mendapat medan magnet luar, maka elektron tersebut berpresisi dan membentuk medan magnet lemah yang melawan medan magnet luar. Contoh: bismuth, granit, gipsum, marmer, kuarsa, garam, quartz (SiO_2), dan calcite (CaCO_3) pada **Tabel 1** diperlihatkan beberapa nilai suseptibilitas material diamagnetisme.

Tabel 1. Suseptibilitas material diamagnetisme (Telford, 1976).

Material	<i>Diamagnetism</i> ($\times 10^{-5}$)
Bismut	-16.6
Karbon (Berlian)	-2.1
Karbon (Grafit)	-1.6
Tembaga	-1.0
Timbal	-1.8
Mercuri	-2.9
Perak	-2.6
Air	-0.91

2. Paramagnetik

Di dalam paramagnetik terdapat kulit elektron terluar yang belum jenuh, yakni ada elektron yang putarannya tidak berpasangan dan mengarah pada arah putaran yang sama. Jika terdapat medan magnetik luar, putaran tersebut berpresesi menghasilkan medan magnet yang mengarah searah dengan medan tersebut, sehingga memperkuatnya. Akan tetapi momen magnetik yang terbentuk terorientasi acak oleh agitasi termal, oleh karena itu bahan tersebut dapat dikatakan mempunyai sifat :

- Suseptibilitas k positif dan sedikit lebih besar dari satu.

- Suseptibilitas k bergantung pada temperatur.

Contoh : piroksen, olivin, garnet, biotit, amfibolit dll pada **Tabel 2** diperlihatkan beberapa nilai suseptibilitas dari material paramagnetisme.

Tabel 2. Suseptibilitas material paramagnetisme (Telford, 1976).

Material	Paramagnetism ($\times 10^{-5}$)
<i>Tungsten</i>	6.8
<i>Cesium</i>	5.1
<i>Aluminium</i>	2.2
<i>Lithium</i>	1.4
<i>Magnesium</i>	1.2
<i>Sodium</i>	0.72

3. Ferromagnetik

Terdapat banyak kulit elektron yang hanya diisi oleh suatu elektron, sehingga mudah terinduksi oleh medan luar. Keadaan ini diperkuat lagi oleh adanya kelompok-kelompok bahan berspin searah yang membentuk *dipole-dipole* magnet (*domain*) mempunyai arah sama, apalagi jika di dalam medan magnet luar. Mempunyai sifat :

- Suseptibilitas k positif dan jauh lebih besar dari satu.
- Suseptibilitas k bergantung dari temperatur.

Contoh : besi, nikel, kobal, *terbium*, *dysprosium*, dan *neodymium*.

Ferromagnetik dibagi menjadi dua, yaitu:

a. 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 k seperti paramagnetik, tetapi harganya naik sampai

dengan titik *curie* kemudian turun lagi menurut hukum *curie-weiss*. Contoh: hematit (Fe_2O_3).

b. 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 (Fe_3O_4), ilmenit (FeTiO_3), pirhotit (FeS), hematit (Fe_2O_3), *ferrite* (NiOFe_2O_3), *yttrium* ($\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$). Berdasarkan proses terjadinya, maka ada dua macam magnet:

Magnet induksi bergantung pada suseptibilitasnya menyebabkan anomali pada medan magnet bumi. Magnet permanen bergantung pada sejarah pembentukan batuan sifat kemagnetan batuan diperlihatkan pada **Tabel 3** suseptibilitas dari batuan dan mineral.

Tabel 3. Suseptibilitas batuan dan mineral (Telford, 1976).

Jenis	Suseptibilitas $\times 10^3$ (SI)	
	Jarak	Rata-rata
Batuan Sedimen		
Dolomit	0 – 0,9	0,1
Batugamping	0 – 3	0,3
Batupasir	0 – 20	0,4
Serpih	0,01 – 15	1,6
Batuan Metamorf		
<i>Amphibolite</i>		0,7
Sekis	0,3 – 3	1,4
Filit		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	0,2 – 35	
Dolorit	1 – 35	17
<i>Augite-syenite</i>	30 – 40	

<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
Mineral-mineral		
Grapit		0,1
Kuarsa		-0,01
Batu garam		-0,01
<i>Anhidrit gypsum</i>		-0,01
Kalsit	-0,001 – -0,01	
Batubara		0,02
Lempung		0,2
Kalkofirit		0,4
Siderit	1 – 4	
Pirit	0,05 – 5	1,5
Limonit		2,5
Arsenopirit		3
Hematit	0,5 – 35	6,5
Kromit	3 – 110	7
Franklinit		430
Firhotit	1 – 0,006	1500
Ilmenit	300 – 3500	1800
Magnetit	1,2 – 0,00192	6000

D. Pengolahan Data Magnetik

1. Koreksi Metode Magnetik

Untuk memperoleh nilai anomali medan magnetik yang diinginkan, maka data magnetik yang telah diperoleh harus dikoreksi dari pengaruh medan magnet yang lain. Secara umum koreksi yang dilakukan dalam survei magnetik meliputi:

a. Koreksi Harian

Koreksi harian (*diurnal correction*) merupakan penyimpangan nilai medan magnetik bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek radiasi matahari dalam

satu hari. Waktu yang dimaksudkan harus mengacu atau sesuai dengan waktu pengukuran data medan magnetik di setiap titik lokasi (stasiun pengukuran) yang akan dikoreksi. Apabila nilai variasi harian negatif, maka koreksi harian dilakukan dengan cara menambahkan nilai variasi harian yang terekan pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi. Sebaliknya apabila variasi harian bernilai positif, maka koreksinya dilakukan dengan cara mengurangi nilai variasi harian yang terekan pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi, data dituliskan dalam persamaan:

$$\Delta H = H_{total} \pm \Delta H_{harian} \quad (12)$$

b. Koreksi IGRF

Data hasil pengukuran medan magnetik pada dasarnya adalah kontribusi dari tiga komponen dasar, yaitu medan magnetik utama bumi, medan magnetik luar dan medan anomali. Nilai medan magnetik utama tidak lain adalah nilai IGRF. Jika nilai medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi harian, maka kontribusi medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi IGRF. Koreksi IGRF dapat dilakukan dengan cara mengurangi nilai IGRF terhadap nilai medan magnetik total yang telah terkoreksi harian pada setiap titik pengukuran pada posisi geografis yang sesuai. Persamaan koreksinya (setelah dikoreksi harian) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H = H_{total} \pm H_{harian} \pm H_0 \quad (13)$$

dimana,

$$H_0 = \text{IGRF}$$

c. Koreksi Topografi

Koreksi topografi dilakukan jika pengaruh topografi dalam survei magnetik sangat kuat. Koreksi topografi dalam survei geomagnetik tidak mempunyai aturan yang jelas. Salah satu metode untuk menentukan nilai koreksinya adalah dengan membangun suatu model topografi menggunakan pemodelan beberapa prisma segiempat. Ketika melakukan pemodelan, nilai susceptibilitas magnetik (k) batuan topografi harus diketahui, sehingga model topografi yang dibuat, menghasilkan nilai anomali medan magnetik (H_{top}) sesuai dengan fakta. Selanjutnya persamaan koreksinya (setelah dilakukan koreksi harian dan IGRF) dapat dituliskan sebagai:

$$H = H_{total} \pm H_{harian} - H_0 - H_{top} \quad (14)$$

Setelah semua koreksi dikenakan pada data-data medan magnetik yang terukur di lapangan, maka diperoleh data anomali medan magnetik total di topografi. Untuk mengetahui pola anomali yang diperoleh, yang akan digunakan sebagai dasar dalam pendugaan model struktur geologi bawah permukaan yang mungkin, maka data anomali harus disajikan dalam bentuk peta kontur. Peta kontur terdiri dari garis-garis kontur yang menghubungkan titik-titik yang memiliki nilai anomali sama, yang diukur dari suatu bidang pembanding tertentu.

2. Anomali Medan Magnetik

Anomali medan magnet bumi adalah perbedaan nilai medan magnet antara hasil pengamatan dengan medan magnet teoritis (IGRF). Berdasarkan sifat medan magnet bumi dan sifat kemagnetan bahan pembentuk batuan, maka bentuk medan magnet anomali yang ditimbulkan oleh benda penyebabnya tergantung pada:

1. Inklinal medan magnet bumi di sekitar benda penyebab.
2. Geometri dari benda penyebab.
3. Kecenderungan arah dipol-dipol magnet di dalam benda penyebab.

4. Orientasi arah dipol-dipol magnet benda penyebab terhadap arah medan bumi.

Dalam survei 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 magnet induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan besar terhadap magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetiknya serta berkaitan dengan peristiwa kemagnetan sebelumnya, sehingga sangat rumit untuk diamati. 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 magnetiknya kurang dari 25% medan magnet utama bumi (Telford, 1976), sehingga dalam pengukuran medan magnet berlaku:

$$\Delta T = T_{obs} - T_{IGRF} - T_{VH} \quad (15)$$

dimana,

ΔT : anomali medan magnet total

T_{obs} : harga medan magnet terukur

T_{IGRF} : medan magnet utama bumi

T_{VH} : medan magnet akibat variasi harian (koreksi diurnal)

Anomali medan magnet yang ditimbulkan oleh mineral ferromagnetik terkonsentrasi pada bagian teratas kerak bumi dapat mencapai amplitude 2 kali

harga H_0 . Kebanyakan anomali terletak pada range 50-500 gamma, tetapi dapat juga mencapai 2-100.000 gamma misalnya di atas deposit magnetit.

Berikut ini beberapa sifat-sifat dari nilai anomali intensitas medan magnet:

1. Nilai anomali magnet tinggi (positif) biasanya ditempati oleh batuan berifat magnetit atau mineral magnetit, seperti batuan lava andesit yang diperkirakan mempunyai hubungan erat dengan batuan intruksi yang muncul sebagai singkapan dan bersifat magnetik sedang sampai tinggi. Umumnya mineral magnetik mengandung Fe lebih dari 70%.
2. Nilai anomali magnet sedang ditafsirkan sebagai batuan yang non magnetik seperti sedimen dan piroklastik serta batuan yang telah mengalami demagnetisasi yang diperkirakan mempunyai kaitan dengan adanya sumber panas di lokasi penyelidikan.

Nilai anomali magnet rendah (negatif) ditafsirkan sebagai batuan yang telah mengalami demagnetisasi. Lava dan andesit yang telah lapuk, abu gunungapi, batuan sedimen serta piroklastik diperkirakan mempunyai kaitan erat dengan munculnya manifestasi sumber panas bumi.

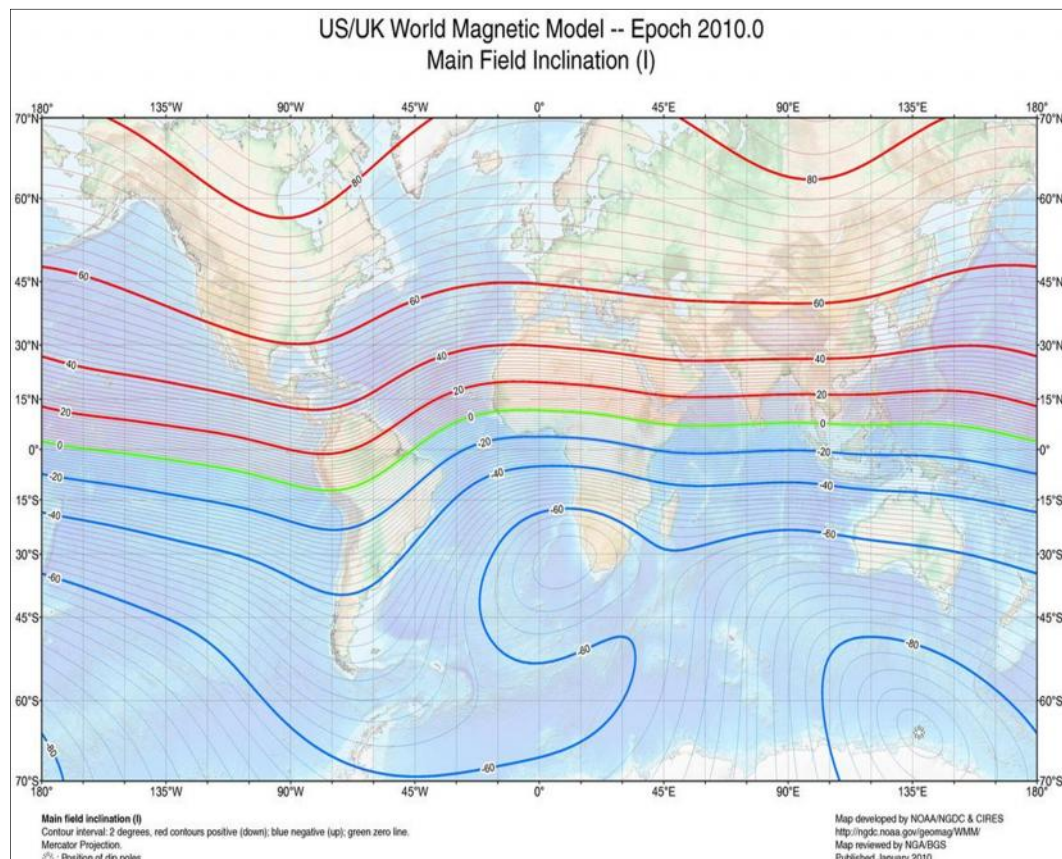
3. Reduksi Ke Bidang Datar

Untuk mempermudah proses pengolahan dan interpretasi data magnetik, maka data anomali medan magnetik total yang masih tersebar di topografi harus direduksi atau dibawa ke bidang datar. Proses transformasi ini mutlak dilakukan, karena proses pengolahan data berikutnya mensyaratkan *input* anomali medan magnetik yang terdistribusi pada bidang datar. Beberapa teknik untuk mentransformasi data anomali medan magnetik ke bidang datar, antara lain : teknik sumber ekuivalen (*equivalent source*), lapisan ekuivalen (*equivalent layer*)

dan pendekatan deret Taylor (*Taylor series approximaion*), dimana setiap teknik mempunyai kelebihan dan kekurangan (Blakely, 1995).

4. Reduksi Ke Kutub (*Reduced To Pole*)

Proses yang dilakukan untuk menghilangkan gangguan dalam objek magnetik (dwikutub) atau dikenal dengan gangguan kutub, yang akan di transformasikan menjadi (satu kutub). Reduksi ke kutub adalah salah satu filter pengolahan data magnetik untuk menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik. Filter tersebut diperlukan karena sifat *dipole* anomali magnetik menyulitkan interpretasi data lapangan yang umumnya masih berpola asimetrik. **Gambar 9.** megilustrasikan mengenai pembagian variasi inklinasi dari kutub utara (+90) sampai kutub selatan (-90) dan nilai inklinasi (0) terdapat di equator.



Gambar 9. Variasi inklinasi global yang ditentukan oleh acuan model *international geomagnetic reference field* (IGRF) (NOAA, 2010).

5. Interpretasi Geomagnetik

Secara umum interpretasi data geomagnetik terbagi menjadi dua, yaitu interpretasi kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali medan magnetik yang bersumber dari distribusi benda-benda termagnetisasi atau struktur geologi bawah permukaan bumi. Selanjutnya pola anomali medan magnetik yang dihasilkan ditafsirkan berdasarkan informasi geologi setempat dalam bentuk distribusi benda magnetik atau struktur geologi, yang dijadikan dasar pendugaan terhadap keadaan geologi yang sebenarnya.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian Geomagnetik ini dilaksanakan selama 1 bulan tertanggal 01 Juli s/d 01 Agustus 2014 di Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Badan Geologi Jl. Diponegoro No.57, Bandung 40122.

B. Tabel Jadwal Kegiatan Penelitian

Adapun rincian waktu jadwal penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Tabel jadwal penelitian

No	Kegiatan	Bulan Ke-1				Bulan Ke-2			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■					
2	Pengumpulan Data	■	■	■					
3	Pengolahan Data dan Analisa Data			■	■	■			
4	Interpretasi dan Diskusi				■	■	■		
5	Persentasi dan Evaluasi						■	■	■
6	Penyusunan Laporan						■	■	■

C. Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Laptop
2. *Software Word*
3. *Software Surfer 10*
4. *Software MAG3D*

D. Metode Pengukuran Data Magnetik

Dalam melakukan pengukuran geomagnetik, peralatan paling utama yang digunakan adalah magnetometer. Peralatan ini digunakan untuk mengukur kuat medan magnetik di lokasi survei. Salah satu jenisnya adalah Proton Precision Magnetometer (PPM) yang digunakan untuk mengukur nilai kuat medan magnetik total. Peralatan lain yang bersifat pendukung di dalam survei magnetik adalah Global Positioning System (GPS). Peralatan ini digunakan untuk mengukur posisi titik pengukuran yang meliputi bujur, lintang, ketinggian, dan waktu. GPS ini dalam penentuan posisi suatu titik lokasi menggunakan bantuan satelit. Penggunaan sinyal satelit karena sinyal satelit menjangkau daerah yang sangat luas dan tidak terganggu oleh gunung, bukit, lembah dan jurang.

E. Pengaksesan Data IGRF

IGRF singkatan dari *The International Geomagnetic Reference Field*. Merupakan medan acuan geomagnetik internasional. Pada dasarnya nilai IGRF merupakan nilai kuat medan magnetik utama bumi (H_0). Nilai IGRF termasuk nilai yang ikut terukur pada saat kita melakukan pengukuran medan magnetik di permukaan bumi, yang merupakan komponen paling besar dalam survei geomagnetik, sehingga perlu dilakukan koreksi untuk menghilangkannya. Koreksi nilai IGRF terhadap data medan magnetik hasil pengukuran dilakukan karena nilai yang menjadi target survei magnetik adalah anomali medan magnetik (H_{r0}).

Nilai IGRF yang diperoleh dikoreksikan terhadap data kuat medan magnetik total dari hasil pengukuran di setiap stasiun atau titik lokasi pengukuran. Meskipun nilai IGRF tidak menjadi target survei, namun nilai ini bersama-sama

dengan nilai sudut inklinasi dan sudut deklinasi sangat diperlukan pada saat memasukkan pemodelan dan interpretasi.

F. Pengolahan Data Magnetik

Untuk memperoleh nilai anomali medan magnetik yang diinginkan, maka dilakukan koreksi terhadap data medan magnetik total hasil pengukuran pada setiap titik lokasi atau stasiun pengukuran, yang mencakup koreksi harian, IGRF dan topografi.

1. Koreksi Harian

Koreksi harian (*diurnal correction*) merupakan penyimpangan nilai medan magnetik bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek radiasi matahari dalam satu hari. Waktu yang dimaksudkan harus mengacu atau sesuai dengan waktu pengukuran data medan magnetik di setiap titik lokasi (stasiun pengukuran) yang akan dikoreksi. Apabila nilai variasi harian negatif, maka koreksi harian dilakukan dengan cara menambahkan nilai variasi harian yang terekan pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi. Sebaliknya apabila variasi harian bernilai positif, maka koreksinya dilakukan dengan cara mengurangi nilai variasi harian yang terekan pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi, dapat dituliskan dalam persamaan

$$H = H_{total} \pm H_{harian}$$

2. Koreksi IGRF

Data hasil pengukuran medan magnetik pada dasarnya adalah kontribusi dari tiga komponen dasar, yaitu medan magnetik utama bumi, medan magnetik luar dan medan anomali. Nilai medan magnetik utama tidak lain adalah nilai IGRF.

Jika nilai medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi harian, maka kontribusi medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi IGRF. Koreksi IGRF dapat dilakukan dengan cara mengurangi nilai IGRF terhadap nilai medan magnetik total yang telah terkoreksi harian pada setiap titik pengukuran pada posisi geografis yang sesuai. Persamaan koreksinya (setelah dikoreksi harian) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$H = H_{total} \pm H_{harian} \pm H_0$$

Dimana,

$$H_0 = \text{IGRF}$$

3. Koreksi Topografi

Koreksi topografi dilakukan jika pengaruh topografi dalam survei magnetik sangat kuat. Koreksi topografi dalam survei geomagnetik tidak mempunyai aturan yang jelas. Salah satu metode untuk menentukan nilai koreksinya adalah dengan membangun suatu model topografi menggunakan pemodelan beberapa prisma segiempat. Ketika melakukan pemodelan, nilai suseptibilitas magnetik (k) batuan topografi harus diketahui, sehingga model topografi yang dibuat, menghasilkan nilai anomali medan magnetik (H_{top}) sesuai dengan fakta. Selanjutnya persamaan koreksinya (setelah dilakukan koreksi harian dan IGRF) dapat dituliskan sebagai

$$H = H_{total} \pm H_{harian} - H_0 - H_{top}$$

Setelah semua koreksi dikenakan pada data-data medan magnetik yang terukur di lapangan, maka diperoleh data anomali medan magnetik total di topografi. Untuk mengetahui pola anomali yang diperoleh, yang akan digunakan sebagai dasar dalam pendugaan model struktur geologi bawah permukaan yang mungkin, maka data anomali harus disajikan dalam bentuk peta kontur. Peta

kontur terdiri dari garis-garis kontur yang menghubungkan titik-titik yang memiliki nilai anomali sama, yang diukur dari suatu bidang pembanding tertentu.

4. Anomali Medan Magnetik

Anomali medan magnet bumi adalah perbedaan nilai medan magnet antara hasil pengamatan dengan medan magnet teoritis (IGRF). Berdasarkan sifat medan magnet bumi dan sifat kemagnetan bahan pembentuk batuan, maka bentuk medan magnet anomali yang ditimbulkan oleh benda penyebabnya tergantung pada:

1. Iklinasi medan magnet bumi di sekitar benda penyebab.
2. Geometri dari benda penyebab.
3. Kecenderungan arah dipol-dipol magnet di dalam benda penyebab.
4. Orientasi arah dipol-dipol magnet benda penyebab terhadap arah medan bumi.

Dalam survei 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 magnet induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan besar terhadap magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetiknya serta berkaitan dengan peristiwa kemagnetan sebelumnya sehingga sangat rumit untuk diamati. 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 magnetiknya kurang dari 25% medan magnet utama bumi (Telford, 1976), sehingga dalam pengukuran medan magnet berlaku:

$$\Delta T = T_{obs} - T_{IGRF} - T_{VH} \quad 15$$

dimana,

ΔT : anomali medan magnet total

T_{obs} : harga medan magnet terukur

T_{IGRF} : medan magnet utama bumi

T_{VH} : medan magnet akibat variasi harian (koreksi diurnal)

Anomali medan magnet yang ditimbulkan oleh mineral ferromagnetik terkonsentrasi pada bagian teratas kerak bumi dapat mencapai amplitude 2 kali harga H_0 . Kebanyakan anomali terletak pada range 50-500 gamma, tetapi dapat juga mencapai 2-100.000 gamma misalnya di atas deposit magnetit.

Berikut ini beberapa sifat-sifat dari nilai anomali intensitas medan magnet:

1. Nilai anomali magnet tinggi (positif) biasanya di tempati oleh batuan berifat magnetit atau mineral magnetit, seperti batuan lava andesit yang diperkirakan mempunyai hubungan erat dengan batuan intruksi yang muncul sebagai singkapan dan bersifat magnetik sedang sampai tinggi. Umumnya mineral magnetik mengandung Fe lebih dari 70%.
2. Nilai anomali magnet sedang ditafsirkan sebagai batuan yang non magnetik seperti sedimen dan piroklastik serta batuan yang telah mengalami demagnetisasi yang diperkirakan mempunyai kaitan dengan adanya sumber panas di lokasi penyelidikan.

Nilai anomali magnet rendah (negatif) ditafsirkan sebagai batuan yang telah mengalami demagnetisasi. Lava dan andesit yang telah lapuk, abu gunungapi, batuan sedimen serta piroklastik diperkirakan mempunyai kaitan erat dengan munculnya manifestasi sumber panas bumi.

5. Reduksi ke Bidang Datar

Untuk mempermudah proses pengolahan dan interpretasi data magnetik, maka data anomali medan magnetik total yang masih tersebar di topografi harus direduksi atau dibawa ke bidang datar. Proses transformasi ini mutlak dilakukan, karena proses pengolahan data berikutnya mensyaratkan input anomali medan magnetik yang terdistribusi pada bidang datar.

Beberapa teknik untuk mentransformasi data anomali medan magnetik ke bidang datar, antara lain : teknik sumber ekuivalen (*equivalent source*), lapisan ekuivalen (*equivalent layer*) dan pendekatan deret Taylor (*Taylor series approximation*), dimana setiap teknik mempunyai kelebihan dan kekurangan (Blakely, 1995).

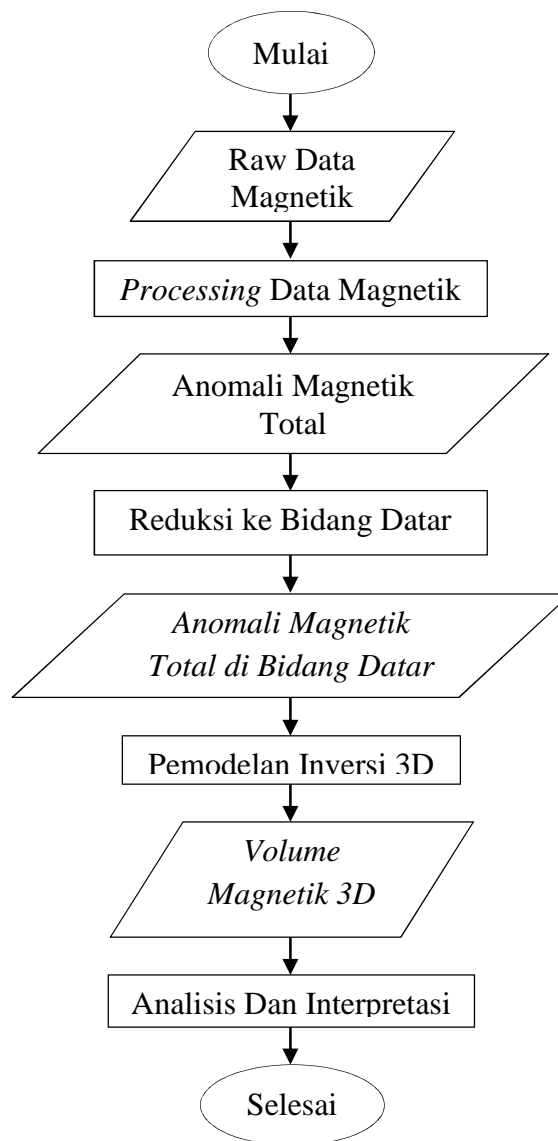
6. Reduksi Ke Kutub (*Reduced To Pole*)

Proses yang dilakukan untuk menghilangkan gangguan dalam objek magnetik (dwikutub) atau dikenal dengan gangguan kutub, yang akan di transformasikan menjadi (satu kutub). Reduksi ke kutub adalah salah satu filter pengolahan data magnetik untuk menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik. Filter tersebut diperlukan karena sifat *dipole* anomali magnetik menyulitkan interpretasi data lapangan yang umumnya masih berpola asimetrik.

7. Interpretasi Data Magnetik

Secara umum interpretasi data geomagnetik terbagi menjadi dua, yaitu interpretasi kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali medan magnetik yang bersumber dari distribusi benda-benda termagnetisasi atau struktur geologi bawah permukaan bumi. Selanjutnya pola anomali medan magnetik yang dihasilkan ditafsirkan berdasarkan informasi geologi setempat dalam bentuk distribusi benda magnetik atau struktur geologi, yang dijadikan dasar pendugaan terhadap keadaan geologi yang sebenarnya.

Interpretasi kuantitatif bertujuan untuk menentukan bentuk atau model dan kedalaman benda anomali atau struktur geologi melalui pemodelan matematis. Untuk melakukan interpretasi kuantitatif, ada beberapa cara dimana antara satu dengan lainnya mungkin berbeda, tergantung dari bentuk anomali yang diperoleh, sasaran yang dicapai dan ketelitian hasil pengukuran. Beberapa pemodelan yang biasa digunakan yaitu pemodelan dua setengah dimensi dan pemodelan 3D.

G. Diagram Alir Penelitian**Gambar 10.** Diagram alir survei magnetik

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pemodelan anomali magnetik menunjukkan bahwa *magma chamber* berada hingga pada kedalaman 4000 meter dari permukaan laut.
2. Aktifitas *magma chamber* mengarah ke sebelah selatan badan gunung api Ili Lewotolo, dengan orientasi Barat-Timur sejajar dengan arah subduksi lempeng.
3. Erupsi gunung api Ili Lewotolo selanjutnya berkemungkinan ke arah selatan badan gunung, jika diketahui data yang lebih detail.

B. Saran

Terdapat beberapa saran yang diberikan penulis untuk penelitian lebih lanjut pada daerah ini.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terutama di bagian timur dari gunung api Ili Lewotolo.
2. Diperlukan data pendukung seperti data *gravity* dan *micro earthquake* untuk memonitoring pergerakan atau perubahan *magma chamber* dilokasi penelitian untuk tahun-tahun berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Blakely, R.J, 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Application*.
Cambridge Univ. Press
- Butler, 1992. *Geophysical Methods*, University Of Houston, Englewood Cliffs,
New Jersey.
- Brouwer, 1940. *Magnetic Properties of Rocks and Minerals*, The American:
Geophysical Union USA
- Clark, S.P., Jr. 1971. *Structure of the Earth*. Prentice-Hill Inc. Englewood Cliffs ,
New Jersey.
- Hartmann, M.A, 1935. *De Werkende Vulkanen van Heteliand Lomblen (Solor
archipel)* Genoot.
- Ismail, 2010. *Metode Geomagnetik (Skripsi)* Universitas Sebelas Maret,
Surakarta.
- Katili, J.A.1994. *Pemantauan gunungapi di Filipina dan Indonesia*. IAGI 1994,
Ilham Jaya Press: 321 pp.
- Kristianto, 1995. *Laporan Penyelidikan Seismik G. Ili Lewotolo, Nusa Tenggara
Timur, Direktorat Vulkanologi*.
- Koesoemadinata, 1979, *Data Dasar Gunungapi Indonesia. Direktorat
Vulkanologi*.
- Reksowirogo, 1972, *Gunung Ili Lewotolo di P. Lomblen*, Direktorat Vulkanologi
- Reynolds, J.M, 1997, *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*.
Inc
- Santosa, I., dan Irianto, 1994, *Laporan Penyelidikan Petrokimia Gunungapi Ili
Lewotolo, Nusa Tenggara Timur, Direktorat Vulkanologi*.
- Sheriff, R.E, 1989, *Geophysical Methods*, University Of Houston, Englewood
Cliffs, New Jersey.

Sudaryo, B, 2011, Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi Panas Bumi,
Jurusan Geologi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Telford, W.M, Geldart, L.P, Sheriff, R.E, 1979, *Applied Geophysics*, Cambridge
University Press.