

**PENENTUAN STRUKTUR PADA ZONA HYDROKARBON  
DAERAH “X” MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Memperoleh  
Gelar Sarjana**

oleh

**Barita Uli Basa Mangatur Siahaan**

**030402014Y**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS INDONESIA  
2009**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama Mahasiswa : Barita Uli Basa Mangatur Siahaan  
N P M : 030402014Y  
Departemen : Fisika  
Peminatan : Geofisika  
Tanggal Sidang : 24 November 2009  
Judul Skripsi : Penentuan Struktur Pada Zona Hydrokarbon  
Daerah "X" Menggunakan Metode Magnetik

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh

Drs. M. Syamsu Rosid Ph.D  
Pembimbing

Dr. Yunus Daud  
Penguji I

Dr. Supriyanto Suparno M.Si  
Penguji II

Dr. Santoso Soekirno  
Ketua Departemen Fisika

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas berkat karunia dan tangan pengasih-Nya serta kemudahan–kemudahan yang telah diberikan–Nya pada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Adapun judul dari laporan Tugas Akhir ini yaitu : “ **PENENTUAN STRUKTUR PADA ZONA HYDROKARBON DAERAH “X” MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK** ”. telah penulis selesaikan.

Selama melaksanakan tugas akhir ini, penulis mendapatkan suatu pelajaran yang sangat bermanfaat bagi penulis. Kesemuanya itu terlaksana atas bantuan berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih yang sedalam – dalamnya kepada :

1. Bapak Drs. M. Syamsu Rosid Ph.D, selaku Pembimbing dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Yunus Daud, selaku Penguji 1 dan Ketua Program Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Indonesia.
3. Bapak Dr. Supriyanto Suparno M.Si, selaku penguji 2 dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
4. Ompu tercinta yang tak pernah berhenti dalam memberikan dukungan, semangat dan selalu mendoakan penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini
5. Seluruh keluarga penulis yang telah memberikan dukungan, dorongan dan motivasi untuk melakukan tugas akhir dengan sabar.
6. Kekasihku yang tercinta Riyanti, yang tidak pernah putus–putusnya untuk mendoakan dan membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir.
7. Bapak Endang dan keluarga Cikadu atas kesediaannya memberikan banyak sekali bantuan dan fasilitas tempat tinggal selama penelitian berlangsung.
8. Bapak Uci Sanusi yang telah membantu dalam proses pengambilan data.

9. Seluruh teman–teman geofisika yang telah banyak memberikan dukungan dalam proses penyusunan tugas akhir.
10. Dan seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis baik ketika dalam melakukan tugas akhir maupun penyusunan laporan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis telah berusaha untuk menyusunnya dengan sebaik mungkin. Untuk itu jika terdapat suatu kesalahan dan kekurangan dalam laporan ini yang tidak penulis sadari, penulis mohon maaf yang sebesar–besarnya, saran dan kritik dari para pembaca akan sangat membantu untuk kemajuan di masa datang.

Akhir kata mudah–mudahan laporan ini dapat mencapai tujuan yang dimaksudkan dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Depok, 24 November 2009

**Penulis**

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Barita Uli Basa Mangatur Siahaan  
N P M : 030402014Y  
Program Studi : Geofisika  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi  
Judul Skripsi : Penentuan Struktur Pada Zona Hydrokarbon Daerah "X" Menggunakan Metode Magnetik

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

### **Penentuan Struktur Pada Zona Hydrokarbon Daerah "X" Menggunakan Metode Magnetik**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal: 24 November 2009  
Yang menyatakan

( Barita Uli Basa Mangatur Siahaan )

## **PENENTUAN STRUKTUR PADA ZONA HYDROKARBON DAERAH “X” MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK**

### **ABSTRAK**

Dalam tahapan awal eksplorasi hidrokarbon, diperlukan suatu metode awal yang dapat mendeteksi adanya perangkap hidrokarbon dimana perangkap ini disebabkan oleh adanya struktur patahan. Metode Magnetik adalah salah satu metode Geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui struktur permukaan bawah tanah, sehingga metode magnetik ini digunakan untuk menduga lokasi struktur patahan yang berlaku sebagai perangkap hidrokarbon. Dari hasil data pengukuran, kita mengaplikasikan KOREKSI DIURNAL dan KOREKSI IGRF, kemudian dilakukan UP WARD CONTINUATION untuk menghilangkan efek-efek lokal, dan ketika pemodelan digunakan metode FORWARD MODELLING untuk memperoleh gambaran awal mengenai struktur perlapisan bawah tanah. Daerah penelitian didominasi oleh lapisan sedimen dan juga banyak fosil-fosil yang tersingkap ke permukaan, hal ini dapat menjadi indikasi awal keberadaan hidrokarbon pada daerah tersebut. Lokasi penelitian didominasi oleh nilai anomali negatif yang dikarenakan tebalnya lapisan sedimen yang memiliki nilai suseptibilitas rendah dan kenaikan anomali cenderung dikarenakan oleh adanya kenaikan lapisan dan juga kehadiran lapisan yang lebih magnetik. Dari hasil pemodelan diketahui terdapat 2 patahan yang diperkirakan menjadi perangkap hidrokarbon dimana pada daerah tersebut ditunjukkan adanya perubahan nilai anomali magnetik yang drastis.

**Kata Kunci** : Koreksi Diurnal, Koreksi IGRF, Up Ward Continuation, Forward Modelling

## **DETERMINATION OF STRUCTURE IN HYDROCARBON ZONE REGION “X” USING MAGNETIC METHOD**

### **ABSTRACT**

In the first step on hydrocarbon exploration, we need some preface method that can detect the hydrocarbon trap where it was because fault structure. Magnetic method was one of geophysics methods that can use to know the structure under the surface. After the aquisition data, we apply the DIURNAL CORRECTION and IGRF CORRECTION, after that we apply UP WARD CONTINUATION to separate from local effect, and at modelling we use the FORWARD MODELLING to estimate the structure under surface. The exploration territory was dominated by sediment rock and many fossil show up into the surface, and this is can be first indication that in that place there are hydrocarbon. Location of exploration was dominated by negative anomaly and this is because the thick of sediment rock and the rise of anomaly because there was some layer go up into the surface and also because there are more magnetic layer. From the modelling result we know they are 2 fault that can be indicated the hydrocarbon trap where in that place occur drasctic anomaly changing.

**Key Word** : Diurnal Correction, IGRF Correction, Up Ward Continuation, Forward Modelling

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pembatasan Masalah .....	1
1.3 Konsep Umum Metode Magnetik, Struktur patahan dan Keberadaan Hydrokarbon .....	2
1.4 Tujuan Penulisan .....	5
1.5 Metodologi Penelitian .....	5
1.5.1 Pendahuluan .....	5
1.5.2 Data Lapangan .....	5
1.5.3 Pengolahan Awal .....	6
1.5.4 Pengolahan Lanjutan .....	6
1.5.5 Pemodelan Struktur .....	7

1.5.6	Intepretasi Data .....	7
1.6	Sistematika Penulisan .....	8
<b>BAB II TEORI DASAR .....</b>		<b>10</b>
2.1	Konsep Teori Magnetik .....	10
2.1.1	Gaya Magnetik .....	10
2.1.2	Momen Magnetik .....	10
2.1.3	Kuat Medan Magnetik .....	11
2.1.4	Intensitas Kemagnetan .....	11
2.1.5	Suseptibilitas Kemagnetan .....	12
2.1.6	Induksi Magnetik .....	17
2.1.7	Potensial Magnetostatik .....	17
2.1.8	Medan Magnet Bumi .....	18
2.1.9	Variasi Medan Magnet Bumi .....	22
2.1.10	Koreksi Data Magnetik .....	23
2.2	Survey Magnetik .....	24
2.2.1	Ilustrasi Sederhana dari Anomali Magnetik .....	24
2.2.2	Anomali Magnetik Pada Patahan .....	25
<b>BAB III PEMROSESAN DAN INTEPRETASI</b>		
<b>DATA MAGNETIK .....</b>		<b>28</b>
3.1	Instrumentasi .....	28
3.2	Prinsip Kerja Magnetometer .....	28
3.3	Metodologi Pengukuran Metode Magnetik .....	30
3.3.1	Penelitian Di Lapangan .....	30
3.3.2	Pengambilan Data (Akusisi Data).....	31

3.4	Proses Pengolahan Data Awal .....	33
3.4.1	Koreksi Harian (Diurnal Correction) .....	33
3.4.2	Koreksi IGRF (International Geomagnetic Reference Field) .....	35
3.5	Nilai Anomali Magnetik .....	35
3.6	Proses Filter .....	37
3.6.1	Up Ward Continuation .....	38
<b>BAB IV INTEPRETASI TERPADU .....</b>		<b>40</b>
4.1	Data Geologi .....	40
4.1.1	Stratigrafi .....	40
4.1.2	Struktur dan Geomorfologi .....	41
4.2	Data Geofisika .....	43
4.2.1	Metode Magnetik .....	44
4.2.1.1	Pemodelan .....	49
4.2.1.2	Intepretasi Data Magnetik .....	52
4.2.1.3	Lintasan / Line AB .....	54
4.2.1.4	Lintasan / Line CD .....	56
4.2.1.5	Lintasan / Line EF .....	58
4.2.1.6	Lintasan / Line GH .....	60
4.2.1.7	Penggabungan Lintasan .....	63
4.2.2	Metode Gravitasi .....	64
4.3	Metode Terintegrasi .....	66
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>68</b>
<b>DAFTAR ACUAN .....</b>		<b>69</b>

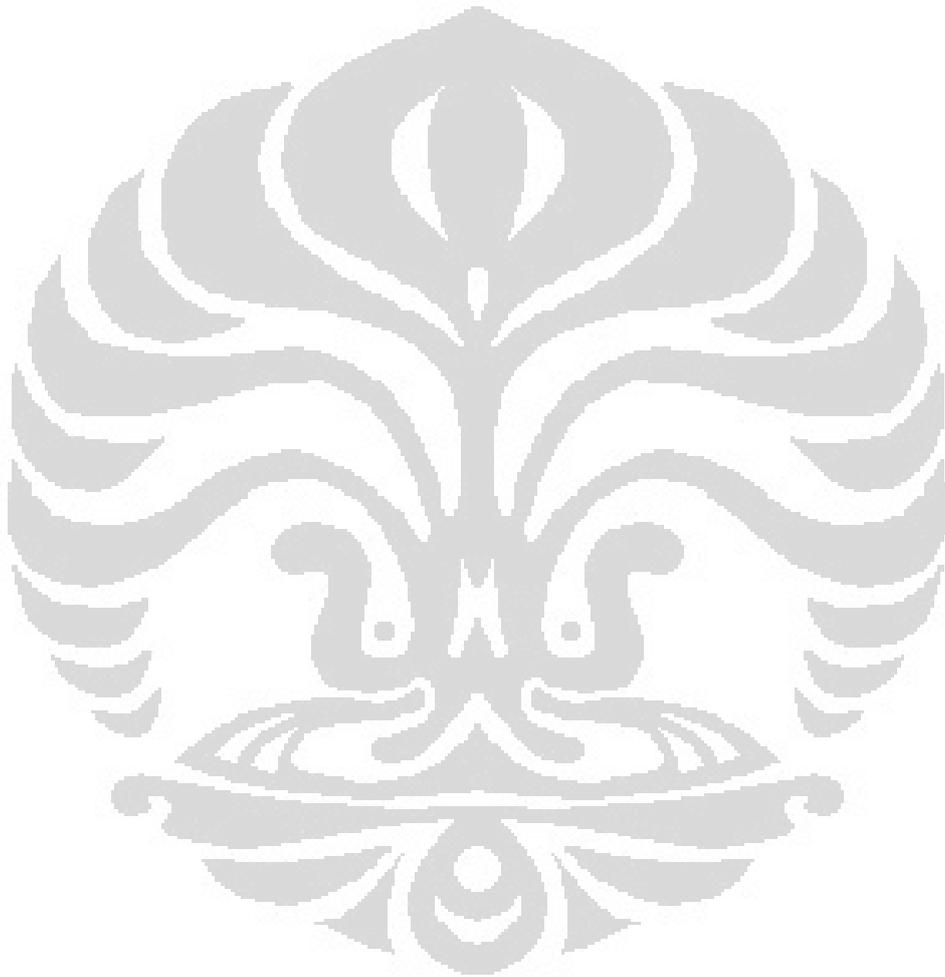
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema Penelitian .....	8
Gambar 2.1 Arah Momen Magnetik Bahan Non Magnetik .....	11
Gambar 2.2 Arah Momen Magnetik Bahan Magnetik.....	11
Gambar 2.3 Tipe Diagmanetik .....	13
Gambar 2.4 Tipe Batuan Diagmanetik .....	13
Gambar 2.5 Tipe Paramagnetik .....	14
Gambar 2.6 Tipe Batuan Paramagnetik .....	14
Gambar 2.7 Tipe Ferromagnetik .....	15
Gambar 2.8 Tipe Batuan Ferromagnetik .....	16
Gambar 2.9 Garis Gaya Medan Magnet .....	18
Gambar 2.10 Pengaruh Inklinasi Benda .....	19
Gambar 2.11 Elemen Medan Magnet Bumi .....	20
Gambar 2.12 Ilustrasi Anomali Sebuah Benda Magnetik.....	25
Gambar 2.13 Ilustrasi Patahan Pada Magnet Batang.....	26
Gambar 2.14 Perubahan Anomali Karena Perbedaan Lapisan .....	26
Gambar 3.1 Prinsip Kerja Magnetometer .....	29
Gambar 3.2 Proton Precession Magnetometer type MP-3 .....	30
Gambar 3.3 Base Station Magnetometer .....	32
Gambar 3.4 Field Station Magnetometer .....	32
Gambar 3.5 Kurva dv Base Station daerah “X” .....	34
Gambar 3.6 Kurva dv Base Station daerah Pelabuhan Ratu .....	34
Gambar 3.7 Peta Kontur Data Anomali Magnetik Lapangan .....	36
Gambar 3.8 Up Ward Continuation .....	38
Gambar 3.9 Peta Kontur Anomali Magnetik setelah proses Up Ward Continuation .....	39
Gambar 4.1 Peta Geologi Daerah Penelitian .....	41
Gambar 4.2 Singkapan Fosil-Fosil .....	42
Gambar 4.3 Tebing–tebing Tinggi Indikasi Daerah Patahan .....	42
Gambar 4.4 Grafik Profil Lintasan AB .....	45
Gambar 4.5 Model Sintetik I .....	46
Gambar 4.6 Model Sintetik II .....	47

Gambar 4.7 Model Sintetik III .....	48
Gambar 4.8 Model Sintetik IV .....	48
Gambar 4.9 Model Sintetik V .....	49
Gambar 4.10 Peta Epoch Total Intensitas .....	50
Gambar 4.11 Peta Epoch Inklinasi .....	50
Gambar 4.12 Peta Epoch Deklinasi .....	51
Gambar 4.13 Penentuan Lintasan Pemodelan.....	52
Gambar 4.14 Penurunan Anomali Magnetik .....	55
Gambar 4.15 Pemodelan Lintasan AB .....	56
Gambar 4.16 Pemodelan Lintasan CD .....	58
Gambar 4.17 Pemodelan Lintasan EF .....	60
Gambar 4.18 Peta Kontur Regional Magnetik .....	61
Gambar 4.19 Pemodelan Lintasan GH .....	62
Gambar 4.20 Penggabungan Lintasan Pemodelan .....	63
Gambar 4.21 Peta Kontur Anomali Residual Gravitasi .....	65
Gambar 4.22 Kondisi Daerah Penelitian.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Nilai Suseptibilitas Beberapa Jenis Batuan.....	16
---	----



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Survey penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan patahan yang dilakukan dengan cara melakukan survey magnetik dan gravitasi dengan harapan dapat memperoleh gambaran keadaan permukaan bawah tanah. Sebelum melakukan survey, tim melakukan studi geologi dari peta geologi dan literatur mengenai daerah penelitian, dengan harapan dapat mengetahui manifestasi yang muncul ke permukaan. Hal ini dapat memberikan informasi awal mengenai keadaan bawah permukaan dan juga dapat mengetahui kondisi medan yang akan ditempuh selama survey. Tim menggunakan metode magnetik dan gravitasi untuk meneliti keadaan bawah permukaan tanah untuk dapat memperoleh informasi keberadaan struktur patahan dimana hal ini dapat menjadi dugaan awal adanya hidrokarbon pada daerah tersebut.

Survey geofisika yang dilakukan pada daerah penelitian merupakan rangkaian survey awal untuk menuju survey yang lebih detail, hal ini dikarenakan survey magnetik dan gravitasi cenderung mengeluarkan biaya yang tidak terlalu besar dan juga dapat menjadi patokan awal untuk melakukan survey lebih lanjut.

Salah satu metode geofisika yang digunakan dalam survey ini adalah metode magnetik yaitu survey yang meneliti keadaan batuan bawah tanah tergantung dari sifat kemagnetannya selain itu metode ini juga dapat memberikan perkiraan keberadaan struktur patahan dengan melihat profil anomali magnetik pada daerah tersebut.

### **1.2 Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah pada tugas akhir ini dibatasi pada pengolahan data magnetik di daerah penelitian "X", dimana data yang diperoleh dari pengukuran dilapangan diolah dengan cara melakukan koreksi – koreksi data dan juga melakukan reduksi pada data. Data yang dihasilkan kemudian dibuat pemodelan secara 2 dimensi dengan metode FORWARD MODELLING sehingga dapat mempermudah proses interpretasi secara kuantitatif dan memperkirakan

keberadaan target yang diinginkan. Selanjutnya, hasil interpretasi data anomali magnetik akan dibandingkan dengan hasil dari metode gravitasi, dimana hal ini bertujuan untuk memperkuat perkiraan yang diperoleh dan mengurangi efek ambiguitas. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan beberapa software yang diantaranya adalah Software IGRF (CEMP SYSTEM), Software SURFER 8.0, Software SIGN PROC, Software GEOSOFT dan Software GYM-SYS.

### **1.3 Konsep Umum Metode Magnetik, Struktur Patahan dan Keberadaan Hidrokarbon**

Metode magnetik adalah salah satu metode geofisika yang dijadikan survei awal sebelum melakukan survei yang lebih lanjut. Metode magnetik ini dilakukan dengan cara mengukur intensitas medan magnet yang terjadi pada batuan-batuan yang ada di sekitarnya akibat adanya proses induksi medan magnet bumi yang sudah ada secara alami di bumi ini. Metode ini digunakan untuk mengetahui keadaan struktur per lapisan bawah tanah.

Berdasarkan dari asalnya, gaya-gaya geologi dapat dibagi menjadi 2, yaitu gaya dari luar (eksogen) dan gaya dari dalam (endogen). Gaya eksogen merupakan kekuatan-kekuatan yang bekerja pada atau diatas permukaan bumi, contohnya air, angin, es dan gaya-gaya yang dilakukan oleh makhluk hidup, termasuk binatang dan manusia. Gaya endogen adalah kekuatan yang berasal dari dalam bumi, misalnya gaya yang menyebabkan gempa bumi, letusan gunung berapi serta pembentukan pegunungan.

Karena pengaruh gaya eksogen dan endogen ini, batuan dapat terdeformasi atau berubah bentuk. Batuan yang terdeformasi ini disebut batuan yang mempunyai struktur batuan. Deformasi ini dapat berbentuk fold (lipatan) atau fault (sesar).

Fold (lipatan) adalah struktur berbentuk gelombang (Wave/undulatory) hasil deformasi suatu batuan. Fold dapat terjadi disemua jenis batuan, baik batuan beku, sedimen atau metamorf. Peristiwa lipatan akan terlihat paling jelas pada lapisan batuan sedimen yang berlapis-lapis. Ukuran lipatan dapat berkisar dari beberapa milimeter hingga kilometer.

Sesar atau patahan adalah suatu rekahan pada batuan, dimana bagian-bagian yang dipisahkan oleh rekahan itu bergerak satu terhadap lainnya. Arah pergerakan bagian-bagian tersebut akan sejajar dengan bidang permukaan rekahan. Sesar mempunyai ukuran dari milimeter hingga ratusan kilometer (Mustoto Moehadi). Menurut gerakannya, sesar dapat dibagi menjadi 3 yaitu sesar normal (normal fault), sesar naik (reverse fault) dan sesar mendatar (lateral/strike-slip fault). Sesar memiliki arah (strike) dimana arahnya adalah suatu garis yang dibentuk oleh bidang sesar dengan bidang horizontal. Selain arah (strike), sesar juga memiliki tingkat kemiringan (dip) yang berupa sudut yang terbentuk oleh bidang sesar dengan bidang horizontal, diukur pada bidang vertikal yang arahnya tegak lurus dengan jurus sesar

Dalam aplikasinya, anomali magnetik dapat memberikan informasi mengenai adanya struktur patahan. Hal ini dapat dilihat dari perubahan anomali yang drastis dengan jarak kontur yang rapat. Hal ini disebabkan karena adanya 2 body lapisan yang terpisah dan terjadinya pengangkatan akibat gaya yang terjadi pada body tersebut.

Hydrokarbon (minyak dan gas bumi) berasal dari organisme yang hidup di darat ataupun dilaut. Setelah mati, mereka akan terkumpul dan terakumulasi dalam batuan sedimen klastik yang halus seperti lempung atau karbonat. Dalam keadaan terawetkan dan lingkungan reduksi, jasad-jasad organik ini akan mengalami proses diagenesis, yaitu proses yang menyebabkan sedimen akan terkompaksi dan terkonsolidasi karena beban yang ada di atasnya. Pada saat ini, ikatan kimia dalam jasad-jasad organik sebagian akan terputus dan fluida yang terkandung didalamnya akan didorong keluar. Jasad-jasad organik ini akan berubah menjadi senyawa organik. Pada temperatur dan tekanan tertentu, senyawa organik ini akan menjadi minyak dan gas bumi.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memperkirakan adanya hidrokarbon yaitu, source rock (batuan induk), batuan reservoir, migrasi fluida, dan juga perangkap hidrokarbon. Source rock (batuan induk) merupakan batuan sedimen yang mengandung materi organik. Dibawah tekanan dan temperatur tertentu, materi organik ini berubah menjadi hidrokarbon (minyak atau gas bumi). Source rock pada umumnya adalah batu lempung. Batuan reservoir adalah batuan

yang mempunyai porositas dan permeabilitas yang memungkinkan fluida (gas, minyak dan air) masuk kedalamnya.

Porositas adalah pori-pori didalam batuan tempat fluida terakumulasi. Porositas menyebabkan batuan dapat menyerap atau menahan fluida didalamnya. Porositas diukur sebagai persentase terhadap volume total batuan. Berdasarkan kejadiannya, terdapat 2 macam porositas yaitu porositas primer yang terbentuk bersamaan dengan kejadian batuan, dan porositas sekunder yang merupakan porositas setelah batuan terbentuk, karena pengaruh dari luar, misalnya gaya-gaya geologi atau pengaruh dari air tanah.

Permeabilitas adalah ukuran dari kemudahan suatu fluida untuk mengalir melalui pori-pori batuan. Hal ini dapat dimisalkan dengan sebuah pipa dimana makin besar ukuran serta makin lurus pipa itu, maka makin mudah fluida untuk mengalir melewatinya.

Batuan disebut mempunyai porositas yang baik apabila mampu menampung atau mengandung fluida yang relatif banyak didalamnya. Sedangkan suatu batuan dikatakan permeabel apabila batuan tersebut dapat mengalirkan fluida dengan mudah.

Dibawah permukaan tanah, fluida akan bermigrasi ke batuan reservoir dan ada 2 tipe migrasi fluida, yaitu migrasi primer dan migrasi sekunder. Migrasi adalah perpindahan fluida dari source rock ke batuan reservoir, sedangkan migrasi sekunder adalah perpindahan fluida dari satu batuan reservoir ke batuan reservoir lainnya. Perangkap hidrokarbon adalah tempat berhenti proses migrasi fluida yang diakibatkan adanya perbedaan struktur dan jenis batuan. Ada 2 macam tipe perangkap hidrokarbon, yaitu :

1. Perangkap struktur

Merupakan perangkap yang disebabkan oleh struktur batuan yang dikenal dengan dua jenis perangkap, yaitu perangkap lipatan (fold trap) dan perangkap sesar (fault trap). Kedua jenis perangkap struktur ini umum dijumpai bersama-sama dan sebagian besar produksi minyak dan gas bumi berasal dari perangkap struktur. Perangkap jenis ini pun relatif lebih mudah dikenal dengan bantuan data lapangan.

## 2. Perangkap Stratigrafi

Perangkap yang terbentuk karena adanya perubahan fisik batuan secara lateral. Perangkap jenis ini lebih sulit dideteksi dan memerlukan teknik khusus dan canggih.

### 1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Mempelajari keadaan daerah sekitar yang dilihat dari data magnetik wilayah tersebut.
2. Mencari keberadaan struktur patahan yang menjadi target utama dari proses penelitian ini.
3. Membuat model struktur lapisan bawah tanah sebagai gambaran untuk memahami keadaan lapisan bawah permukaan bawah tanah.
4. Sebagai survey penelitian awal sebelum melakukan survey lebih lanjut.

### 1.5 Metodologi Penelitian

#### 1.5.1 Pendahuluan

Hal yang dilakukan sebelum melakukan survey ke lapangan adalah melakukan studi geologi dari literatur yang telah ada, dimana ini berguna untuk memahami kondisi medan dilapangan dan memberikan kita gambaran awal mengenai daerah yang akan disurvei serta memahami prinsip kerja survey magnetik, terutama cara kerja alat yang digunakan selama survey penelitian.

#### 1.5.2 Data Lapangan

Sebelum melakukan survey penelitian, tim melakukan survey pendahuluan awal dengan melihat kondisi daerah penelitian dan juga menentukan jalur yang akan ditempuh kemudian mem-plot titik koordinat penting ke dalam GPS, setelah itu mencari daerah yang akan dijadikan lokasi Base Station. Penetapan Lokasi

Base Station berdasarkan atas kemudahan akses transportasi dan juga lokasinya yang strategis sehingga dapat memudahkan proses survey penelitian.

Dalam pengambilan data, tim menggunakan 2 magnetometer yaitu Base Station Magnetometer dan Field Magnetometer. Base Station Magnetometer bertujuan untuk mengukur secara periodik harga intensitas magnet total di satu titik selama survey dilakukan dan Field Magnetometer digunakan untuk mengukur harga intensitas magnet total di titik pengukuran lapangan.

Tahap selanjutnya adalah melakukan proses pengambilan data magnetik dengan menggunakan alat Proton Precession Magnetometer (PPM), selain itu tim juga menggunakan GPS ( Global Positioning System) untuk pengukuran posisi dilapangan dan juga menggunakan kompas untuk menentukan arah geografis.

### **1.5.3 Pengolahan Awal**

Pengolahan data awal dilakukan dengan cara memindahkan data lapangan ke komputer untuk diolah. Data yang pindahkan adalah data base station dan data field kemudian data field di plot dengan menggunakan software SURFER 8.0 dan data base station digunakan untuk mendapatkan nilai koreksi Diurnal. Setelah data dikoreksi, maka dilakukan koreksi tahap kedua yaitu koreksi IGRF ( International Geomagnetic Reference Field) hingga akhirnya didapatkan data anomali daerah pengukuran.

### **1.5.4 Pengolahan Lanjutan**

Proses pengolahan berikutnya adalah melakukan proses filter terhadap data anomali yang kita peroleh dengan tujuan untuk menghilangkan noise-noise atau benda-benda magnetik yang sangat dekat dengan permukaan dan dapat membuat proses intepretasi menjadi sulit. Setelah melakukan proses filter, kita menetapkan lintasan yang akan dibuat permodelan. Penetapan lintasan ini berdasarkan atas nilai anomali magnetik yang terlihat beda dari daerah sekitarnya dan diperkirakan menjadi lokasi target pencarian. Lintasan pemodelan diusahakan dapat saling dihubungkan satu sama lainnya, hal ini ditujukan agar kita dapat mengetahui hubungan perlapisan dari tiap model.

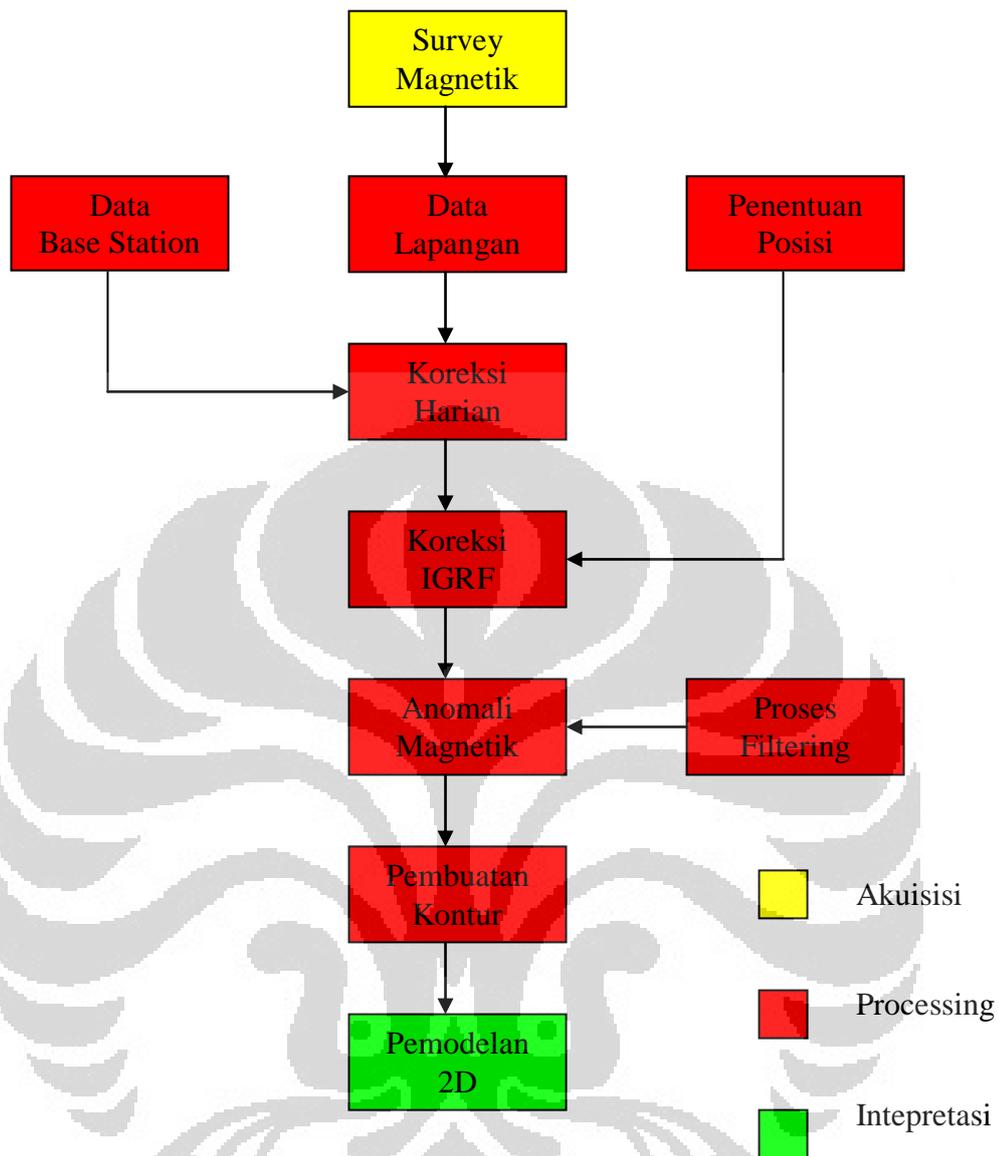
### **1.5.5 Pemodelan Struktur**

Setelah melakukan penetapan lintasan, maka profil lintasan itu akan dibuat permodelan 2D sederhana yang ditujukan untuk memberikan gambaran awal mengenai keadaan bawah tanah daerah penelitian. Proses ini dilakukan dengan menggunakan software GYM-SYS dengan memasukkan parameter-parameter magnetik seperti intensitas magnetik total, inklinasi dan deklinasi daerah pengukuran.

### **1.5.6 Intepretasi Data**

Proses berikutnya adalah proses intepretasi data dan model yang telah dihasilkan dimana proses ini bertujuan untuk memperkirakan hasil dari model pengolahan data yang diperoleh secara kuantitatif. Dalam proses intepretasi ini, data magnetik akan didukung oleh data gravitasi dengan tujuan untuk memperkuat dan mengurangi efek ambiguitas dari kondisi permukaan bawah tanah. Dari proses intepretasi ini diharapkan akan didapatkan gambaran sesungguhnya mengenai kondisi struktur lapisan bawah permukaan tanah dan juga target yang dicari dari penelitian ini.

Gambaran garis besar metodologi penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut :



Gambar 1.1 Skema Penelitian

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis adalah sebagai berikut :

### **BAB I : Pendahuluan**

Pada bab ini akan dipaparkan latar belakang masalah, pembatasan masalah, konsep umum metode magnetik, struktur patahan dan keberadaan

hydrokarbon, metodologi penelitian, tujuan penulisan, waktu dan tempat pengambilan data serta sistematika penulisan.

## **BAB II : Landasan Teori**

Pada Bab ini akan dibahas tentang konsep teori magnetik, gaya magnetik, momen magnetik, kuat medan magnetik, intensitas kemagnetan, suseptibilitas kemagnetan, induksi magnetik, potensial magnetostatik, medan magnet bumi, variasi medan magnet bumi dan koreksi data magnetik, survei magnetik, ilustrasi sederhana dari anomali magnetik, anomali magnetik pada patahan.

## **BAB III : Pemrosesan dan Interpretasi Data Magnetik**

Pada bab ini akan dipaparkan tentang instrumentasi yang digunakan dalam penelitian, prinsip kerja magnetometer, metodologi pengukuran magnetik, penelitian di lapangan, pengambilan data, proses pengambilan data awal, koreksi harian, koreksi IGRF, nilai anomali magnetik, proses filter dan pemodelan, up ward continuation, pemodelan, interpretasi data magnetik.

## **BAB IV : Interpretasi Terpadu**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai data geologi, stratigrafi, struktur dan geomorfologi, data geofisika, metode magnetik, metode gravitasi, metode terintegrasi.

## **BAB V : Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini akan dipaparkan tentang kesimpulan dan saran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Konsep Teori Magnetik

Metode magnetik adalah salah satu metode geofisika untuk mengukur variasi medan magnetik di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi. 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. Dalam aplikasinya, metode magnetik mempertimbangkan variasi arah dan besar vektor magnetisasi. 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.

##### 2.1.1 Gaya Magnetik

Dasar dari metode magnetik adalah gaya Coulomb (Telford *et al*), antara dua kutub magnetik  $m_1$  dan  $m_2$  (e.m.u) yang berjarak  $r$  (cm) dalam bentuk

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

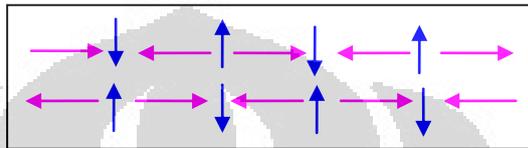
konstanta  $\mu_0$  adalah permeabilitas medium dalam ruang hampa, tidak berdimensi dan berharga satu yang besarnya dalam SI adalah  $4\pi \times 10^{-7}$  newton/ampere<sup>2</sup>

##### 2.1.2 Momen Magnetik

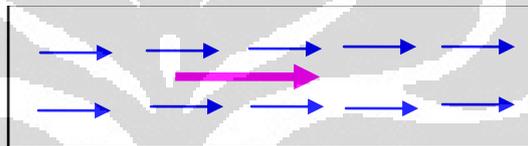
Bila terdapat dua buah kutub magnet yang berlawanan  $+m$  dan  $-m$  terpisah sejauh  $l$ , maka besarnya momen magnetiknya ( $\vec{M}$ ) adalah :

$$\vec{M} = ml\hat{r} \quad (2.2)$$

dengan  $\vec{M}$  adalah sebuah vektor dalam arah vektor unit  $\hat{r}$  berarah dari kutub negatif ke kutub positif. Arah momen magnetik dari atom bahan non magnetik adalah acak sehingga momen magnetik resultannya menjadi nol. Sebaliknya di dalam bahan-bahan magnetik, arah momen magnetik atom-atom bahan itu teratur sehingga momen magnetik resultan tidak nol. Momen magnet mempunyai satuan dalam cgs adalah gauss.cm<sup>3</sup> atau emu dan dalam SI mempunyai satuan A. m<sup>2</sup>



Gambar 2.1 Arah Momen Magnetik Bahan Non Magnetik



Gambar 2.2 Arah Momen Magnetik Bahan Magnetik

### 2.1.3 Kuat Medan Magnetik

Kuat medan magnet ( $\vec{H}$ ) pada suatu titik yang berjarak  $r$  dari  $m_1$  didefinisikan sebagai gaya persatuan kuat kutub magnet, dapat dituliskan sebagai:

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m_2} = \frac{m_1}{\mu_0 r^2} \vec{r} \text{ (oersted)} \quad (2.3)$$

dengan  $r$  adalah jarak titik pengukuran dari  $m$ .  $\vec{H}$  mempunyai satuan A/m dalam SI sedangkan dalam cgs  $\vec{H}$  mempunyai satuan oersted.

### 2.1.4 Intensitas Kemagnetan

Sejumlah benda-benda magnet dapat dipandang sebagai sekumpulan benda magnetik. Apabila benda magnet tersebut diletakkan dalam medan luar, benda tersebut menjadi termagnetisasi karena induksi. Dengan demikian,

intensitas kemagnetan dapat didefinisikan sebagai tingkat kemampuan menyearahkan momen-momen magnetik dalam medan magnetik luar dapat juga dinyatakan sebagai momen magnetik persatuan volume.

$$\vec{I} = \frac{\vec{M}}{V} = \frac{m\hat{r}}{V} \quad (2.4)$$

Satuan magnetisasi dalam cgs adalah gauss atau emu.  $\text{Cm}^{-3}$  dan dalam SI adalah  $\text{Am}^{-1}$ .

### 2.1.5 Suseptibilitas Kemagnetan

Tingkat suatu benda magnetik untuk mampu dimagnetisasi ditentukan oleh suseptibilitas kemagnetan  $k$  (Hunt *et al*), yang dituliskan sebagai

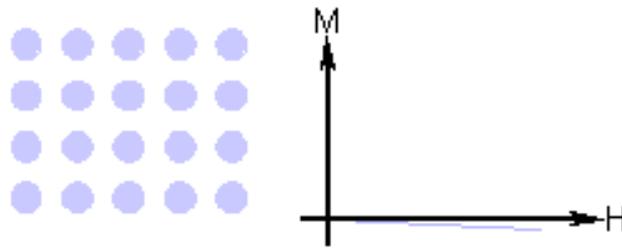
$$\vec{I} = k\vec{H} \quad (2.5)$$

Besaran ini adalah parameter dasar yang dipergunakan dalam metode magnetik. Harga  $k$  pada batuan semakin besar apabila dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetik.

Berdasarkan sifat-sifat kemagnetannya, batuan dapat diklasifikasikan ke dalam 3 tipe, yaitu :

#### 1. **Diagmagnetik**

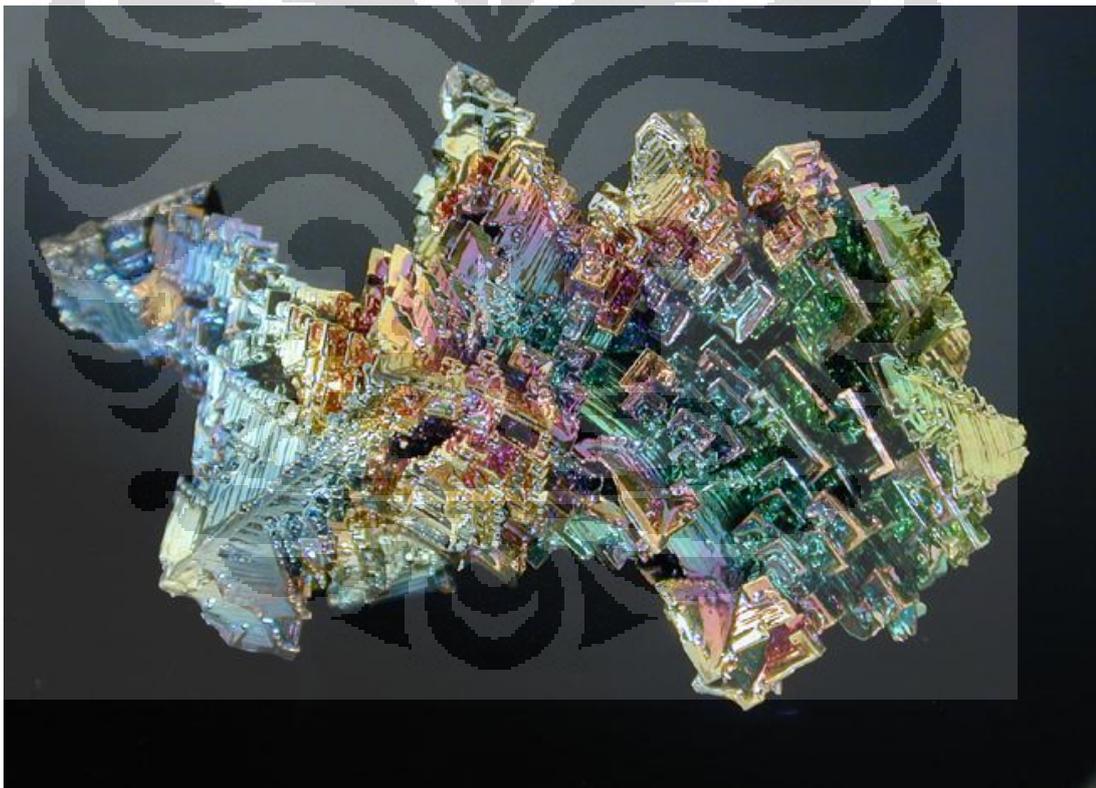
Batuan diagmanetik adalah batuan yang atom-atom pembentuk batuannya memiliki elektron yang telah jenuh, yaitu tiap elektron berpasangan dan mempunyai spin berlawanan dalam setiap pasangan. Apabila mendapat medan magnet dari luar orbit, maka elektron tersebut akan berpresisi menghasilkan medan magnet lemah yang melawan medan magnet luar, mempunyai nilai suseptibilitas negatif dan kecil.



Gambar 2.3 Tipe Diagmanetik

Nilai dari tensor negatif, sehingga intensitas induksinya akan berlawanan arah dengan gaya magnetnya atau medan polarisasi.

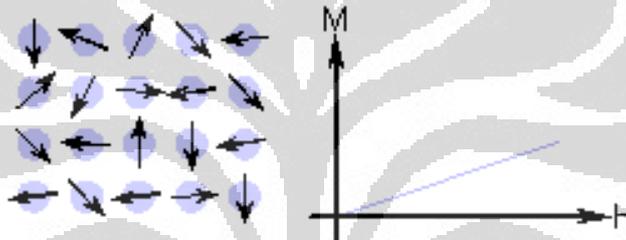
Contohnya yaitu batuan kuarsa, marmer, graphite, rock salt dan anhydrite / gypsum.



Gamabr 2.4 Tipe Batuan Diagmanetik

## 2. Paramagnetik

Batuan paramagnetik adalah batuan yang memiliki magnetik ( $k$ ) yang positif dan sangat kecil. Paramagnetik muncul dalam bahan yang atom-atomnya memiliki momen magnetik yang permanen yang berinteraksi satu sama lain secara sangat lemah. Apabila tidak terdapat medan dari luar, momen magnetik ini akan berorientasi secara acak. Adanya medan dari luar momen magnetik ini cenderung menyearahkan dengan medannya, tetapi dilawan oleh kecenderungan momen untuk berorientasi acak akibat gerak termalnya. Perbandingan momen yang menyearahkan dengan medan ini bergantung pada kekuatan medan dan pada temperaturnya.



Gambar 2.5 Tipe Paramagnetik

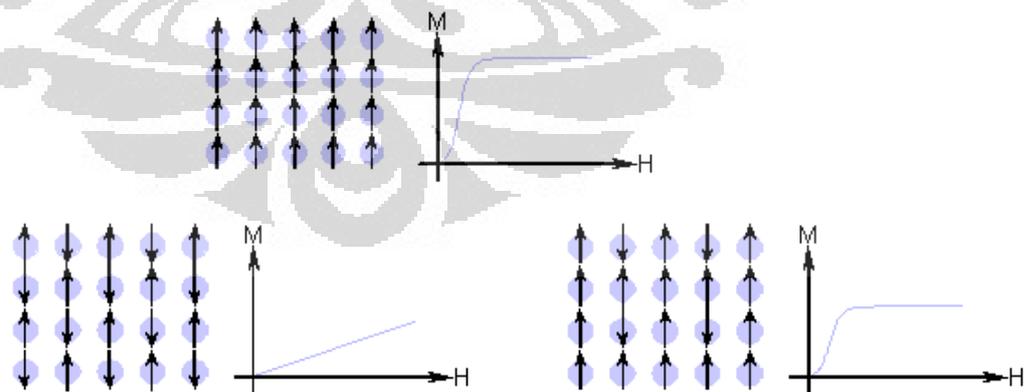


Gambar 2.6 Tipe Batuan Paramagnetik

Nilai tensornya positif dan berbanding terbalik dengan temperatur absolut. Jumlah elektronnya ganjil. Momen magnet atomnya searah dengan medan polarisasi. Contohnya yaitu lebih berperanya Silicate seperti : Olivine, pyroxene, amphibole dan Biotite.

### 3. Ferromagnetik

Batuan Ferromagnetik adalah batuan yang didalamnya terdapat banyak kulit elektron yang hanya diisi oleh satu elektron sehingga mudah terinduksi oleh medan luar. Memiliki nilai suseptibilitas positif yang sangat tinggi. Dalam bahan ini sejumlah kecil medan magnetik luar dapat menyebabkan derajat penyerahan yang tinggi pada momen dipol magnetik atomnya. Penyearahan ini dapat bertahan sekalipun medan pemagnetannya telah hilang. Hal ini dapat terjadi karena momen dipol magnetik atom dari bahan-bahan ini mengerahkan gaya-gaya yang kuat pada atom tetangganya sehingga dalam daerah ruang yang sempit momen ini disearahkan satu sama lain sekalipun medan luarnya tidak ada lagi. Daerah ruang tempat momen dipol magnetik disearahkan ini disebut daerah magnetik. Pada temperatur diatas suhu kritis yang disebut titik curie, gerak termal acak sudah cukup besar untuk merusak keteraturan penyearahan ini dan bahan Ferromagnetik berubah menjadi Paramagnetik.



Gambar 2.7 Tipe Ferromagnetik

nilai tensornya positif dan tidak bergantung pada temperatur Curie, karena material-material atomnya mempunyai momen magnet dan interaksi antar atom terdekatnya sangat kuat. Kombinasi orbit elektron dan gerak spin-nya menghasilkan magnet yang kuat.



Gambar 2.8 Tipe Batuan Ferromagnetik

Lithology	# of Samples	Range (cgs)	Average cgs	Average $\mu$ cgs	Average SI
Basic Igneous	78	0.000044 - 0.009711	0.002596	2,596	0.0326
Acidic Igneous	58	0.000003 - 0.006527	0.000647	647	0.00813
Metamorphic	61	0 - 0.005824	0.000349	349	0.00439
Shale	137	0.000005 - 0.001478	0.000052	52	0.00065
Sandstone	230	0 - 0.001665	0.000032	32	0.00040
Limestone	66	0.000002 - 0.000280	0.000023	23	0.00028
Dolomite	66	0 - 0.000075	0.000008	8	0.00010

Tabel 2.1 Nilai Suseptibilitas Beberapa Jenis Batuan

### 2.1.6 Induksi Magnetik

Suatu bahan magnetik yang diletakkan dalam medan luar  $\vec{H}$  akan menghasilkan medan tersendiri  $\vec{H}'$  yang meningkatkan nilai total medan magnetik bahan tersebut. Induksi magnetik yang didefinisikan sebagai medan total bahan ditulis sebagai:

$$\vec{B} = \vec{H} + \vec{H}' \quad (2.6)$$

Hubungan medan sekunder  $\vec{H}' = 4\pi\vec{M}$ , satuan  $\vec{B}$  dalam cgs adalah gauss, sedangkan dalam geofisika eksplorasi dipakai satuan gamma (g) dan dalam SI adalah tesla (T) atau nanoTesla (nT)

### 2.1.7 Potensial magnetostatik

Potensial magnetostatik didefinisikan sebagai tenaga yang diperlukan untuk memindahkan satu satuan kutub magnet dari titik tak terhingga ke suatu titik tertentu dan dapat didefinisikan sebagai

$$A(r) = -\int_{\infty}^r \vec{H}(r) dr \quad (2.7)$$

Untuk benda tiga dimensi, material di dalamnya memberikan sumbangan momen magnetik per satuan volume  $\vec{M}(r)$ . Jadi potensialnya adalah hasil integral sumbangan momen dwi kutub per satuan volume dan dapat dituliskan sebagai :

$$\begin{aligned} A(r_o) &= -\int \vec{M}(r) \nabla \frac{1}{r_o - r} dV \\ A(r_o) &= -\vec{M} \frac{\partial}{\partial \alpha} \int \frac{1}{r_o - r} dV \end{aligned} \quad (2.8)$$

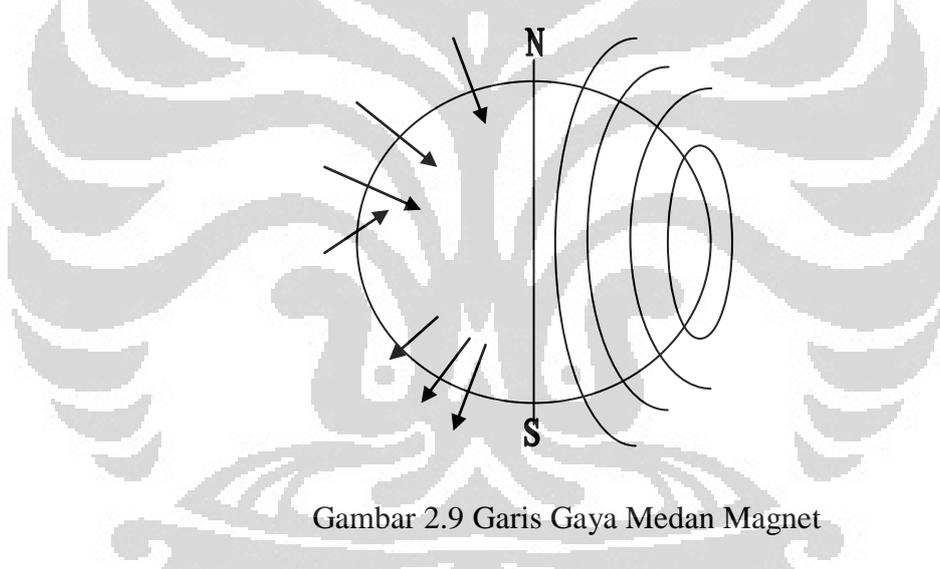
Dan medan magnet benda sebagai penyebab timbulnya anomali dapat dituliskan sebagai :

$$H(r) = \nabla \int_r \bar{M}(r) \nabla \frac{1}{r_o - r} dV \quad (2.9)$$

### 2.1.8 Medan magnet Bumi

Medan Magnet Bumi dapat dibayangkan seperti suatu lapisan polarisasi yang seragam. Magnetik Kutub Utara medannya adalah vertikal yang bergerak **Inward** dan Magnetik Kutub Selatan adalah juga vertikal yang bergerak **Outward**.

Arah pergerakan medan adalah menuju permukaan bumi sehingga terjadi suatu perubahan dari Vertikal ketika di Kutub Utara yang mana bergerak secara **Inward**, kemudian menjadi Horizontal yang bergerak secara **Northward** ketika di Equator dan akhirnya berubah Vertikal yang bergerak secara **Outward** ketika di Kutub Selatan.



Gambar 2.9 Garis Gaya Medan Magnet

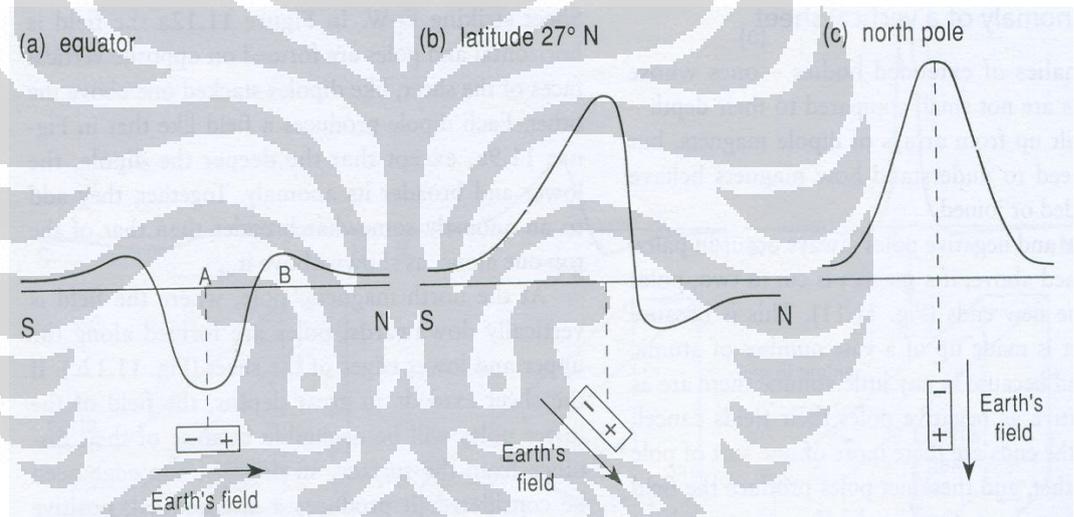
Pada tahun 1893 Gauss pertama kali melakukan analisa harmonik dari medan magnetik bumi untuk mengamati sifat-sifatnya. Analisa selanjutnya yang dilakukan oleh para ahli mengacu pada kesimpulan umum yang dibuat oleh Gauss yaitu :

- 1) Intensitas medan magnetik bumi hampir seluruhnya berasal dari dalam bumi
- 2) Medan yang teramati di permukaan bumi dapat didekati dengan persamaan harmonik yang pertama yang berhubungan dengan potensial

dwikutub di pusat bumi. Dwi kutub Gauss ini mempunyai kemiringan  $11.5^\circ$  terhadap sumbu geografi.

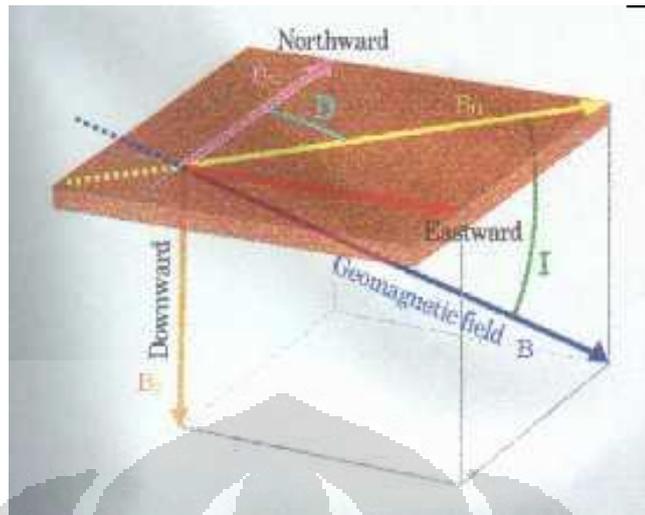
Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis atau disebut juga elemen medan magnet bumi yang dapat diukur yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya. Parameter fisis tersebut meliputi :

- *Deklinasi (D)*  
yaitu sudut antara utara magnetik dengan komponen horizontal yang dihitung dari utara menuju timur
- *Inklinasi(I)*  
yaitu sudut antara medan magnetik total dengan bidang horizontal yang dihitung dari bidang horizontal menuju bidang vertikal ke bawah.



Gambar 2.10 Pengaruh Inklinsi Benda

- *Intensitas Horizontal ( $B_H$ )*  
yaitu besar dari medan magnetik total pada bidang horizontal.
- *Medan magnetik total (B)*  
yaitu besar dari vektor medan magnetik total.



Gambar 2.11 Elemen Medan Magnet Bumi

Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut *International Geomagnetism 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  $\text{km}^2$  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  $10 \text{ km}^2$ .

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.

### 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 ( $Fe_3O_4$ ), titanomagnetite ( $Fe_2TiO_4$ ) dan lain-lain yang berada di kerak bumi.

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 pun berubah (Blakely, 1995).

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. Ada beberapa tipe remanen magnetik, yaitu :

#### TRM (thermo)

Proses terjadi melalui tahap pendinginan dari temperature tinggi. Orientasinya merefleksikan orientasi magnet bumi pada waktu dan tempat formasi itu terbentuk. TRM akan hilang jika dipanaskan lebih dari  $600^{\circ}C$  (temperatur Curie).

#### IRM (isothermal)

Proses remanen terjadi pada temperatur konstan dimana gaya magnetisasi bekerja dalam waktu yang singkat.

#### VRM (Viscous)

proses remanen terjadi akibat efek kumulatif setelah terbebas lama dari sebuah medan. Proses ini berlangsung tidak harus pada temperature yang sama.

#### DRM (depositional)

Proses remanen ini terjadi pada sedimen sebagai tempat atau pilihan untuk pembentukan butir-butir magnetik di dalam air dalam pengaruh medan bumi.

#### CRM (chemical)

Proses remanen ini terjadi selama pertumbuhan atau rekristalisasi butir-butir magnetik pada temperatur jauh dibawah temperatur Curie.

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 :

$$\vec{H}_T = \vec{H}_M + \vec{H}_L + \vec{H}_A \quad (2.10)$$

dengan :  $\vec{H}_T$  : medan magnet total bumi

$\vec{H}_M$  : medan magnet utama bumi

$\vec{H}_L$  : medan magnet luar

$\vec{H}_A$  : medan magnet anomali

#### 2.1.9 Variasi Medan Magnet Bumi

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

1. Variasi sekuler

Variasi sekuler adalah variasi medan bumi yang berasal dari variasi medan magnetik utama bumi, sebagai akibat dari perubahan posisi kutub magnetik bumi. Pengaruh variasi sekuler telah diantisipasi dengan cara

memperbarui dan menetapkan nilai intensitas medan magnetik utama bumi yang dikenal dengan IGRF setiap lima tahun sekali.

## 2. Variasi harian

Variasi harian adalah variasi medan magnetik bumi yang sebagian besar bersumber dari medan magnet luar. Medan magnet luar berasal dari perputaran arus listrik di dalam lapisan ionosfer yang bersumber dari partikel-partikel terionisasi oleh radiasi matahari sehingga menghasilkan fluktuasi arus yang dapat menjadi sumber medan magnet. Jangkauan variasi ini hingga mencapai 30 gamma dengan perioda 24 jam. Selain itu juga terdapat variasi yang amplitudonya berkisar 2 gamma dengan perioda 25 jam. Variasi ini diasosiasikan dengan interaksi ionosfer bulan yang dikenal dengan variasi harian bulan (Telford, 1976).

## 3. Badai Magnetik

Badai magnetik adalah gangguan yang bersifat sementara dalam medan magnetik bumi dengan magnetik sekitar 1000 gamma. Faktor penyebabnya diasosiasikan dengan aurora. Meskipun periodanya acak tetapi kejadian ini sering muncul dalam interval sekitar 27 hari, yaitu suatu periode yang berhubungan dengan aktivitas *sunspot* (Telford, 1976). Badai magnetik secara langsung dapat mengacaukan hasil pengamatan.

### 2.1.10 Koreksi Data Magnetik

Untuk mendapatkan anomali medan magnetik yang menjadi target survei, maka data magnetik yang telah diperoleh harus dibersihkan atau dikoreksi dari pengaruh beberapa medan magnet yang lain. Secara umum beberapa koreksi yang dilakukan dalam survei magnetik meliputi:

#### 1. Koreksi harian

Koreksi harian adalah koreksi yang dilakukan terhadap data magnetik terukur untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar atau variasi harian.

#### 2. Koreksi IGRF

Koreksi IGRF adalah koreksi yang dilakukan terhadap data medan magnet terukur untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi dimana medan magnet IGRF adalah referensi medan magnet disuatu tempat.

Dengan demikian nilai anomali medan magnet total atau target yang disurvei adalah :

$$\vec{H}_A = \vec{H}_T - \vec{H}_M - \vec{H}_L \quad (3.11)$$

dengan  $\vec{H}_T$  : medan magnet total bumi,  $\vec{H}_M$  : medan magnet utama bumi ,  $\vec{H}_L$  : medan magnet luar,  $\vec{H}_A$  : medan magnet anomali.

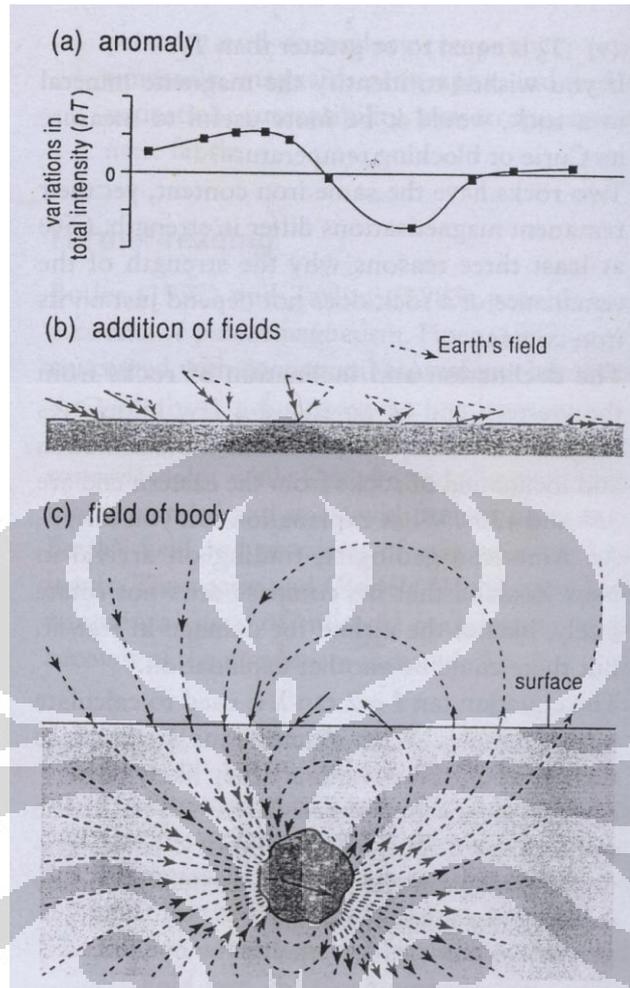
## 2.2 Survei Magnetik

### 2.2.1 Ilustrasi Sederhana dari Anomali Magnetik

Untuk mengilustrasikan konsep survei magnetik, dapat diumpamakan dengan sebuah dipole seperti magnet batang yang terpendam di dalam tanah. Magnet batang tersebut akan memproduksi medan magnet (Mussett, E. A., and Khan, M. A). Selain itu, ada juga medan magnet yang dihasilkan oleh bumi dimana arahnya cenderung sama untuk 1 lokasi daerah. Medan yang terukur pada permukaan bumi adalah hasil dari penjumlahan vektor dari arah-arah medan magnet yang terekam.

Pada beberapa lokasi, medan yang dihasilkan oleh dipole akan berlawanan dengan arah medan magnet bumi. Oleh karena itu, total medan yang terukur akan menjadi berkurang dan sebaliknya. Dari hal ini, dapat disimpulkan bahwa medan yang dihasilkan oleh dipole jauh lebih kecil dibandingkan dengan medan yang dihasilkan oleh bumi sehingga diperlukan alat yang sensitif untuk dapat mengukur anomali magnet tersebut.

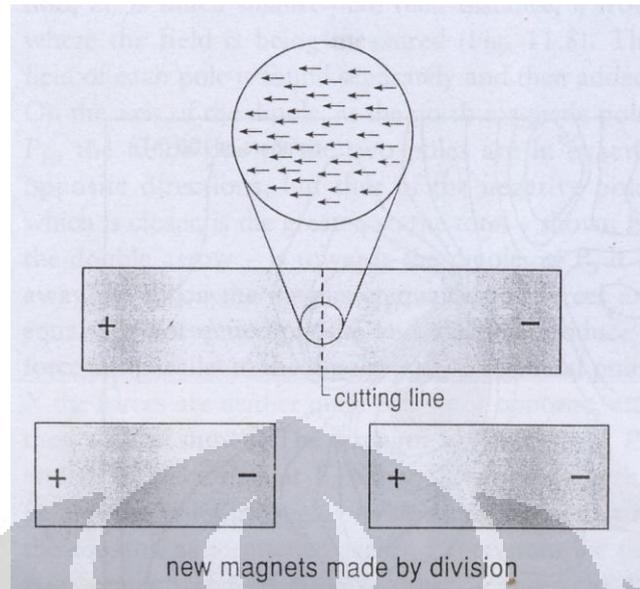
Gambar 2.12 menunjukkan ilustrasi sederhana bahwa anomali dari suatu material magnetik yang terpendam tergantung dari arah magnetisasi material itu sendiri dan juga arah medan magnet bumi. Hal ini yang menjadikan pemahaman anomali magnetik lebih sulit dibandingkan dengan anomali gravitasi.



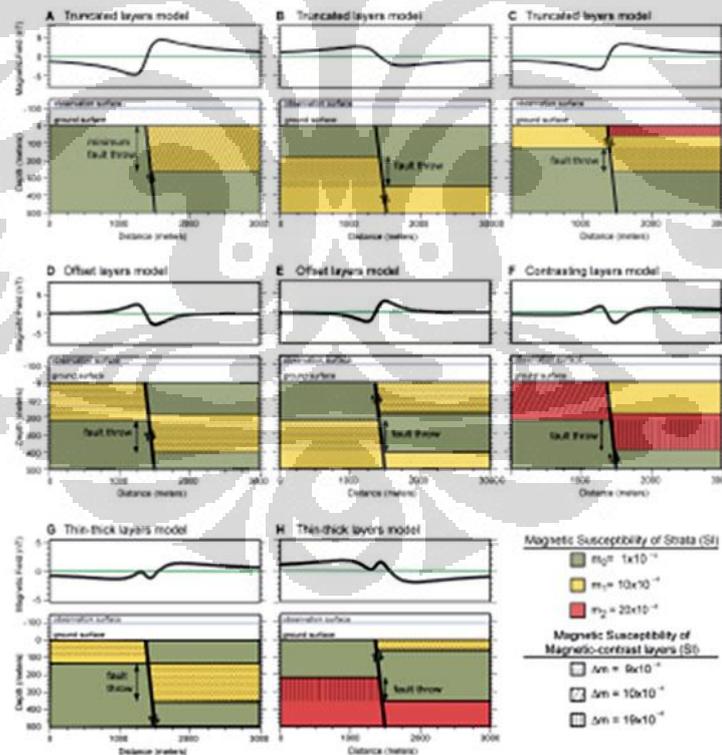
Gambar 2.12 Ilustrasi Anomali Sebuah Benda Magnetik

### 2.2.2 Anomali Magnetik Pada Patahan

Peristiwa patahan pada suatu lapisan dapat diumpamakan dengan membayangkan sebuah magnet yang dibelah menjadi 2 bagian. Apabila pada peristiwa patahan tidak terdapat perubahan fisis batuan maupun perubahan posisi, maka hal ini tidak akan menimbulkan perubahan anomali. Tetapi, jika terjadi perubahan sifat fisis batuan seperti terjadinya peristiwa metaformosa batuan atau terjadi kenaikan lapisan akibat tekanan pada lapisan tersebut, maka akan terjadi perubahan nilai anomali magnetik. Perubahan anomali magnetik juga dapat diakibatkan oleh hadirnya batuan pengisi rekahan patahan, dimana batuan tersebut adalah batuan mineral ataupun intrusi lava. Jika rekahan patahan terisi oleh batuan intrusi maka hal ini akan menimbulkan lonjakan anomali.



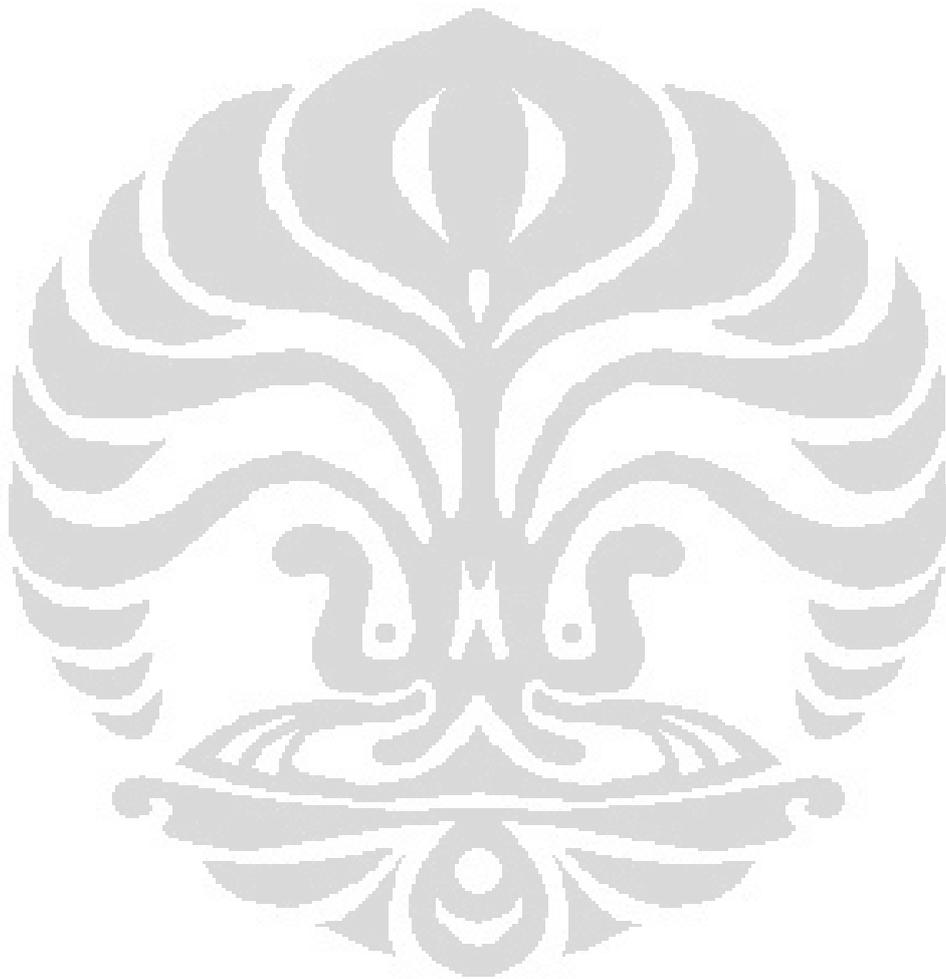
Gambar 2.13 Ilustrasi Patahan Pada Magnet Batang



Gambar 2.14 Perubahan Anomali Karena Perbedaan Lapisan

Perubahan nilai anomali juga dapat dikarenakan adanya perbedaan lapisan dimana terdapat perbedaan kontras nilai suseptibilitas antara lapisan. Adanya

perbedaan lapisan ini bisa dikarenakan adanya kenaikan lapisan akibat terjadinya patahan ataupun karena adanya lapisan baru hasil dari proses pengendapan.



## **BAB III**

### **AKUISISI DAN PENGOLAHAN DATA MAGNETIK**

#### **3.1 Instrumentasi**

Penelitian ini menggunakan alat Proton Precession Magnetometer merk Syntrex tipe MP-3 sebanyak 2 unit. Selain itu, tim menggunakan GPS (Global Positioning System) untuk menentukan lokasi pengukuran. Peralatan yang digunakan untuk pengolahan data dan analisis data magnetik adalah dengan menggunakan software SURFER 8.0, SIGNPROC, GEOSOFT dan GYM-SYS.

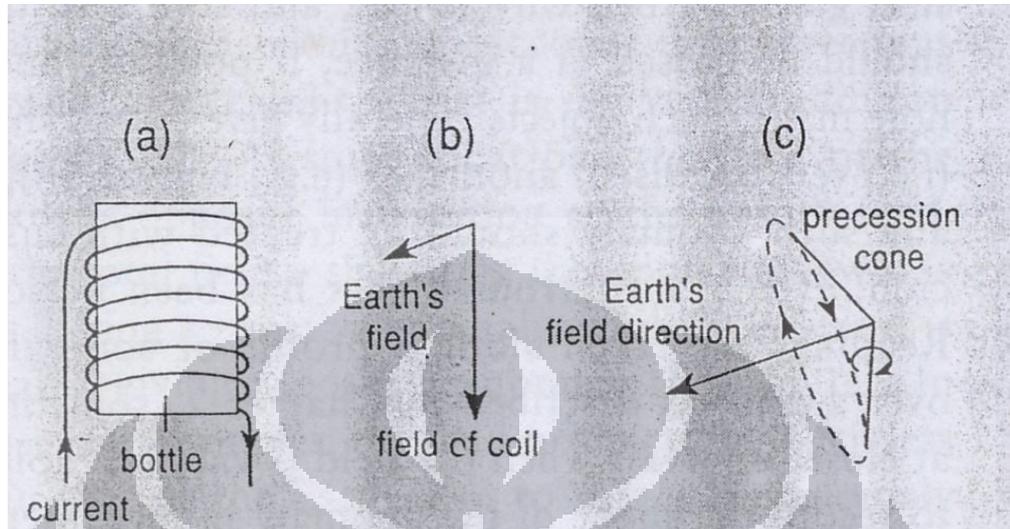
#### **3.2 Prinsip Kerja Magnetometer**

Proton Precession Magnetometer adalah instrument geofisika yang digunakan untuk mengukur kekuatan medan magnet Bumi, pengukuran medan magnet Bumi ini bertujuan untuk mengetahui lokasi deposit mineral, situs arkeologi, material di bawah tanah, atau objek dibawah permukaan laut seperti kapal selam atau kapal karam dan lain sebagainya.

Prinsip kerja Proton Precession Magnetometer adalah dengan proton yang ada pada semua atom memintal atau berputar pada sumbu axis yang sejajar dengan medan magnet Bumi. Normalnya, proton cenderung untuk sejajar dengan medan magnet Bumi. Pada saat subjek diinduksi medan magnet (dibuat sedemikian), maka proton dengan sendirinya akan menyesuaikan dengan medan yang baru dan ketika medan baru itu dihentikan maka proton akan kembali seperti semula yang sejajar dengan medan magnet bumi. Saat terjadi perubahan kesejajaran, perputaran proton berpresesi, dan putarannya semakin melambat. Frekuensi pada saat presesi berbanding lurus dengan kuat medan magnet bumi. Rasio Gyromagnetic proton adalah 0,042576 Hertz / nano Tesla. Sebagai contoh, pada area dengan kekuatan medan sebesar 57.780 nT maka frekuensi presesi menjadi 2460 Hz.

Komponen sensor pada proton precession magnetometer adalah tabung silinder yang berisi cairan penuh atom hidrogen yang dikelilingi oleh lilitan kabel. Cairan yang digunakan umumnya terdiri dari air, kerosin, dan alkohol. Sensor

tersebut dihubungkan dengan kabel ke unit yang berisi sebuah power supply, sebuah saklar elektronik, sebuah amplifier, dan sebuah pencatat frekuensi.



Gambar 3.1 Prinsip Kerja Magnetometer

Ketika saklar ditutup, arus DC mengalir dari baterai ke lilitan, kemudian memproduksi kuat medan magnet dalam silinder tersebut. Atom hidrogen (proton) yang berputar seperti dipol magnet, menjadi sejajar dengan arah medan (sepanjang sumbu silinder). Daya listrik kemudian memotong lilitan dengan membuka saklar. Karena medan magnet bumi menghasilkan torsi (tenaga putaran) pada putaran atom hydrogen, maka atom hydrogen memulai presesi disekitar arah total medan bumi. Presesi tersebut menunjukkan medan magnet dalam berbagai waktu (time-varying) yang mana menginduksi sedikit arus AC pada lilitan tersebut. Frekuensi pada arus AC memiliki persamaan dengan frekuensi presesi atom tersebut. Karena frekuensi presesi berbanding dengan kuat medan total dan karena konstanta perbandingan diketahui, maka kuat medan total dapat ditetapkan dengan akurat.



Gambar 3.2 Proton Precession Magnetometer type MP-3

### 3.3 Metodologi Pengukuran Metode Magnetik

#### 3.3.1 Penelitian di Lapangan

Pengukuran data magnetik dilapangan bertujuan untuk mencari zona patahan dengan melihat perubahan anomali yang terjadi pada data magnetik dimana hal ini dapat menjadi dugaan awal adanya hidrokarbon pada daerah ini. Luas wilayah daerah penelitian mencapai 100 km<sup>2</sup> dibagi menjadi 100 titik pengukuran dengan rentang jarak 1 km untuk pengambilan data. Peralatan yang digunakan selama melakukan penelitian adalah :

1. GPS : Untuk mencari titik lokasi pengukuran dan juga mengetahui ketinggian lokasi pengukuran.
2. Kompas : Untuk mengetahui arah geografis pengukuran
3. Magnetometer : Untuk mengukur intensitas magnetik di suatu titik

Perkiraan awal mengenai keadaan lokasi survey diperoleh dari hasil survey geologi yang pernah dilakukan sebelumnya. Proses pengukuran dilakukan secara acak, dimana kita mengukur titik yang terdekat terlebih dahulu dengan lokasi base station.

### **3.3.2 Pengambilan Data (Akuisisi Data)**

Pengambilan data dengan menggunakan metode magnetik ditujukan untuk mengamati besaran Medan Magnet Total (H) bumi pada 1 titik tertentu. Dari data yang diperoleh, kita akan mendapatkan benda magnet terinduksi oleh karena itu, nilai medan Medan Magnet Total (H) harus dikurangi oleh medan magnet yang menginduksi dan hasil yang diperoleh adalah Anomaly Magnet ( $\Delta H$ ).

Proses pengambilan data diawali dengan mengkalibrasi magnetometer yang akan digunakan, baik *Field Magnetometer* maupun *Base Station Magnetometer*. Selain itu, penempatan Base Station Magnetometer juga harus dijauhkan dari benda – benda yang memiliki efek magnetik yang dapat mempengaruhi pembacaan nilai.

Pada proses pengukuran, *Base Station Magnetometer* melakukan pembacaan dengan selang waktu 4 menit, hal ini diperlukan untuk mengetahui variasi harian magnet dalam 1 hari dan merupakan nilai intensitas magnet lapangan. Untuk pembacaan nilai intensitas magnet titik lokasi pengukuran, digunakan *Field Magnetometer* dengan melakukan pengukuran sebanyak 6 kali untuk tiap titik lokasi pengukuran. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 6 kali ditujukan agar mendapatkan distribusi nilai intensitas magnet yang bagus dan detail. Apabila variasi pengukurannya berbeda jauh, maka data yang diambil tidak terlalu bagus dan perlu dilakukan pengulangan hingga kita mendapatkan data yang memiliki variasi tidak terlalu jauh.



Gambar 3.3 Base Station Magnetometer



Gambar 3.4 Field Station Magnetometer

Sensor magnetik yang digunakan, melakukan pembacaan dengan cara membandingkan intensitas magnetik dengan suseptibilitas benda. Pada proses pengukuran di lapangan, kita perlu menempatkan sensor magnetik ke arah utara bumi, hal ini dikarenakan lilitan kumparan pada sensor magnetik memiliki arah timur – barat dan arah utara – selatan dan arah vektor magnet adalah arah timur – barat. Apabila sensor menghadap arah utara geografis bumi, maka akan terdapat simpangan sudut deklinasi. Untuk menuju proses pengolahan lebih lanjut, maka data yang diperoleh dari lapangan perlu dikoreksi. Ada 2 macam koreksi yang digunakan pada tahap ini, yaitu Koreksi Harian (Diurnal Correction) dan juga Koreksi IGRF.

### **3.4 Proses Pengolahan Data Awal**

Proses pengolahan data awal ditujukan untuk memperoleh nilai anomali magnetik dari data yang diperoleh dari penelitian di lapangan, hal ini dikarenakan data awal yang kita peroleh merupakan data mentah yang masih ada pengaruh dari dalam dan luar bumi.

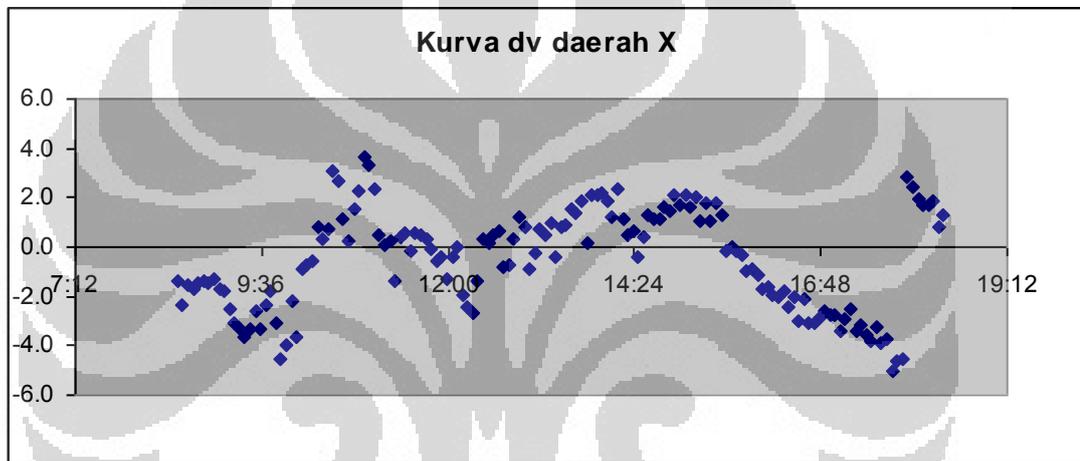
Proses Pengolahan awal ini dilakukan dengan mengoreksi data mentah dan ada 2 koreksi yang diterapkan yaitu Koreksi Harian (Diurnal Correction) dan Koreksi IGRF. Koreksi Harian dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet yang berasal dari luar bumi seperti pengaruh atmosfer, benda-benda angkasa dll. Setelah itu, kita melakukan Koreksi IGRF, dimana koreksi ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet dari dalam bumi yang disebabkan oleh Out Core (medan magnet utama) dan juga medan magnet dari kerak bumi.

#### **3.4.1 Koreksi Harian (Diurnal Correction)**

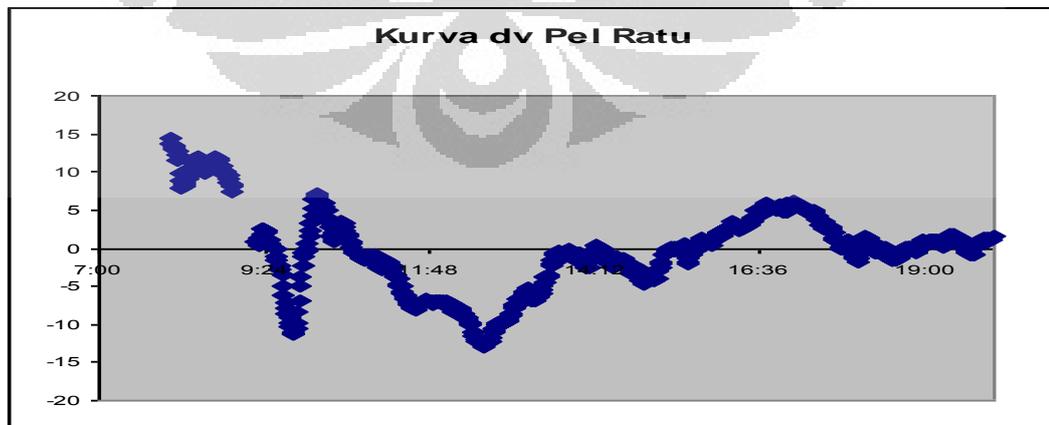
Variasi harian adalah variasi medan magnetik bumi yang sebagian besar bersumber dari medan magnet luar. Medan magnet luar berasal dari perputaran arus listrik di dalam lapisan ionosfer yang bersumber dari partikel-partikel terionisasi oleh radiasi matahari sehingga menghasilkan fluktuasi arus yang dapat menjadi sumber medan magnet. Jangkauan variasi ini hingga mencapai 30 gamma dengan perioda 24 jam. Selain itu juga terdapat variasi yang amplitudonya

berkisar 2 gamma dengan perioda 25 jam. Variasi ini diasosiasikan dengan interaksi ionosfer bulan yang dikenal dengan variasi harian bulan (*Telford, 1976*). Nilai variasi harian diperoleh dari data yang dibaca oleh *Base Station Magnetometer*.

Pada proses penelitian, terjadi pergantian Base Station Magnetometer. hal ini dikarenakan terjadi kerusakan alat sewaktu pengambilan data. Untuk memenuhi kebutuhan adanya data base station yang akan digunakan dalam koreksi harian, maka data base station diganti dengan mengambil data magnetik Pelabuhan Ratu pada hari yang sama.



Gambar 3.5 Kurva dv Base Station Daerah "X"



Gambar 3.6 Kurva dv Base Station Daerah Pelabuhan Ratu

Dari kedua grafik diatas, kita dapat melihat trend laju naik yang mirip antara base station daerah "X" dan base station daerah Pelabuhan Ratu. Oleh karena itu, pergantian data base station lokasi "X" dengan data base station daerah Pelabuhan Ratu dapat dilakukan.

Proses koreksi variasi harian dilakukan dengan cara mencari selisih nilai magnetik pada data base station untuk setiap pengukuran yang dilakukan dilapangan. Waktu pengukuran pada base station dicocokkan dengan waktu pada field station. Nilai koreksi Harian yang diperoleh merupakan selisih nilai magnetik pada range waktu base station yang merupakan waktu pengukuran dilapangan.

#### **3.4.2 Koreksi IGRF (International Geomagnetik Reference Filed)**

Setelah melalui koreksi harian, maka data tersebut perlu dikoreksi secara regional (Koreksi IGRF). Koreksi IGRF adalah koreksi yang dilakukan terhadap data medan magnet terukur untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi dan koreksi ini bersifat global. Koreksi ini dilakukan dengan cara mengurangi data yang telah dikoreksi sebelumnya dengan nilai IGRF daerah tersebut. Nilai IGRF dapat kita dapatkan dari peta isodinamis, yaitu peta yang menggambarkan daerah yang memiliki harga intensitas magnetik yang sama. Kisaran Harga IGRF di daerah penelitian sebesar  $\pm 45169$  dimana nilai rata-rata IGRF wilayah Jawa sebesar  $\pm 45000$ .

Nilai koreksi IGRF diperoleh dengan menggunakan software CEMP. Hal ini dilakukan agar memperoleh nilai referensi IGRF yang lebih akurat. Parameter yang diperlukan untuk memperoleh nilai referensi IGRF adalah Bulan dan tahun pengukuran, data ketinggian sewaktu pengukuran, data latitude dan longitude. Dengan memasukkan parameter-parameter tersebut, dapat diperoleh nilai referensi IGRF yang lebih akurat.

#### **3.5 Nilai Anomali Magnetik**

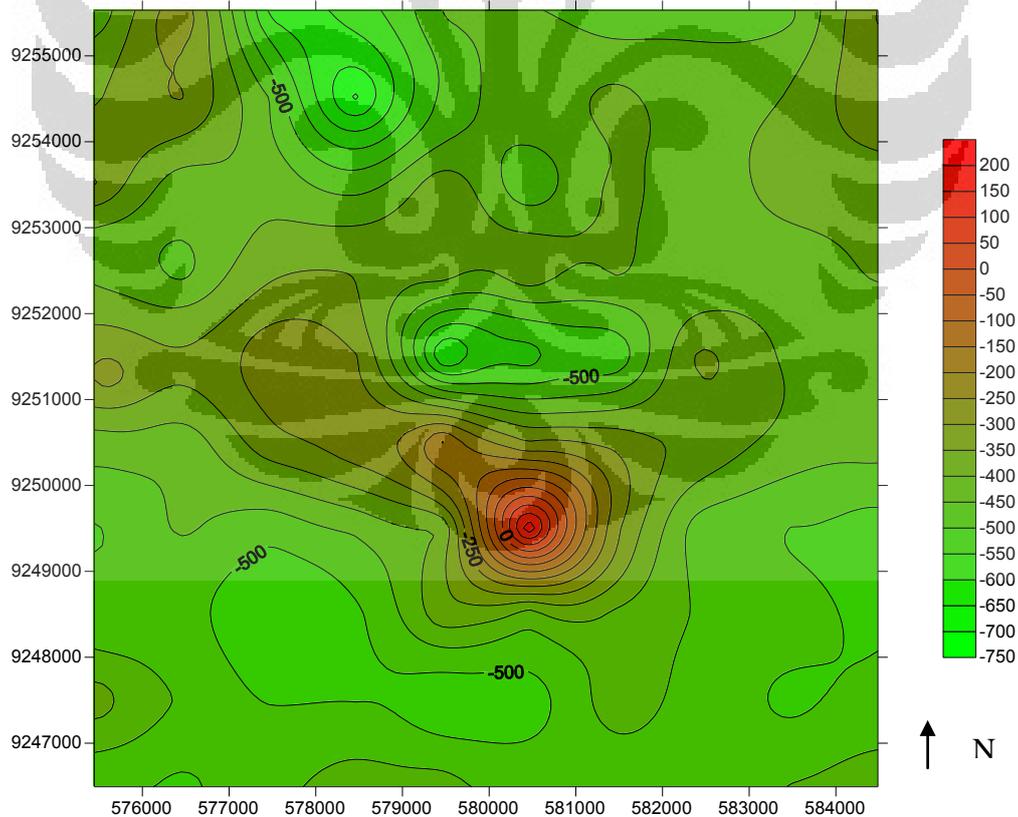
Setelah melalui proses Koreksi Harian (Diurnal Correction) dan juga Koreksi IGRF, maka kita mendapatkan nilai anomali magnetik lapangan.

$$\Delta T = T_{obs} \pm \Delta T_{dv} - T_{IGRF} \quad (3.1)$$

Dimana :

$\Delta T$	=	Anomali Magnetik
$T_{obs}$	=	Harga medan magnet terukur
$T_{dv}$	=	Harga variasi harian
$T_{IGRF}$	=	Harga medan magnet utama

Setelah itu, nilai anomali magnetik ini dipetakan agar kita dapat melihat keadaan anomali seluruh titik lokasi pengukuran. Nilai anomali magnetik ini adalah campuran antara anomali regional dan residual sehingga informasi mengenai bagian yang dalam dan dangkal masih tergabung. Dibawah ini adalah peta kontur dari sebaran anomali magnetik di daerah penelitian :



Gambar 3.7 Peta Kontur Data Anomali Magnetik Lapangan

Pada daerah penelitian terdapat daerah yang memiliki anomali positif yang bernilai sekitar 200 nT dan hal ini berbeda sekali terhadap nilai anomali yang lain. Dari 100 titik pengukuran, hanya terdapat 1 anomali yang bernilai positif dimana hal ini dimungkinkan karena adanya benda anomali yang sifatnya dangkal. Proses pengukuran data magnetik telah dilakukan dengan teliti dan mengikuti aturan yang benar. Pengambilan data pada 1 titik dilakukan sebanyak 6 kali hingga diperoleh data-data yang variasinya kecil. Oleh karena itu, data dapat dianggap valid dan bukan karena adanya gangguan sewaktu dalam penelitian.

Anomali positif pada yang terdapat pada daerah penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh batuan lapisan Cipacar yang memiliki batuan lebih magnetik dan letaknya yang dekat dengan permukaan. Lapisan Cipacar adalah lapisan yang terdiri dari batuan debu vulkanik, tufa, dan campuran batuan gunung api dimana lapisan ini menindih lapisan Bojong Manik.

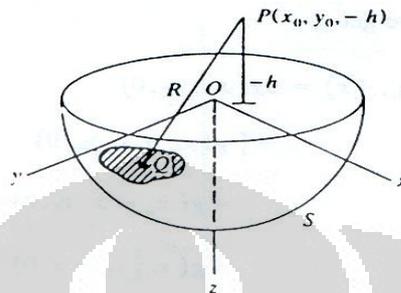
### **3.6 Proses Filter**

Setelah melakukan proses koreksi dan mendapatkan nilai anomali magnet lokasi penelitian, dilakukan proses filtering pada peta kontur anomali. Hal ini dilakukan untuk memperhalus profil anomali yang diperoleh atau juga untuk menghilangkan efek-efek yang tidak diinginkan. Filter yang dipakai untuk mengolah data anomali adalah filter up ward continuation, dimana filter ini berfungsi untuk menekan noise-noise atau benda-benda kecil yang memiliki sifat kemagnetan yang letaknya dekat dengan permukaan.

Proses penerapan filter Up Ward Continuation data anomali magnetik dilakukan dengan menggunakan software Geosoft, dimana proses Up Ward Continuation ini diterapkan untuk semua daerah pengukuran. Dalam menggunakan filter ini, kita harus mengatur besar ketinggian yang diangkat dari permukaan tanah sebab jika kita menetapkan nilai yang terlalu besar maka hal itu juga akan menghilangkan anomali yang muncul dan cenderung akan menghilangkan informasi pada daerah tersebut. Tetapi jika kita terlalu kecil dalam menetapkan nilai pengangkatannya, hal itu akan menghasilkan nilai yang tidak terlalu beda dengan nilai pada kondisi awal. Proses Up Ward Continuation yang

diterapkan untuk nilai anomali daerah penelitian diatur dengan ketinggian mencapai 50 m.

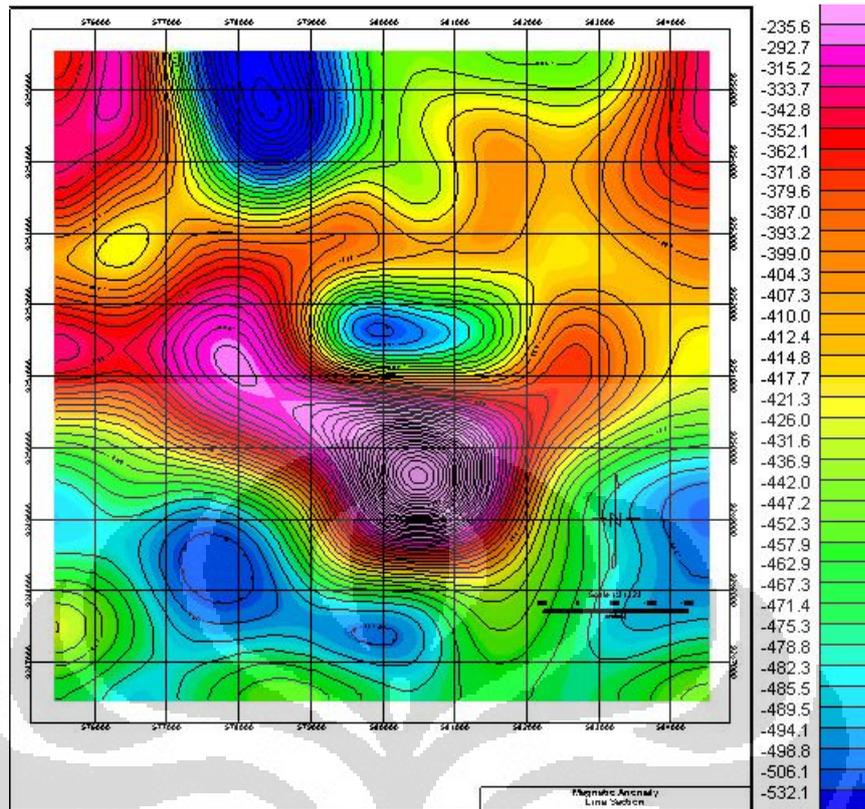
### 3.6.1 Up Ward Continuation



Gambar 3.8 Up Ward Continuation

Up ward continuation adalah proses reduksi data magnetik terhadap ketinggian. Filter ini berfungsi untuk mengoreksi pengukuran medan potensial ke dalam satu permukaan tertentu yang lebih tinggi dari permukaan pada saat melakukan pengukuran data. Dengan cara ini diharapkan dapat menekan noise–noise frekuensi tinggi atau benda–benda magnet yang letaknya dekat dengan permukaan yang tergabung dengan anomali yang kita peroleh. Penentuan pengangkatan ketinggian dilakukan menurut keinginan kita dan tergantung dari efek yang ingin dihilangkan dan jangan sampai menghilangkan efek anomali yang penting sehingga menyebabkan kita kehilangan informasi mengenai daerah tersebut. Semakin tinggi pengangkatan akan semakin mengurangi pengaruh sumber anomali yang bersifat dangkal dan sebaliknya akan mendominasi pengaruh sumber atau benda anomali dalam.

Dari hasil penerapan filter up ward continuation diperoleh peta kontur anomali magnetik berikut :



Gambar 3.9 Peta Kontur Anomali Magnetik Setelah Proses Up Ward Continuation

## **BAB IV**

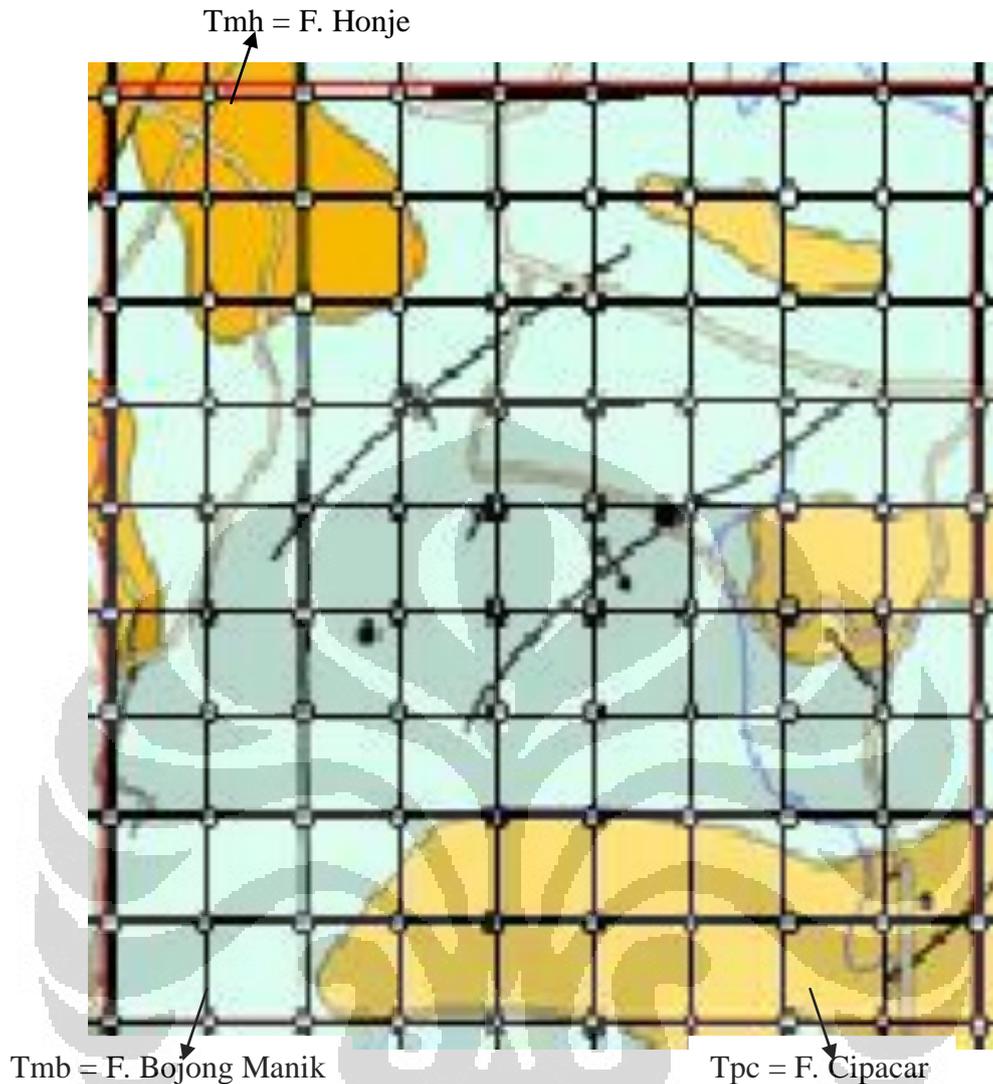
### **INTEPRETASI TERPADU**

#### **4.1 Data Geologi**

Survey geologi adalah survey yang bertujuan untuk meneliti manifestasi yang muncul ke permukaan seperti singkapan batuan ataupun struktur patahan yang terlihat jelas di daerah penelitian. Pada dasarnya, survey geologi merupakan penelitian awal dari rangkaian eksplorasi yaitu untuk mendapatkan data geologi disekitar daerah penelitian yang berfungsi untuk proses interpretasi pada tahap lebih lanjut. Hasil survey geologi akan digabungkan dengan data geofisika agar dapat melakukan proses interpretasi karena data geofisika hanya memberikan informasi berdasarkan parameter-parameter secara fisis tergantung dari metode apa yang digunakan.

##### **4.1.1 Stratigrafi**

Di daerah penelitian, terdapat batuan sedimen, batuan gunung api, batuan terobosan dan aluvium yang berumur dari Miosen Awal hingga Resen. Pada umumnya, keadaan stratigrafi daerah ini berlapis dan ada pula yang menjemari. Pada daerah penelitian, formasi yang tersingkap dipermukaan adalah Formasi Honje, Formasi Bojong Manik dan Formasi Cipacar. Formasi Honje terletak pada arah barat laut daerah penelitian dan pada formasi ini terdapat batuan gunung api seperti breksi gunung api, tufa, lava andesit-basalt. Formasi Honje diduga berumur Miosen akhir dan satuan batuan ini menjemari dengan Formasi Bojong Manik. Pada Formasi Bojong Manik terdapat batuan seperti batu pasir, batu lempung, batu gamping, konglomerat, napal dan tufa. Formasi Bojong Manik tertindih tak selaras oleh Formasi Cipacar dimana pada formasi ini terdapat aneka macam tufa seperti tufa batu lempung, tufa batupasir, tufa batu apung, tufa breksi, dan napal.



Gambar 4.1 Peta Geologi Daerah Penelitian

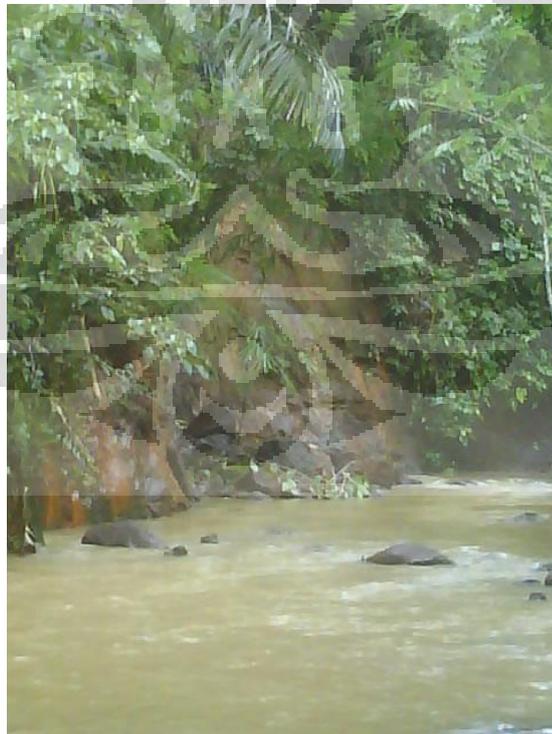
#### 4.1.2 Struktur dan Geomorfologi

Pada daerah "X" terdapat morfologi yang cenderung landai dan berbukit–bukit dengan ketinggian yang rendah hingga mencapai 200 m dari atas permukaan laut dan daerah ini juga banyak mengalir sungai–sungai kecil dan besar. Daerah penelitian pada umumnya berlokasi pada wilayah pemukiman penduduk dimana sering dijumpai rumah–rumah penduduk dan juga sawah–sawah dan sebagian lagi merupakan hutan dan juga padang rumput.

Pada daerah penelitian "X" juga sering ditemukan adanya fosil–fosil yang tersingkap dan biasanya terdapat pada aliran sungai dimana sering terdapat singkapan singkapan.



Gambar 4.2 Singkapan Fosil–Fosil



Gambar 4.3 Tebing–Tebing Tinggi Indikasi Daerah Patahan

Selain itu juga pada daerah–daerah tertentu ditemukan daerah yang sangat terjal dimana hal ini diduga sebagai daerah patahan. Tebing–tebing yang tinggi dan terjal dan terdapat aliran sungai yang cukup deras pada bagian bawahnya pun terlihat adanya batuan beku yang tersingkap. Dari data geologi yang telah diperoleh, struktur geologi yang terdapat pada daerah penelitian terdiri dari sesar turun dengan arah timur laut–barat daya, lipatan dan kelurusan. Kegiatan tektonik di daerah ini diduga mulai dari zaman Miosen Awal dan pada saat itu terjadi kegiatan gunung api bawah laut yang menghasilkan batuan klastika kasar dan batuan gunung api Formasi Cimapag. Fase pengangkatan utama terjadi pada kala Miosen Tengah yang kemudian disusul dengan penurunan, kemudian terangkat pada masa awal Pliosen yang disertai dengan terobosan andesit dan basalt kemudian disusul dengan penurunan yang menghasilkan Formasi Cipacar.

Pada daerah penelitian juga sering terlihat fosil–fosil yang tersingkap di permukaan yang terdapat pada batu lempung dengan bentuk menyerpih dan berwarna kelabu tua hingga muda dan coklat. Fosil–fosil yang terkandung biasanya fosil foraminifera, moluska dan sisa tumbuhan.

#### **4.2 Data Geofisika**

Survey pada daerah penelitian "X" dilakukan dengan 2 metode yaitu metode magnetik dan metode gravitasi. Dari metode tersebut kita dapat memetakan daerah–daerah berdasarkan efek magnetik batuan yang ada di bawah permukaan tanah serta kita juga dapat melihat perbedaan rapat massa atau densitas dari setiap lapisan. Metode magnetik memiliki kesamaan latar belakang fisika dengan metode gravitasi, kedua metode sama-sama berdasarkan kepada teori potensial, sehingga keduanya sering disebut sebagai metoda potensial. Namun demikian, ditinjau dari segi besaran fisika yang terlibat, keduanya mempunyai perbedaan yang mendasar. Dalam magnetik harus mempertimbangkan variasi arah dan besar vektor magnetisasi. Sedangkan dalam gravitasi hanya ditinjau variasi besar vektor percepatan gravitasi. Data pengamatan magnetik lebih menunjukkan sifat residual yang kompleks. Dengan demikian, metode magnetik memiliki variasi terhadap waktu jauh lebih besar. 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. Dari kedua metode tersebut, kita juga dapat menduga dimana terjadi patahan dengan melihat perubahan anomali pada kedua data geofisika tersebut.

#### **4.2.1. Metode Magnetik**

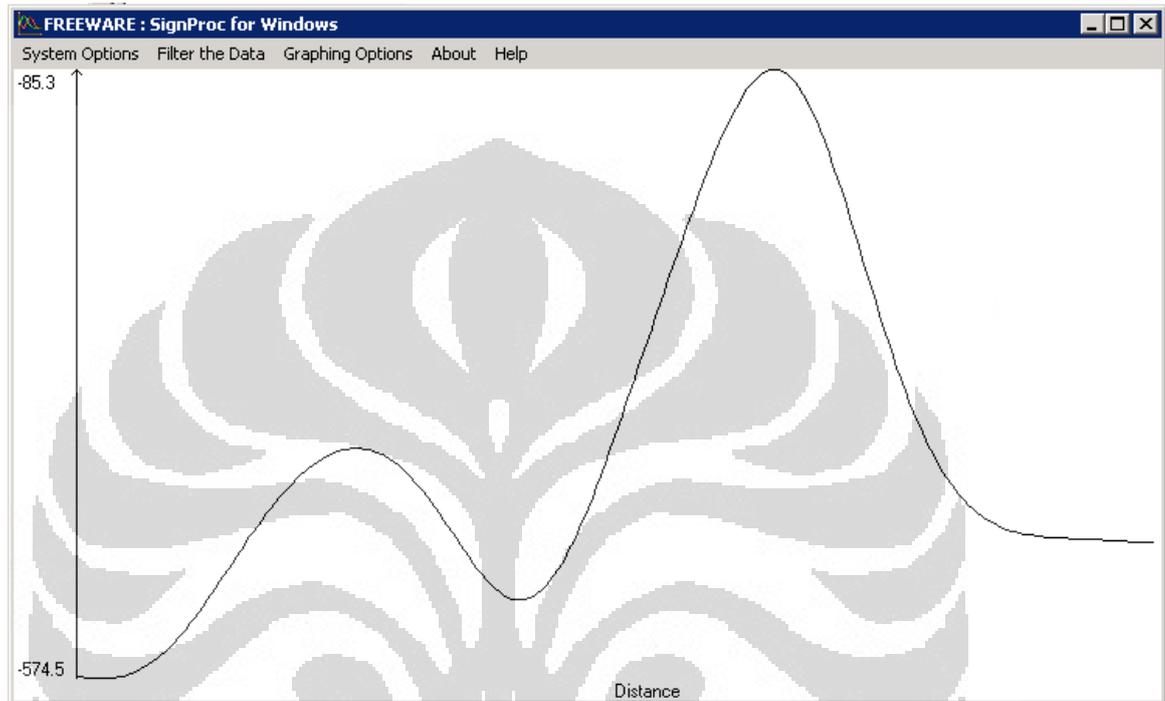
Proses pengolahan data magnetik ditujukan untuk menduga adanya patahan yang dapat dilihat dari perubahan harga anomali magnetik pada daerah tertentu. Perubahan nilai anomali ini berbentuk lonjakan dan penurunan harga anomali yang sangat drastis. Kenaikan harga anomali yang tidak terlalu tinggi juga bisa dikarenakan adanya proses pelapukan yang terjadi didaerah tersebut atau terjadi perubahan karena suatu proses metamorfosa.

Dari peta distribusi anomali magnetik kita melihat adanya perubahan naik turun harga anomali magnetik apabila kita menarik garis lurus dari arah barat laut menuju arah tenggara. Kenaikan paling besar ditunjukkan pada bagian sebelah kanan dari profile Gambar 4.4, dimana pada daerah tersebut diduga terjadi patahan dan juga kenaikan lapisan yang diperkuat dengan semakin rapatnya garis-garis kontur pada daerah sekitar titik tersebut. Pada bagian sebelah kiri juga terjadi lonjakan anomali walaupun tidak sebesar pada bagian kanan, hal ini juga diduga sebagai zona patahan dengan melihat adanya perubahan naik turun harga anomali magnetik. Perlapisan bagian kiri diduga lebih dalam dibandingkan dengan lapisan bagian kanan dimana harga anomali menunjukkan perubahan yang tidak terlalu besar seperti pada bagian kanan.

Kenaikan harga anomali magnetik yang sangat tinggi pada daerah sebelah kanan juga dikarenakan adanya proses perubahan batuan dan juga karena kehadiran Formasi Cipacar, dimana Formasi Cipacar terdiri dari batuan tufa yang merupakan bagian dari batuan gunung api.

Hampir semua daerah penelitian "X" didominasi oleh anomali negatif. Hal ini dimungkinkan karena daerah ini hampir seluruhnya didominasi oleh sedimen yang sangat tebal lapisannya. Dan dari 100 titik pengukuran, hanya ada 1 anomali yang berharga positif dan cenderung bernilai cukup besar, hal ini dimungkinkan karena daerah tersebut mengandung batuan yang memiliki suseptibilitas cukup

tinggi dengan jarak yang dekat dengan permukaan seperti tufa, batuan gunung api. Hal ini juga ditunjukkan dengan garis-garis kontur yang rapat yang menunjukkan bahwa benda magnetik ini dekat permukaan dan bukan berasal dari lapisan yang jauh didalam.



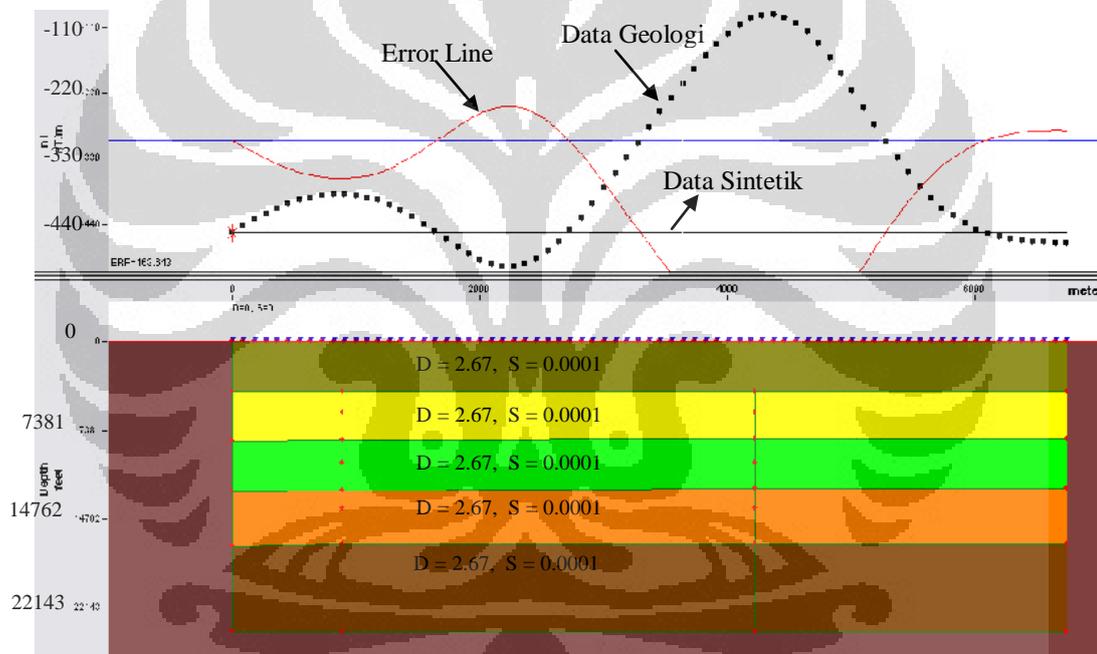
Gambar 4.4 Grafik Profil Lintasan AB

Patahan pada daerah penelitian berupa garis yang menandakan adanya lapisan yang terpisah dan bukan sebagai sesuatu blok patahan baru. Daerah penelitian memiliki 2 patahan sesar oleh karena itu daerah dibagi mejadi 3 blok akibat adanya patahan tersebut. Jika pada celah patahan tersebut tidak terisi material batuan yang memiliki pengaruh magnet besar seperti intrusi lava, maka efek patahan kurang terlihat pada anomali magnetik, terlebih apabila lapisan yang terpisah tersebut memiliki batuan yang sama jenisnya dan juga tidak terjadi kenaikan lapisan. Apabila hal itu terjadi, maka lapisan tersebut akan terlihat sebagai 1 lapisan yang utuh karena efek dari patahan tidak terlihat.

Penentuan posisi patahan pada lapisan sedimen yang tebal menjadi sangat rumit dikarenakan nilai perubahan anomali yang cenderung smooth. Oleh karena

itu, saya membuat beberapa model acuan sebagai komparasi dan juga penguat dugaan lokasi patahan.

Model acuan ini dibuat agar dapat memahami perubahan anomali terhadap model. Parameter yang menjadi perbandingan adalah dengan cara merubah geometri dan suseptibilitas. Proses pembuatan model acuan ini dibuat dengan menggunakan data sintetik dan tidak dicocokkan dengan geologi dan anomali daerah penelitian. Ketebalan lapisan tidak ditentukan secara spesifik, tetapi setiap lapisan memiliki ketebalan yang sama. Proses ini dilakukan untuk dapat mengembangkan pemahaman tentang karakterisasi perlapisan dan anomali yang dihasilkan.

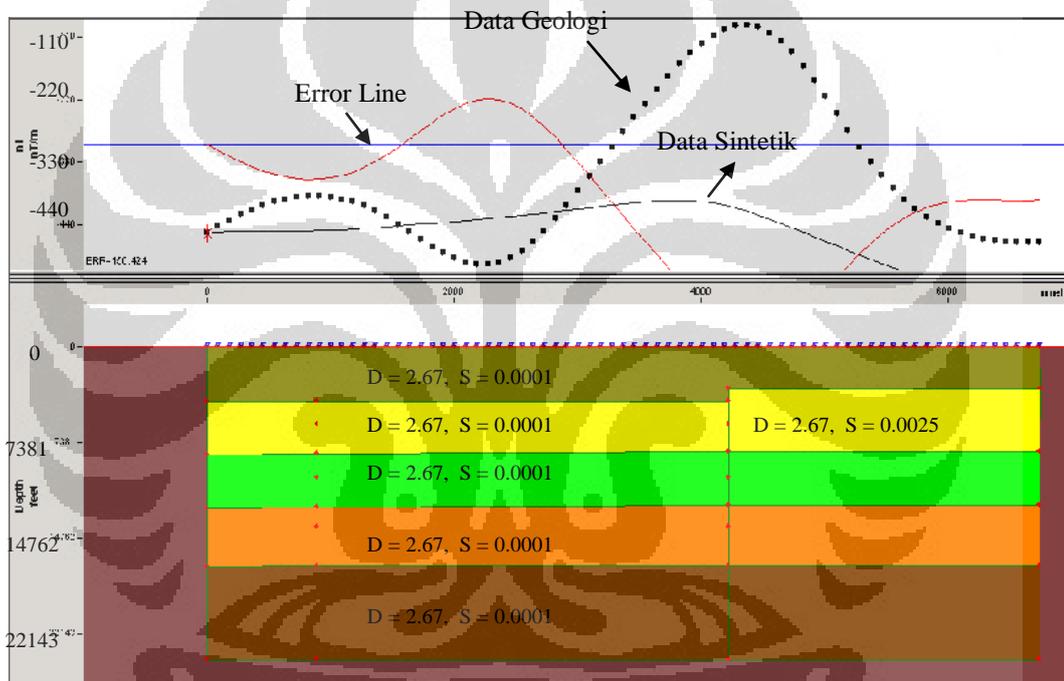


Gambar 4.5 Model Sintetik I

Model acuan I merupakan model yang dibuat dengan nilai suseptibilitas yang sama pada tiap lapisannya. Suseptibilitas batuan pada model bernilai 0.001 cgs yang merupakan range suseptibilitas batu pasir. Pada model, terdapat 2 patahan yang berbentuk garis vertikal tetapi tidak terjadi kenaikan perlapisan. Kurva yang dihasilkan dari model cenderung flat, hal ini dikarenakan model dibuat dengan nilai suseptibilitas yang sama pada tiap lapisannya, sehingga dapat

dikatakan juga bahwa semuanya merupakan satu lapisan yang sama dan efek patahan menjadi tidak berpengaruh.

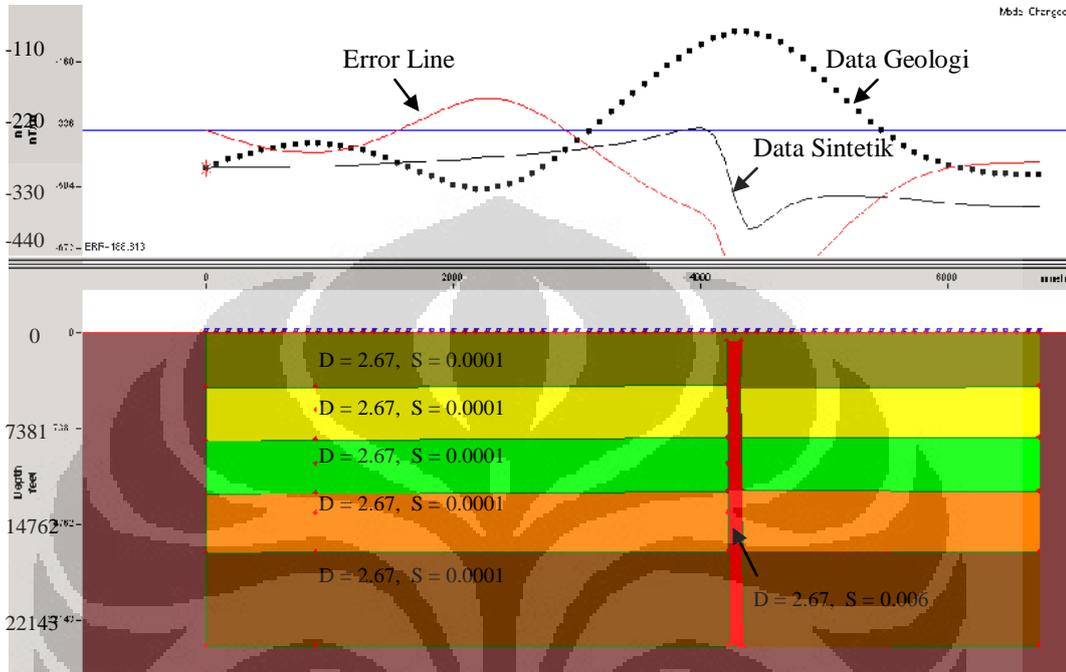
Pada model acuan II, diperlakukan perubahan dari sisi geometri dimana terdapat kenaikan lapisan pada bagian sebelah kanan akibat patahan serta adanya perbedaan nilai suseptibilitas. Dari model acuan diperoleh perubahan anomali dimana terjadi kenaikan nilai anomali pada sebelah kanan. Dari model yang dihasilkan dapat diketahui bahwa perubahan anomali magnetik cenderung dikarenakan adanya kontras nilai suseptibilitas antar batuan dan juga faktor kedalaman.



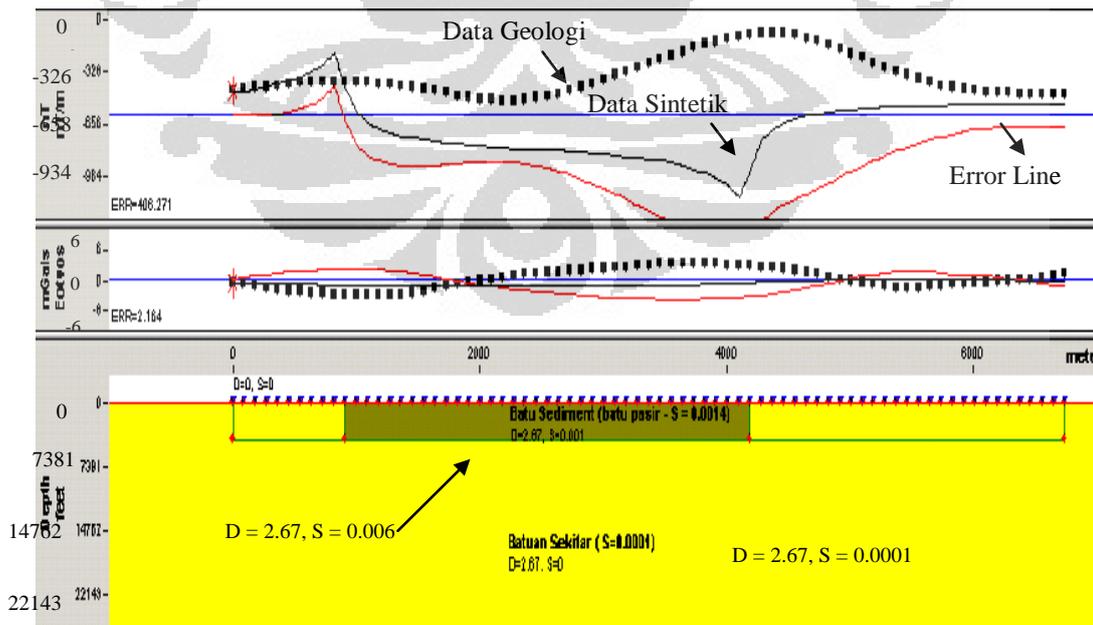
Gambar 4.6 Model Sintetik II

Model Acuan III adalah contoh model untuk menggambarkan adanya patahan yang terisi oleh batuan yang lebih magnetik seperti intrusi lava. Perubahan anomali yang dihasilkan dari model tersebut sangat tajam, dimana hal ini dikarenakan body baru yaitu intrusi lava memiliki lebar geometri yang kecil sehingga perubahan anomalnya pun semakin tajam. Hal ini berbeda apabila body patahan memiliki geometri yang luas, dimana perubahan anomali yang terlihat akan cenderung smooth. Perubahan anomali akan semakin mencolok apabila letak

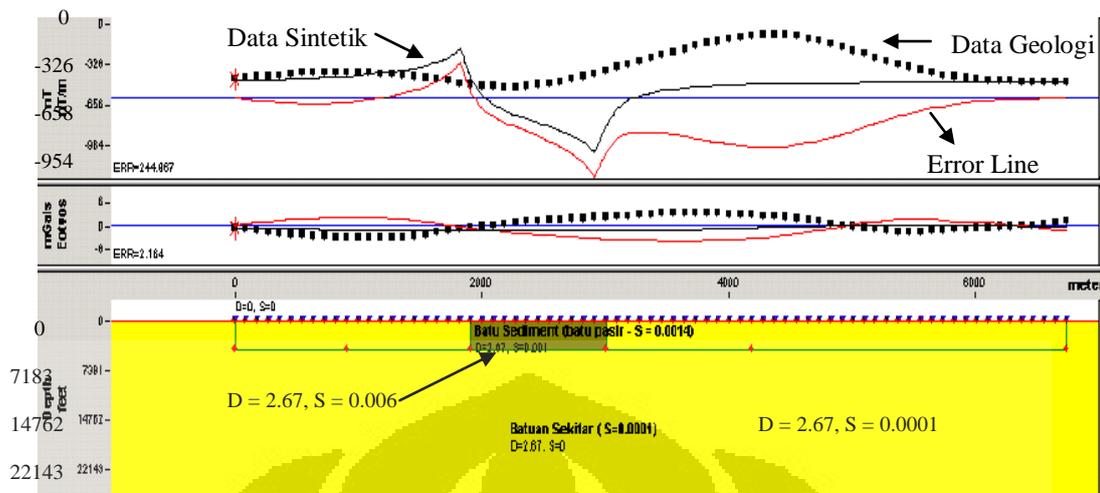
body intrusi semakin dekat dengan permukaan pengukuran karena efek kemagnetan dari benda anomali akan semakin terlihat dengan jelas seperti pada kasus eksplorasi mineral yang cenderung memiliki kedalaman penelitian dangkal.



Gambar 4.7 Model Sintetik III



Gambar 4.8 Model Sintetik IV



Gambar 4.9 Model Sintetik V

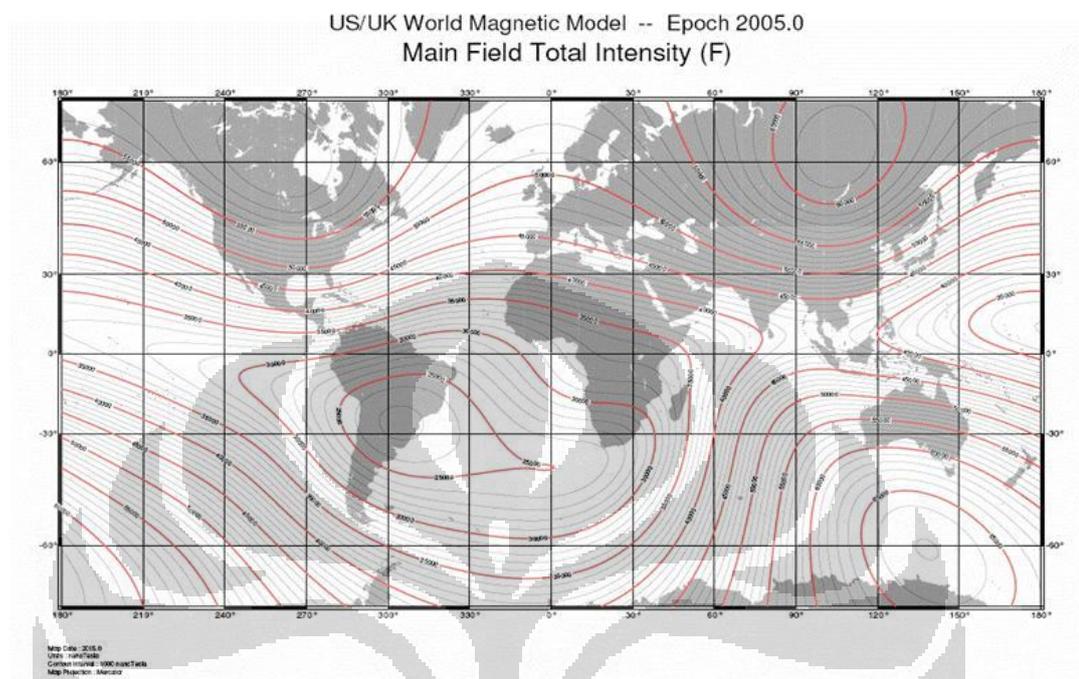
Model Acuan IV dan V adalah model komparasi yang dibuat untuk menunjukkan pengaruh besar geometri lapisan dan juga kontras suseptibilitas terhadap anomali yang dihasilkan. Semakin kecil dan semakin besar kontras suseptibilitas maka akan menghasilkan kurva perubahan anomali yang semakin mencolok. Perubahan anomali akan terlihat pada bagian ujung-ujung lapisan dimana lapisan tersebut dapat dibayangkan sebagai sebuah dipole yang memiliki klosur positif dan negatif.

#### 4.2.1.1 Pemodelan

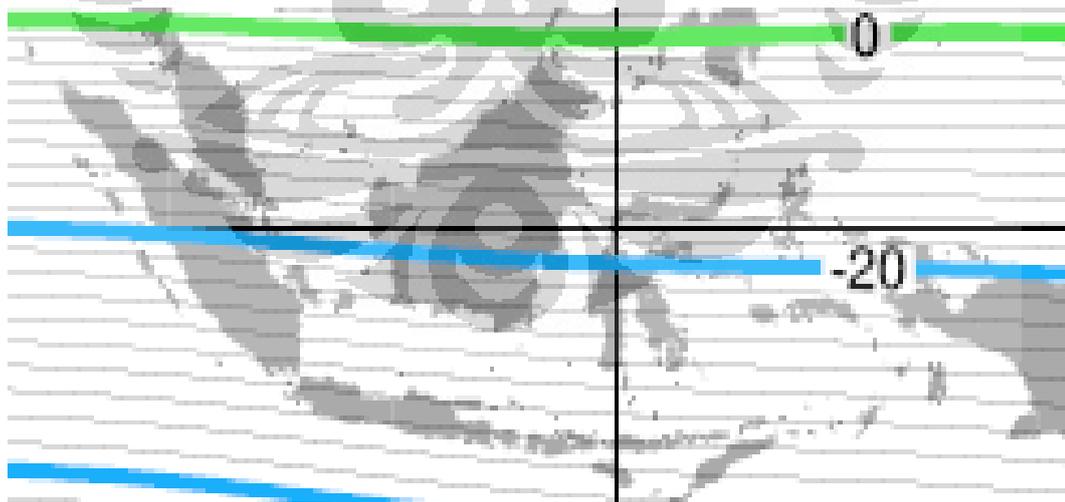
Pemodelan data anomali setelah melalui proses filtering dilakukan dengan program Gym-Sys (Geosoft) dengan cara melakukan pemodelan ke depan (*Forward Modelling*) yaitu merancang model geometry permukaan bawah tanah secara coba-coba agar dapat mengetahui gambaran permukaan bawah tanah.

Untuk melakukan proses pemodelan, dilakukan penentuan garis section pemodelan yaitu dengan cara menarik garis pada peta kontur anomali pada daerah yang memiliki potensi yang ingin kita temukan. Pada proses pemodelan, diperlukan parameter-parameter yang berhubungan dengan data magnetik seperti medan magnet total, inklinasi dan deklinasi. Nilai-nilai ini dapat kita peroleh dari

peta Epoch di daerah tersebut. Berikut adalah peta Epoch dari intensitas magnetik total, inklinasi dan deklinasi di sekitar daerah penelitian :

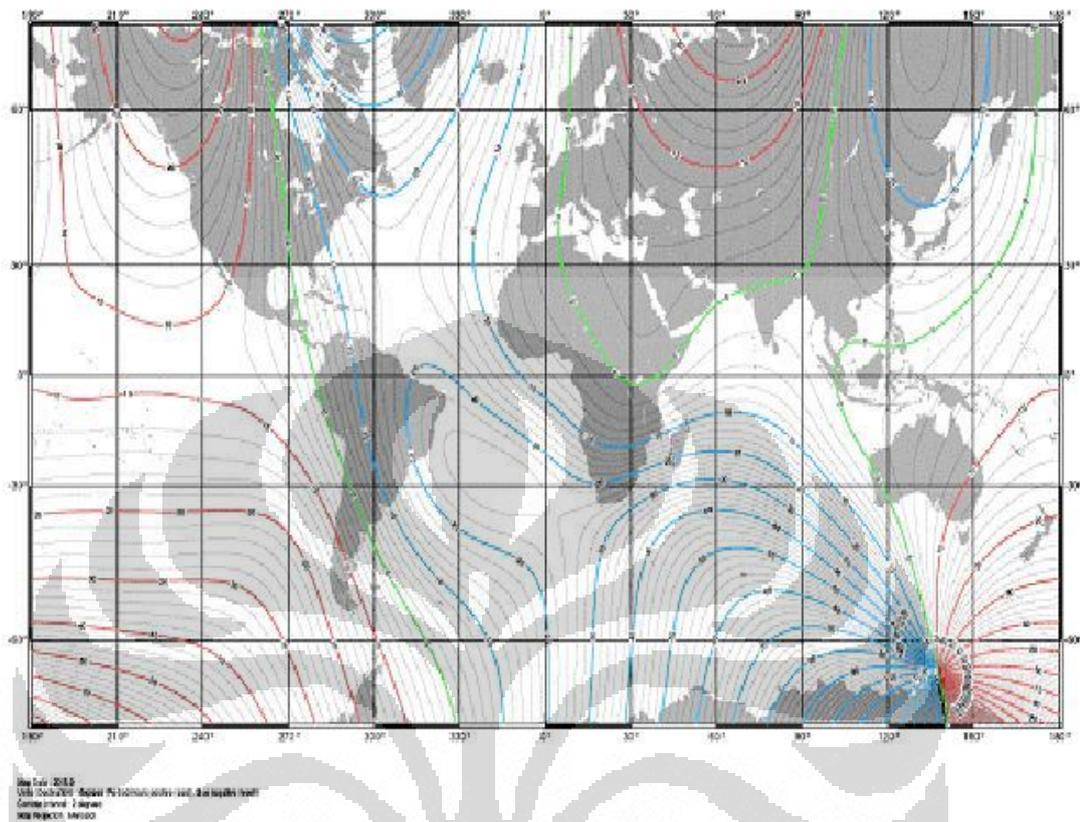


Gambar 4.10 Peta Epoch Total Intensitas



Gambar 4.11 Peta Epoch Inklinasi

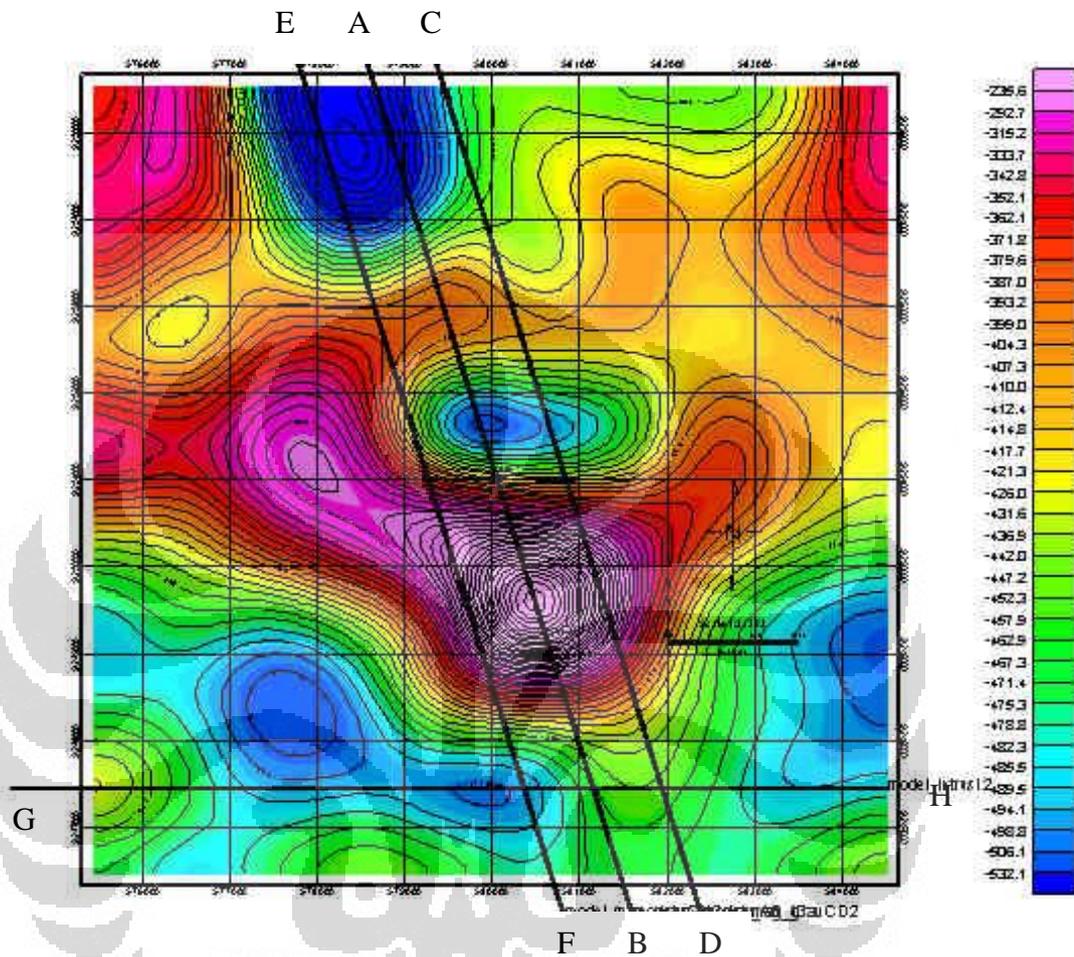
US/UK World Magnetic Model -- Epoch 2005.0  
Main Field Declination (D)



Gambar 4.12 Peta Epoch Deklinasi

Untuk memperoleh nilai intensitas magnetik total, inklinasi dan deklinasi yang lebih akurat digunakan software IGRF (CEMP System) dengan cara memasukkan koordinat titik pengukuran dan juga memasukkan bulan dan tahun pengambilan data. Setelah memasukkan parameter magnetik, maka proses pemodelan dapat dilakukan dan pemodelan dilakukan hingga mendapatkan kurva yang smooth terhadap grafik profil lintasan dan memperoleh nilai error yang sekecil mungkin.

#### 4.2.1.2 Intepretasi Data Magnetik



Gambar 4.13 Penentuan Lintasan Pemodelan

Pengolahan selanjutnya dilakukan dengan cara mengambil lintasan yang akan diolah untuk mendapatkan perkiraan model bawah tanahnya dan dari peta kontur anomali magnetik, saya mengambil 3 lintasan yang diduga kuat di daerah tersebut terdapat struktur patahan dan 1 lintasan dimana terdapat kontras anomali pada magnetik dan gravitasi. Lintasan yang diambil diusahakan sejajar mungkin agar dapat diteliti hubungannya dari setiap lintasan ke lintasan yang lainnya.

Penetapan line pemodelan didasarkan karena adanya perubahan anomali magnetik yang diduga sebagai lokasi patahan. Pada bagian tengah daerah penelitian, terdapat lonjakan dan penurunan anomali magnetik yang merupakan

ciri-ciri adanya perubahan struktur bawah tanah akibat patahan. Perubahan anomali yang tajam dan posisi klosur-klosur positif negatif anomali magnetik yang menandakan adanya patahan juga didukung oleh adanya informasi geologi yang menyatakan bahwa terdapat patahan pada area tersebut. Informasi letak patahan juga diperkuat dengan informasi perubahan rapat massa dari anomali gravitasi. Line pemodelan GH pada bagian selatan didasarkan karena adanya perbedaan variasi perubahan anomali antara magnetik dan gravitasi, dimana gravitasi cenderung memperlihatkan anomali yang tinggi pada beberapa titik sedangkan magnetik memiliki anomali yang negatif dan kecil dibandingkan dengan sekitarnya.

Berdasarkan peta kontur anomali magnetik, daerah penelitian memiliki nilai anomali magnetik yang negatif. Hal ini dikarenakan sebagian besar daerah penelitian didominasi oleh batuan sedimen yang sangat tebal dan memiliki nilai suseptibilitas kecil. Anomali yang sangat tinggi pada daerah barat laut disebabkan oleh kehadiran Formasi Honje yang sebagian besar berisikan batuan gunung api seperti andesit dan basalt segar, sedangkan daerah lainnya didominasi oleh Formasi Bojong Manik yang sebagian besar berisi batuan sedimen seperti batu pasir, batu lempung, batu gamping, konglomerat dan tufa, dan juga pada beberapa bagian seperti pada daerah tenggara daerah penelitian terdapat Formasi Cipacar yang berisikan aneka batuan tufa dan cenderung memiliki nilai suseptibilitas yang lebih tinggi daripada batuan sedimen.

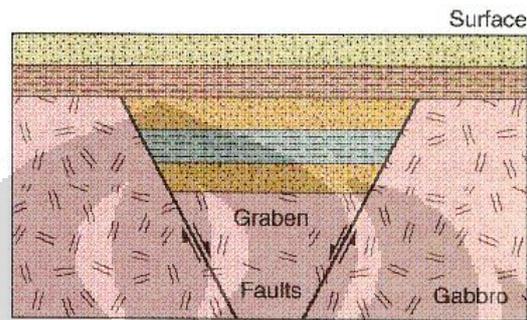
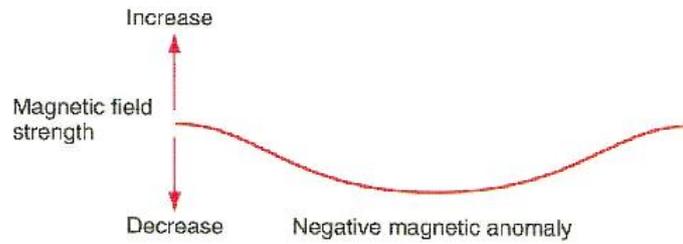
Anomali pada bagian tengah daerah penelitian merupakan daerah yang memiliki anomali paling tinggi daripada daerah lainnya. Hal ini dimungkinkan karena pada daerah tersebut terdapat material batuan yang bersifat lebih magnetik seperti tufa dan juga mineral yang memiliki suseptibilitas yang lebih tinggi dan letaknya dekat dengan permukaan. Nilai anomali yang terdapat di bagian tengah daerah penelitian mencapai nilai antara -515 nT sampai -200 nT dan pada daerah ini diperkirakan terdapat 2 patahan yang diperkuat dengan kontur anomali yang cenderung rapat pada daerah tersebut.

#### 4.2.1.3 Lintasan / Line AB

Lintasan AB didominasi batuan sedimen pada batuan penutupnya, yaitu berupa batuan aluvium yang merupakan batuan endapan teras dan pantai yang ditandai dengan nilai suseptibilitas yang rendah. Pada line ini, terdapat 2 puncak dengan amplitudo anomali magnetik yang cenderung lebih tinggi dibanding dengan daerah sekitar. Apabila kita menarik garis penghubung antara anomaly bagian kiri dan kanan (regional), diperoleh trend atau pola yang relatif datar dan smooth. Oleh karena itu, adanya undulasi anomali magnetik diduga dari adanya patahan dan juga batuan yang bersifat lebih magnetik dibandingkan dengan sekitarnya yang ditandai dengan kenaikan anomali yang sangat tinggi pada bagian sebelah kanan dan juga pola kontur yang rapat.

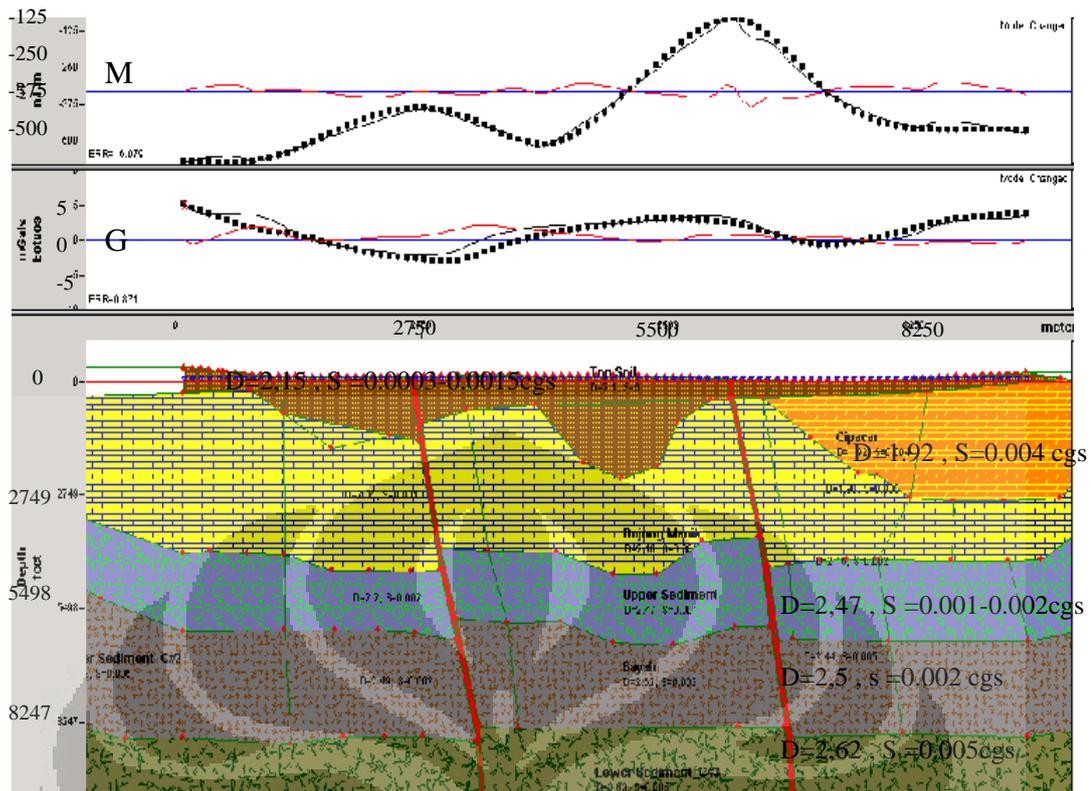
Pada daerah tersebut diduga terjadi sesar naik yang ditandai dengan kenaikan anomali pada bagian sebelah kiri yang disebabkan adanya kenaikan lapisan. Lapisan atas pada line ini adalah Formasi Bojong Manik yang didominasi oleh batupasir, clay, batu gamping dan tufa. Nilai suseptibilitas lapisan ini diperkirakan dari 0.0003 sampai 0.0015 cgs dan pada sebelah kanan diperkirakan adanya campuran dengan batuan beku seperti tufa andesit sehingga menyebabkan adanya kenaikan anomali magnetik dan juga karena posisinya yang dekat dengan permukaan. Pada bagian tengah juga diduga terjadi lipatan akibat adanya stress dari sebelah kiri yang ditandai dengan adanya kenaikan nilai anomali gravitasi. Pada lapisan di bawahnya, terdapat beberapa lapisan, diantaranya terdapat Formasi Cimapag yang didominasi oleh batuan breksi, lava andesit, batu pasir, konglomerat dan tufa dengan nilai perkiraan nilai suseptibilitas antara 0.001 sampai 0,002 cgs. Pada lapisan sebelah kanan diperkirakan didominasi oleh tufa pada tiap lapisan yang ditandai dengan adanya Formasi Cipacar pada bagian atasnya. Formasi Cipacar didominasi oleh aneka macam tufa yang memiliki nilai suseptibilitas lebih tinggi daripada batuan sedimen yaitu antara 0.002 sampai 0.004 cgs.

Proses pelipatan pada bagian tengah ini juga dapat dilihat dari segi anomali magnetik. Pelipatan yang cenderung mengarah kebawah menyebabkan nilai anomali magnetik menurun.



Gambar 4.14 Penurunan Anomali Magnetik

Peristiwa penurunan anomali magnetik pada lintasan AB dapat dibandingkan dengan gambar 3.12, dimana pada kedua lapisan terjadi penurunan lapisan baik disebabkan oleh pelipatan ataupun graben. Penurunan anomali ini disebabkan turunnya lapisan yang lebih magnetik sehingga pembacaan nilai anomali magnetik semakin melemah dimana pada bagian penutupnya diisi oleh lapisan yang kurang magnetik dibandingkan dengan lapisan yang ada dibawahnya oleh karena itu pembacaan nilai anomali magnetik menjadi semakin negatif karena pembacaan kekuatan medan magnet menjadi lebih kecil dibandingkan pembacaan rata-ratanya yang lebih didominasi oleh lapisan penutupnya yang memiliki nilai suseptibilitas kecil.



Gambar 4.15 Pemodelan Lintasan AB

Keterangan :

- Titik-titik : Data anomali
- Garis Hitam : Nilai pemodelan
- Garis Merah : Error
- M : Kurva anomali dan model untuk magnetik
- G : Kurva anomali dan model untuk gravitasi
- D : Nilai densitas
- S : Nilai suseptibilitas

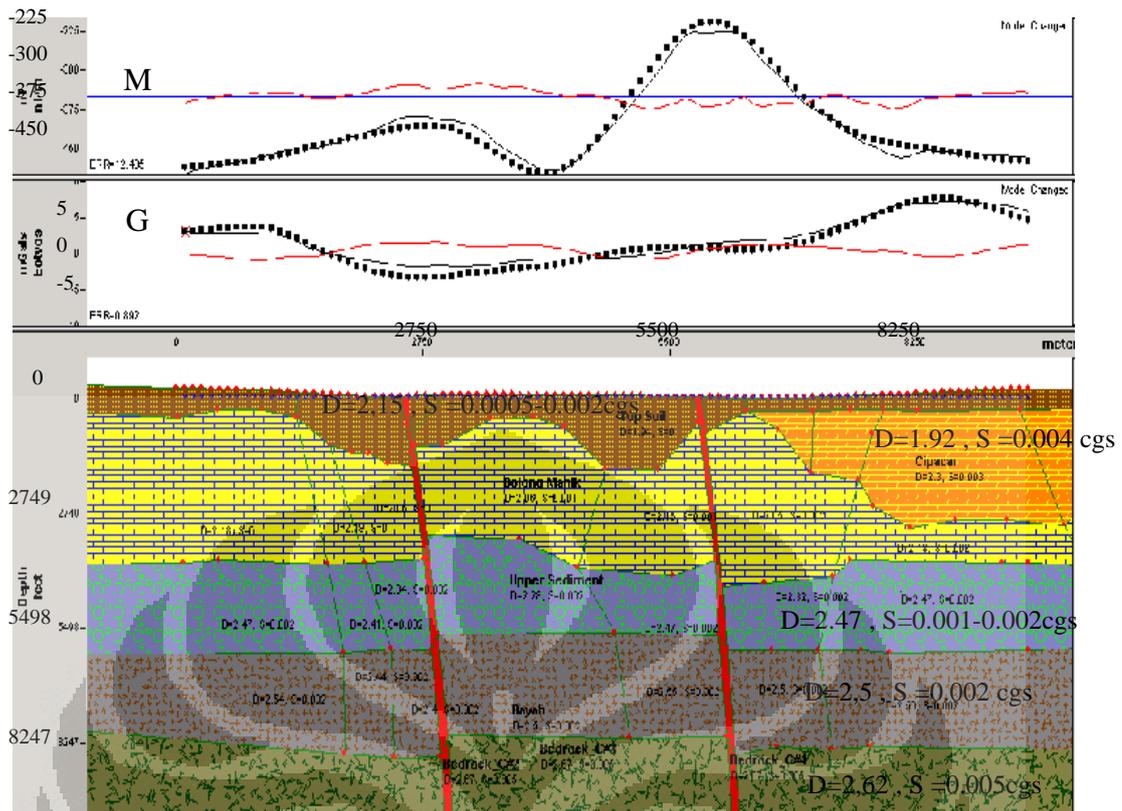
#### 4.2.1.4 Lintasan / Line CD

Lintasan CD masih didominasi dengan batuan-batuan yang sama dengan lintasan AB yaitu berupa lapisan sedimen pada bagian atasnya dan terdapat batuan endapan pada bagian permukaan. Pada lintasan ini, terlihat lipatan yang terjadi tidak terlalu berundak dimana arah stress berasal dari sebelah barat laut yaitu karena adanya pressure dari aliran lava yang dapat dilihat dari adanya Formasi

Honje. Anomali daerah penelitian hampir semuanya didominasi oleh anomali negatif, hal ini dikarenakan batuan daerah penelitian sebagian besar didominasi oleh batuan sedimen yang memiliki nilai suseptibilitas yang kecil terlebih lapisan sedimen ini sangat dalam. Hal ini sangat mempengaruhi harga pencatatan anomali magnetik sehingga nilainya bersifat negatif. Lonjakan nilai anomali yang besar terdapat pada bagian kanan line pemodelan dimana hal ini dikarenakan hadirnya lapisan Cipacar yang memiliki batuan yang lebih magnetik dibandingkan dengan sekitarnya. Lapisan Cipacar menindih selarah lapisan Bojing Manik dan letaknya dekat dari permukaan dan hal ini semakin mempertinggi nilai yang terukur di permukaan. Batuan yang terdapat pada lapisan Cipacar adalah batu pasir tufan, batu lempung tufan, tufan breksi yang bersusunan andesit.

Harga suseptibilitas Formasi Bojong Manik berkisar antara 0.0005 sampai 0.002 cgs dan hal ini juga dapat dikarenakan adanya batuan beku pada formasi ini. Pada bagian kanan line, terdapat penurunan pada lapisan. Hal ini diduga disebabkan faktor pressure dari arah barat laut yang cenderung menekan ke arah tenggara yang dicirikan adanya pemadatan pada daerah sebelah kanan yang ditunjukkan dari harga anomali gravitasi.

Kemungkinan patahan juga diperkuat dari nilai anomali gravitasi yang telah ada. Terjadi trend yang cenderung menurun tajam dari arah sebelah kiri, ini dikarenakan adanya pressure dari arah atas dan lapisan ini kurang kompak. Pada daerah sebelah kanan, tingginya harga anomali magnetik dikarenakan oleh kehadiran Formasi Cipacar yang lebih tinggi nilai suseptibilitasnya dan juga letaknya yang jauh lebih dekat dengan permukaan, dimana pada permukaan pun ditunjukkan adanya kenaikan topografi pada daerah tersebut.



Gambar 4.16 Pemodelan Lintasan CD

Keterangan :

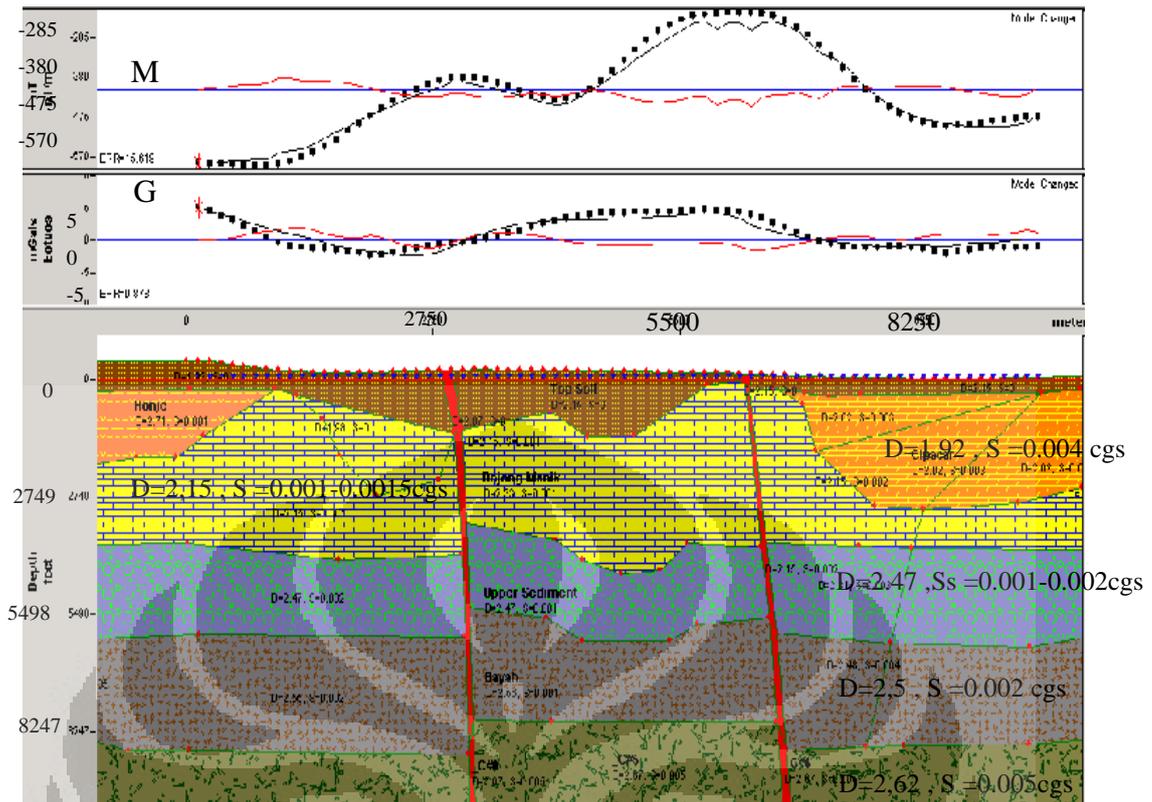
- Titik-titik : Data anomali
- Garis Hitam : Nilai pemodelan
- Garis Merah : Error
- M : Kurva anomali dan model untuk magnetik
- G : Kurva anomali dan model untuk gravitasi
- D : Nilai densitas
- S : Nilai suseptibilitas

#### 4.2.1.5 Lintasan / Line EF

Pada line EF, diperkirakan adanya lapisan Honje yang dapat dilihat dari harga anomali gravitasi yang tinggi pada bagian sebelah kiri sedangkan kutub negatif dari Formasi Honje pun mempengaruhi harga anomali magnetik yang cenderung rendah. Nilai anomali magnetik yang cenderung datar pada bagian tengah dikarenakan Formasi Bojong Manik yang memiliki suseptibilitas cukup

tinggi terdapat pada lapisan yang lebih dalam oleh karena itu terlihat cenderung flat kemudian harganya menjadi meningkat dikarenakan adanya kenaikan lapisan pada daerah sekitar rekahan dengan nilai suseptibilitas 0.001–0.0018. Pada lintasan ini, terlihat adanya pepadatan pada 1 bagian dikarenakan semakin besar pressure dari arah sebelah kanan dimana terdapat lapisan Honje sehingga harga densitas pada bagian tengah menjadi lebih besar dan dapat kita lihat dari kenaikan harga anomali gravitasi. Penurunan anomali magnetik pada bagian tengah pun diperkirakan karena adanya kenaikan lapisan yang memiliki suseptibilitas yang cukup tinggi disebelah kanan line sehingga penurunannya tidak curam dan cenderung landai. Batuan pengisi lapisan Honje adalah batuan beku gunung api seperti batuan andesit dan basalt. Pada batuan di lapisan Cimapag pun terdapat batuan terobosan seperti andesit dan basalt yang disertai dengan urat urat kuarsa yang membawa mineral sulfida.

Disini terlihat adanya pressure dari arah sebelah kiri yang ditandai dengan adanya perubahan tingkat kekompakan batuan pada bagian tengah line. Nilai anomali gravitasi menunjukkan adanya peningkatan harga densitas dimana daerah tersebut cenderung lebih kompak karena menahan pressure dari arah sebelah kiri.



Gambar 4.17 Pemodelan Lintasan EF

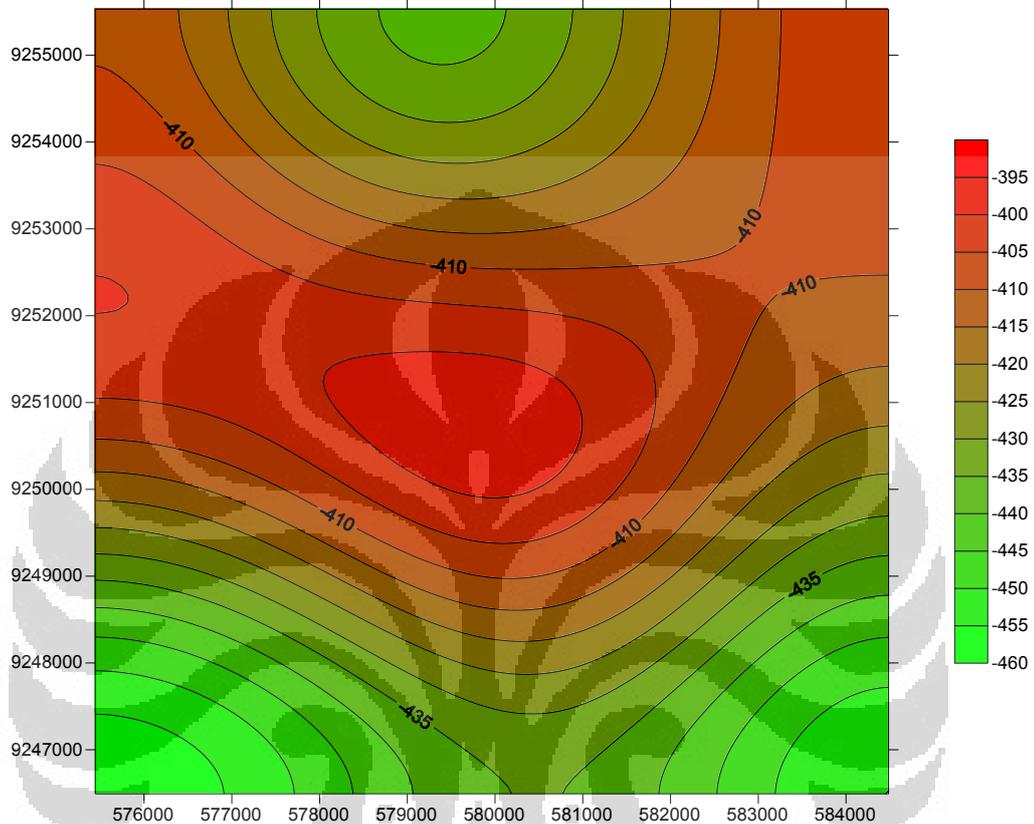
Keterangan :

- Titik-titik : Data anomali
- Garis Hitam : Nilai pemodelan
- Garis Merah : Error
- M : Kurva anomali dan model untuk magnetik
- G : Kurva anomali dan model untuk gravitasi
- D : Nilai densitas
- S : Nilai Suseptibilitas

#### 4.2.1.6 Lintasan / Line GH

Pada lintasan ini terdapat beberapa titik yang memiliki anomali yang berbeda dibanding dengan daerah sekitarnya. Pada kontur anomali magnetik terdapat daerah yang memiliki nilai anomali yang sangat negatif sedangkan pada kontur anomali gravitasi terlihat anomali bouguer yang sangat tinggi. Perbedaan

nilai ini kemungkinan disebabkan oleh adanya proses pelipatan yang menyebabkan adanya kenaikan nilai anomali gravitasi dimana adanya konsentrasi massa yang sangat tinggi pada beberapa titik akibat kompresi dari arah barat.



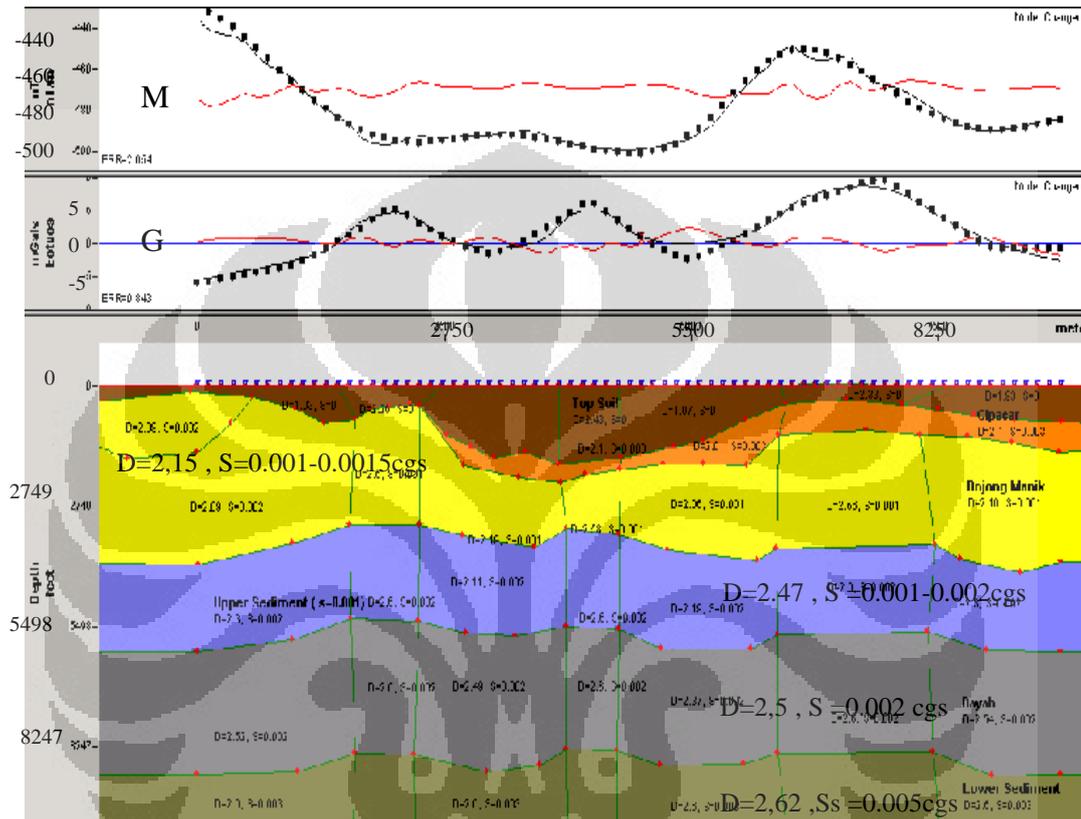
Gambar 4.18 Peta Kontur Regional Magnetik

Peta kontur regional diatas dapat memberikan informasi bahwa perubahan anomali magnetik daerah penelitian cenderung dipengaruhi oleh karakteristik batuan sedimen dan tidak mungkin adanya proses intrusi lava pada daerah tersebut.

Apabila terjadi proses intrusi magma, maka pada kontur regional magnetik, kita dapat melihat kecenderungan kenaikan anomali tetapi dari peta kontur regional magnetik, kita tidak memperoleh tanda-tanda adanya kenaikan atau perubahan anomali yang menunjukkan adanya proses intrusi magma pada bagian selatan.

Apabila kita mencocokkan dengan nilai anomali gravitasi, kita dapat menduga bahwa pada daerah ini terjadi proses lipatan. Hal ini ditunjukkan dengan

nilai anomali yang tinggi dimana terjadi kenaikan konsentrasi rapat massa pada beberapa titik. Sementara rapatnya kontur menunjukkan bahwa proses pelipatan ini terjadi pada lapisan sedimen yang dangkal dan dekat dengan permukaan.



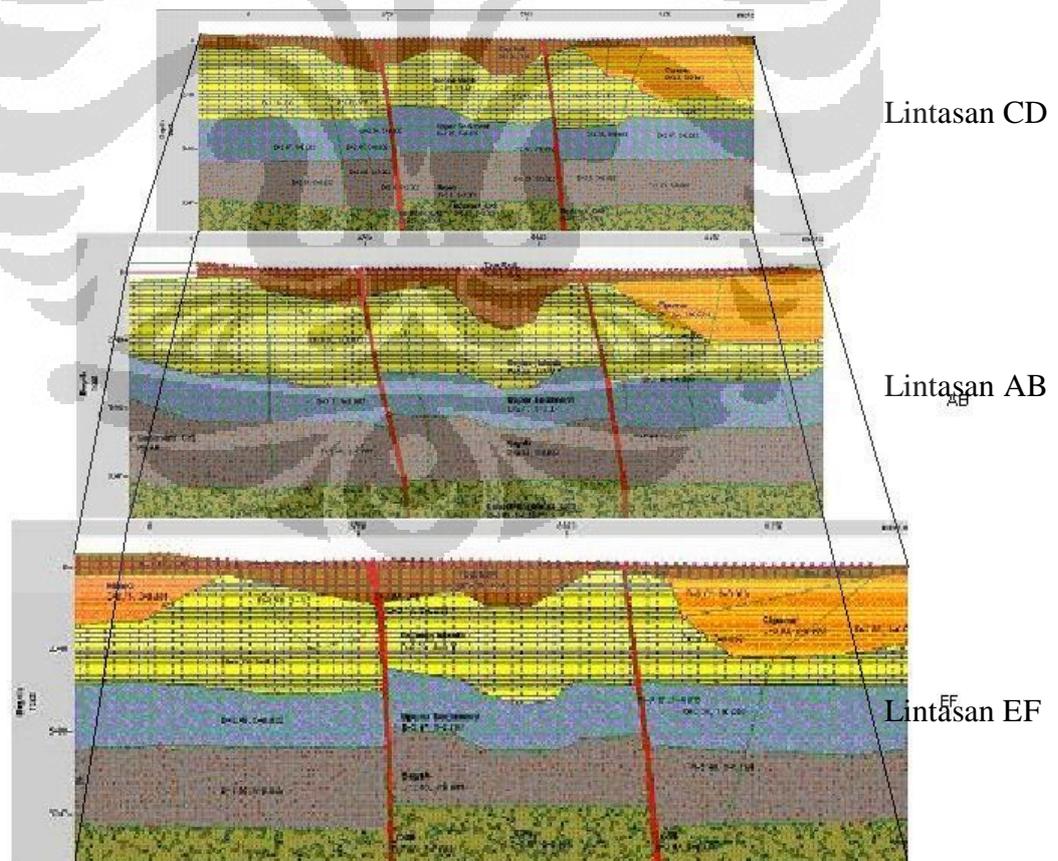
Gambar 4.19 Pemodelan Lintasan GH

Keterangan :

- Titik-titik : Data anomali
- Garis Hitam : Nilai pemodelan
- Garis Merah : Error
- M : Kurva anomali dan model untuk magnetik
- G : Kurva anomali dan model untuk gravitasi
- D : Nilai Densitas
- S : Nilai suseptibilitas

#### 4.2.1.7 Penggabungan Lintasan

Jika line pemodelan diurutkan sejajar, maka kita dapat melihat kontinuitas dari tiap formasi dan juga perubahan-perubahan yang terjadi dari setiap lintasan pemodelan. Jika kita menarik garis lurus maka kita dapat menarik kesimpulan arah patahan. Patahan pada daerah penelitian cenderung susah untuk dilihat dari peta kontur anomali magnetik, hal ini dikarenakan frekuensi jumlah titik pengambilan data yang sangat sedikit dan juga dengan rentang jarak yang jauh. Sebaiknya pengambilan data magnetik dilakukan dengan rentang jarak yang pendek yaitu sekitar 5 atau 10 meter, tetapi pada saat survei penelitian, pengambilan data dilakukan dengan range 1 km dan untuk luas wilayah 100 km<sup>2</sup> hanya ada 100 titik pengambilan data. Hal ini membuat proses interpretasi menjadi lebih sulit dikarenakan kekurangan informasi detail dari daerah penelitian sehingga keberadaan patahan susah untuk diamati dan terjadi beberapa kemungkinan lain yang bisa terjadi.



Gambar 4.20 Penggabungan Lintasan Pemodelan

Penetapan titik-titik patahan didasarkan atas perubahan anomali magnetik yang drastis. Nilai anomali magnetik yang tinggi dapat disebabkan karena adanya kenaikan perlapisan. Kenaikan perlapisan disebabkan oleh adanya patahan pada daerah tersebut yang dikarenakan kompresi dari arah lain.

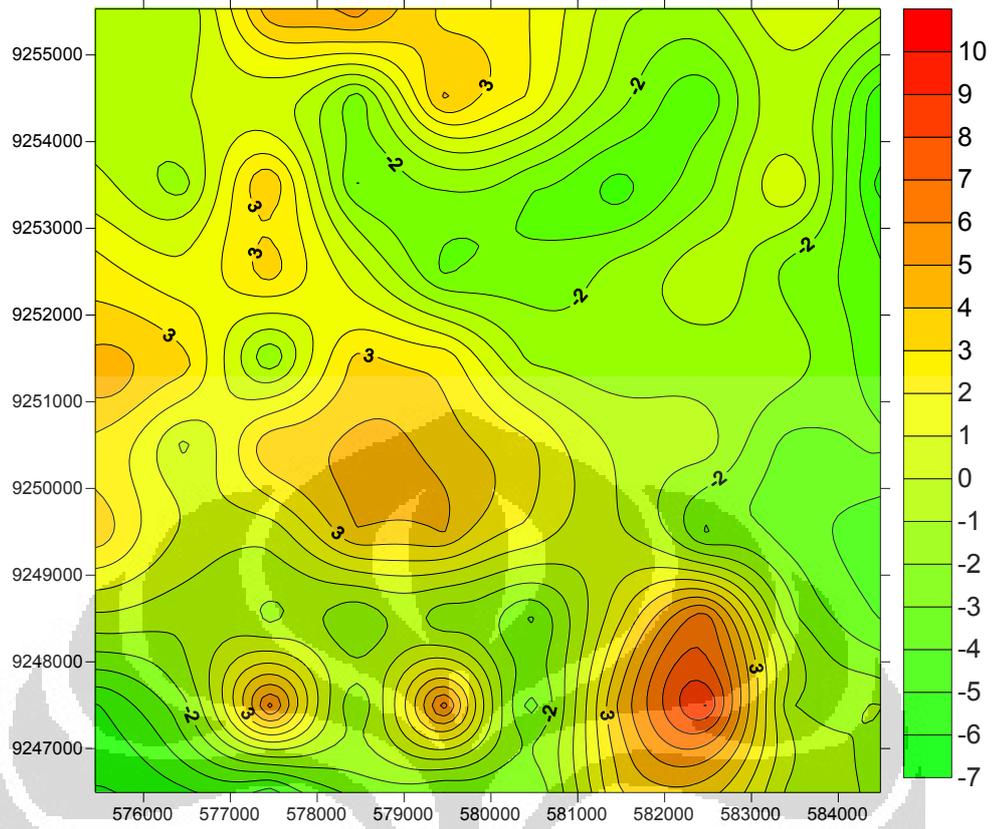
Proses penentuan ketebalan perlapisan diperoleh dari data bor yang telah ada. Dari data bor untuk gravitasi, diperoleh data-data ketebalan perlapisan yang dapat diketahui juga jenis-jenis batuan pada tiap lapisan

#### **4.2.2. Metode Gravitasi**

Proses pengolahan metode gravitasi bertujuan untuk memetakan distribusi massa dekat permukaan bumi dengan memanfaatkan medan gravitasi bumi yang berbeda-beda. Secara umum, dapat diterangkan bahwa batuan yang berbeda densitasnya akan menghasilkan besaran gravitasi yang berbeda pula dan apabila suatu batuan dengan densitas yang tinggi terletak dekat dengan permukaan bumi, maka akan direkam besaran gravitasinya yang relatif tinggi pada sebuah gravimeter.

Didaerah penelitian "X", terdapat perbedaan-perbedaan harga anomali gravitasi terlebih pada daerah yang diduga terdapat patahan. Pada daerah sekitar patahan, terjadi penurunan anomali gravitasi yang mungkin bisa disebabkan karena adanya proses pelapukan akibat dari stress yang diterima dan pada bagian yang lain terjadi kenaikan tingkat kekompakan batuan akibat stress tersebut. Daerah Penelitian "X" sebagian besar didominasi oleh batuan sedimen dan dari model perkiraan yang dihasilkan, nilai densitas berada pada range nilai densitas batuan sedimen.

Apabila kita mengambil satu garis lurus dengan arah barat laut–tenggara, kita melihat adanya naik turunnya nilai anomali gravitasi. Hal ini diperkirakan sebagai adanya patahan pada titik tertentu, dengan ditandai adanya penurunan rapat massa pada daerah yang dekat dengan patahan kemudian naik kembali setelah itu turun kembali. Ciri-ciri yang dapat dilihat dari permukaan adalah seringnya terjadi kerusakan pada jalan raya, hal ini dikarenakan struktur tanah yang mudah amblas karena lapisan bawah tanah yang cenderung tidak kompak.



Gambar 4.21 Peta Kontur Anomali Residual Gravitasi



Gambar 4.22 Kondisi Daerah Penelitian

### 4.3 Metode Terintegrasi

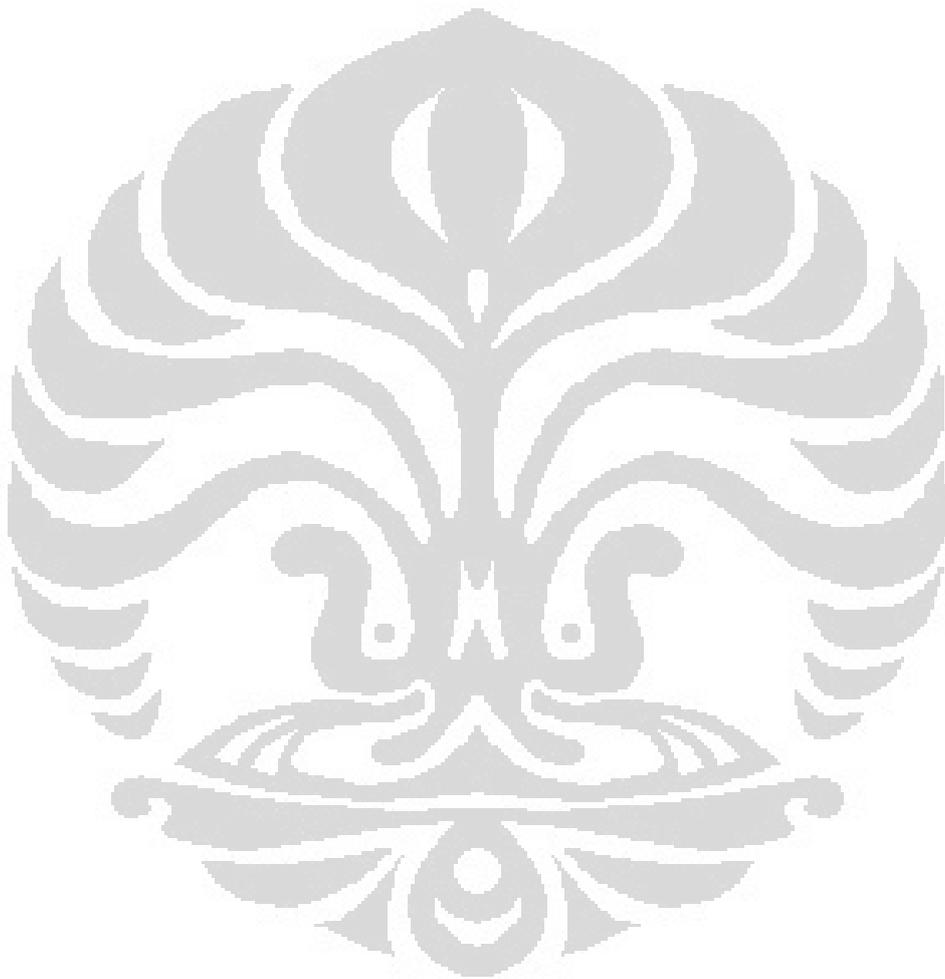
Proses integrasi data–data yang ada ditujukan untuk memperkuat dugaan dengan cara menggabungkan informasi–informasi yang ada seperti data geologi dan data geofisika. Dalam survey penelitian ini, ada 2 data geofisika yaitu data magnetik dan data gravitasi. Dari data magnetik dan gravitasi, kita dapat menduga daerah zona patahan dengan melihat karakteristik anomalnya. Anomali magnetik yang berubah naik turun bisa mencirikan adanya patahan pada daerah tersebut, sama halnya pada metode gravitasi, turunnya anomali gravitasi bisa dikarenakan adanya pelapukan pada daerah tersebut akibat adanya kenaikan tekanan ataupun terjadi lipatan pada suatu lapisan yang menyebabkan daerah tersebut memiliki anomali gravitasi yang cukup tinggi karena struktur lapisannya yang semakin kompak akibat stress yang terjadi.

Hal ini pun diperkuat dengan adanya data pemetaan geologi yang menginformasikan adanya patahan pada daerah tersebut. Selain itu, dari data geologi yang ada, sering dijumpai adanya fosil–fosil yang tersingkap ke permukaan. Hal ini bisa menjadi dugaan awal adanya hidrokarbon pada daerah tersebut mengingat di daerah tersebut juga ada patahan. Apabila pada suatu daerah terdapat patahan maka patahan tersebut dapat berperan sebagai perangkap struktur hidrokarbon.

Metode magnetik tidak dapat meneliti keberadaan hidrokarbon, tetapi metode ini dapat meneliti tentang struktur permukaan bawah tanah. Dari struktur ini, dapat dilakukan survei yang lebih detail untuk meneliti keberadaan hidrokarbon. Selain informasi struktur permukaan bawah tanah, proses pendugaan hidrokarbon dapat dilakukan dengan cara melihat batuan yang terdapat pada daerah penelitian dan juga keberadaan fosil–fosil yang menjadi sumber terbentuknya hidrokarbon.

Daerah penelitian didominasi oleh batu lempung dan batu lempung ini dapat berperan sebagai “ source rock ” atau “ batuan induk “ dimana batuan ini adalah batuan sedimen yang mengandung materi organik yang tertimbun di bawah permukaan tanah dengan tekanan tertentu dan mengalami proses diagenesis sehingga materi organik yang dikandung pada batuan tersebut berubah menjadi hidrokarbon. Dari gabungan data geologi dan geofisika, prospek adanya

hidrokarbon pada daerah ini cukup besar karena didukung oleh adanya perangkap struktur dan juga batuan induk yang merupakan tempat beradanya hidrokarbon.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil interpretasi dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

Karakteristik dari metode magnetik yang diduga terdapat struktur patahan ditandai dengan adanya perubahan anomali yang cukup besar dibanding dengan daerah sekitarnya. Ada 2 struktur patahan yang dapat dilihat dari anomali magnetik :

1. Zona Patahan Tumbukan

Dicirikan dengan adanya perubahan anomali dan juga peningkatan rapat massa batuan di beberapa daerah sekitarnya akibat proses kompresi

2. Zona Patahan Rekahan

Dicirikan dengan adanya perubahan anomali yang drastis, kenaikan lapisan dan juga nilai rapat massa batuan yang cukup rendah.

#### **5.2 Saran**

Untuk keperluan studi lebih lanjut dan mendapatkan hasil penelitian yang maksimal, perlu diberikan saran – saran sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh data yang lebih bagus, sebaiknya dilakukan pengukuran dengan rentang jarak yang lebih rapat agar dapat memperoleh keadaan anomali magnetik yang lebih detail. Proses pengambilan data yang dilakukan pada survey ini memiliki rentang spasi yang sangat jauh dan hal ini menjadikan hasil anomali yang diperoleh tidak detail.
2. Dalam penelitian, perlu diperhatikan keadaan cuaca seperti hujan karena akan mempengaruhi data yang diperoleh.
3. Perlu ditambahkan lagi metode geofisika yang lain agar dapat memperoleh hasil yang lebih bagus sebagai pendukung interpretasi.

## DAFTAR ACUAN

- Pamuji, E. Khristian. 2005. *Survei Geofisika Dengan Menggunakan Metode Magnetik*. Universitas Negeri Papua, Manokwari.
- Zaenudin. A., Ramses, J.T. dan Ramat, M. 2008. *Eksplorasi Bijih Besi (Iron Ore) dengan metoda magnetik*. Jurusan Teknik Geofisika FTTM, Bandung.
- Refrizon. 2004. *Interpretasi Data Magnetik Desa Sokoagung Kecamatan Bagelen Purworejo Jawa Tengah Dengan Metode Transformasi Reduksi Ke Kutub Bumi*. Staff Pengajar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu.
- Telford W. M., Geldart, L. P. and Sheriff R. E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press.
- AAPG UNDIP SC Weblog. *Geomagnet*. 21 Nov. 2009. 13.57 WIB  
(<http://aapgscundip.wordpress.com/2008/07/23/geomagnet/>).
- Sujatmiko dan Santosa, S. 1985. *Geologi Lembar Leuwidamar, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sujatmiko dan Santosa, S. 1985. *Geologi Cikarang, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Metode Geofiska. *Metode magnetik*. 21 Nov. 2009. 14.22 WIB  
(<http://nurmansyah-putra.blogspot.com/2009/01/metode-geofisika.html>).
- Blakely, R.J. 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*, Cambridge University Press.
- Moehadi, Mostoto. 2006. *Geologi Dasar*. Jurusan Fisika Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Mussett E. A. and Khan M. A. 1990. *Looking Into The Earth*. Cambridge University Press.

