

38337/H/10



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



RSFi
538.727
Hus
S-1
2009

TUGAS AKHIR - SF 1380

**STUDI PERSEBARAN LOKASI BIJIH BESI
MENGUNAKAN METODE GEOMAGNET DI DAERAH
RIAM DANAU, KECAMATAN JELAI HULU,
KABUPATEN KETAPANG, KALIMANTAN BARAT**

ALWI HUSEIN
NRP 1104 100 041

Dosen Pembimbing
Dr. Widya Utama, DEA

JURUSAN FISIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	11-8-2009
Terima Dari	H
No. Induk	759



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - SF 1380

***THE STUDY OF IRON ORE SPREADING USING
GEOMAGNETIC METHOD AT RIAM KOTA, JELAI
HULU SUBDISTRICT, THE REGENCY OF KETAPANG,
WEST KALIMANTAN***

**AWI HUSEIN
NRP 1104 100 028**

**Advisor
Dr. Widya Utama, DEA**

**DEPARTMENT of PHYSICS
Faculty of Mathematic and Natural Science
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2009**

**STUDI PERSEBARAN BIJIH BESI MENGGUNAKAN
METODE GEOMAGNETIK DI DESA RIAM KOTA,
KECAMATAN JELAI HULU, KABUPATEN KETAPANG,
KALIMANTAN BARAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Studi Geofisika
Program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ALWI HUSEIN

Nrp. 1104 100 041

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. Widya Utama, DEA



**STUDI PERSEBARAN BIJIH BESI MENGGUNAKAN
METODE GEOMAGNETIK DI DESA RIAM KOTA,
KECAMATAN JELAI HULU, KABUPATEN KETAPANG,
KALIMANTAN BARAT**

Nama Mahasiswa : Alwi Husein
NRP : 1104 100 041
Jurusan : Fisika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Widya Utama, DEA

Abstrak

Telah dilakukan interpretasi data survey geomagnetik untuk menentukan persebaran bijih besi di daerah Riam Danau, Kecamatan Jelai Hulu, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Proses akuisisi dilakukan menggunakan Proton Precession Magnetometer (PPM) dan posisi titik ukur ditentukan menggunakan Global Positioning System (GPS). Metode yang digunakan dalam proses akuisisi adalah metode Looping dengan Base Station yang tetap (Fixed Base). Pengolahan data anomaly magnetic total dilakukan dengan menggunakan beberapa tahapan, mulai dari koreksi variasi harian hingga Reduksi ke Kutub. Anomali magnetic yang telah direduksi ke Kutub dengan menggunakan Software MagPick dan Excell menunjukkan persebaran Bijih Besi di lokasi membentang ke arah Utara lokasi, dimana terdapat banyak anomali yang tersebar di daerah tersebut.

Kata kunci: *Bijih Besi, Geomagnet, Reduksi ke Kutub, Anomali medan magnet.*

**THE STUDY OF IRON ORE SPREADING USING
GEOPMAGNETICMETHOD AT RIAM KOTA, JELAI
HULU SUBDISTRICT, THE REGENCY KETAPANG,
WEST KALIMANTAN**

Name : Alwi Husein
NRP : 1104 100 041
Department : Physics FMIPA-ITS
Advisor : Dr. Widya Utama, DEA

Abstract

Interpretation of Geomagnetic survey data has been conducted to determine Iron Ore spreading at Riam Kota area, Jelai Hulu Subdistrict, Ketapang Regency, West Kalimantan. Acquisition process was done using Proton Precession Magnetometer (PPM) and the acquisition points were determined using Global Positioning System (GPS). The method used in the acquisition process is looping method with a Fixed Base. Overall, anomaly data processing were done in steps, from Diurnal Variation Correction to Reduction to Pole. Magnetic anomaly that has been Reducted to the Pole using MagPick and Excell display the Iron Ore spreading, which is going Northward of the research area, where there are many anomaly shown in that area.

Kata kunci: Iron Ore, Geomagnet, Reduction to Pole, Magnetic Field Anomaly.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, inayah, dan nikmat-Nya. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW dan sahabatnya. Hanya dengan karunia-Nya, penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul:

"STUDI PERSEBAAN BIJI BESI MENGGUNAKAN METODE GEOMAGNET DI DESA RIAM KOTA, KECAMATAN JELAI HULU, KABUPATEN KETAPANG, KALIMANTAN BARAT"

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini, penulis masih menyadari banyak kelemahan dan kekurangan di dalamnya. Seiring dengan ucap syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Widya Uama, DEA selaku dosen pembimbing yang senantiasa membantu dan memberikan semangat serta memberikan banyak pengetahuan sehingga terselesaikannya Tugas akhir ini.
3. Bapak Dwa Desa Warnana, M.Sc. Atas segala bantuannya baik sebelum maupun saat penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Drs. Heny Faisal selaku ketua Jurusan Fisika, atas bantuan dan kebijakannya, semoga bermanfaat bagi kita semua.
5. Sungkono, S.Si yang selalu menjadi teman bagi penulis, dari awal hingga akhir pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dr. Bagus Jaya Santosa dan Bapak Eko Minarto, M.Sc, selaku dosen penguji atas semua arahan dan bimbingannya.
7. Bapak Wasis, Bapak Yono dan Antok atas saran-saran yang telah diberikan selama prose pengambilan data.
8. Kedua adik penulis yang elalu menjadi inspirasi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Mas Ary, Arief, dan Erik yang selalu setia di Laboratorium Geofisika sebagai teman bagi penulis dalam berbagi ilmu.

10. Teman – teman Gravitasi 2004 - yang kalau disebutkan satu persatu akan memakan banyak tempat, namun mempunyai tempat khusus di hati penulis – sebagai teman yang selalu mendukung penulis dalam berbagai hal.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Terimakasih atas semua kebaikan ini dan hanya Allah sajalah yang patut membalasnya. Kesempurnaan hanya milik Allah semata, sehingga dengan segala keterbatasan semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	v
Abstrak.....	vii
Kata Pengantar.....	xi
Daftar Isi.....	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1. Gaya Magnetik.....	5
2.2. Kuat Medan Magnet.....	5
2.3. Intensitas Kemagnetan.....	5
2.4. Suseptibilitas Kemagnetan.....	6
2.5. Induksi Magnet.....	6
2.6. Medan Magnet Bumi.....	7
2.7. Anomali Magnetik.....	13
2.7.1. Proton Magnetometer.....	15
2.8. Reduksi ke Bidang Datar.....	16
2.9. Sifat Magnet Batuan.....	17
2.10. Pengertian Mineral.....	21
2.10.1. Mineral Pembentuk Batuan.....	21
2.10.2. Mineralogi Bijih Besi.....	24
2.10.3. Proses Terbentuknya Bijih Besi.....	28
 BAB III METODOLOGI.....	 31
3.1. Waktu dan Lokasi Pengambilan Data.....	31

3.2. Peralatan Yang Digunakan.....	33
3.3. Metodologi.....	34
3.3.1. Metode Pengambilan Data.....	34
3.3.2. Metode Pengolahan Data.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Analisa Data Anomali Magnetik.....	39
4.2. Reduksi ke Bidang Datar.....	40
4.3. Pemisahan Efek Lokal-Regional.....	41
4.4. Reduksi ke Kutub.....	42
4.5. Survey IP.....	43
4.6. Pembahasan.....	44
4.7. Rekomendasi Teknis.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	51
1. Hasil Pengukuran pada tanggal 18 Oktober 2008	51
2. Hasil Pengukuran pada tanggal 20 Oktober 2008	52
3. Hasil Pengukuran pada tanggal 21 Oktober 2008	53
4. Hasil Pengukuran pada tanggal 22 Oktober 2008	54
5. Hasil Pengukuran pada tanggal 23 Oktober 2008	56
6. Hasil Pengukuran pada tanggal 24 Oktober 2008	57
7. Hasil Pengukuran pada tanggal 25 Oktober 2008	59
8. Hasil Pengukuran pada tanggal 27 Oktober 2008	60
9. Hasil Pengukuran pada tanggal 28 Oktober 2008	62
10. Hasil Pengukuran pada tanggal 29 Oktober 2008	63
11. Hasil Pengukuran pada tanggal 31 Oktober 2008	64
12. Hasil Pengukuran pada tanggal 1 September 2008	68
13. Hasil Pengukuran pada tanggal 2 September 2008	72
BIODATA PENULIS.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bumi Sebagai Batang Magnet Raksasa Dengan Garis-Garis Gayanya	8
Gambar 2.2. Elemen Magnetik Bumi	9
Gambar 2.3. Peta Medan Magnet Utama Bumi Untuk Epoch 2005.....	10
Gambar 2.4. Vektor yang menggambarkan medan anomali (H_A), medan utama (H_M) dan medan magnet total (H_T) (<i>Robinson, 1988</i>)	12
Gambar 2.5. Anomali Magnetik Benda	14
Gambar 2.6. Reaksi Bowen Seri Dari Mineral Utama Pembentukan Batuan Beku	23
Gambar 2.7. Mineral Siderit	25
Gambar 2.8. Mineral Magnetit	25
Gambar 2.9. Mineral Hematit	26
Gambar 2.10. Mineral Pyrit	27
Gambar 2.11. Mineral Limonit	27
Gambar 3.1. Lokasi Umum Penelitian	31
Gambar 3.2. Distribusi Lintasan Pada Area Survey.....	32
Gambar 3.3. Diagram Alir Survey Geomagnetik	34
Gambar 3.4. Metode Looping	35
Gambar 3.5. Topografi Daerah Survey Geomagnetik	37
Gambar 4.1. Peta Anomali Medan Magnet Total	39
Gambar 4.2. Peta Anomali Medan Magnet Setelah Direduksi ke Bidang Datar	40
Gambar 4.3. Peta Hasil Proses Kontinuasi Keatas Sebesar 80 Meter	41
Gambar 4.4. Peta Anomali Medan Magnet Total Lokal	42
Gambar 4.5. Peta Anomali Medan Magnet Setelah Direduksi ke Kutub	43
Gambar 4.6. Gambar Rancangan Lintasan yang Dapat Digunakan Untuk Survey IP	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Beberapa Mineral Diamagnetik dan Paramagnetik (Robinson dalam Wiloso, 2003)	19
Tabel 2.2. Kemagnetan Beberapa Batuan (Robinson dalam Wiloso, 2003)	20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Besi merupakan jenis logam kedua yang paling melimpah di bumi dan masih menjadi tulang punggung dalam peradaban modern. Ketergantungan terhadap logam tersebut dinyatakan oleh penggunaannya dalam kehidupan manusia; mulai dari keperluan rumah, pertanian, permesinan, hingga alat transportasi. Beraneka jenis cebakan bijih besi bernilai komersil di dunia dikenal terbentuk secara: magmatik, kontak metasomatik, penggantian (*replacement*), sedimentasi, residual dan ekshalasi gunung api (Herman, 2006).

Oleh karena itu, perlu dilakukan eksplorasi besi untuk memenuhi kebutuhan manusia. Pada awal proses eksplorasi diperlukan cara yang efektif untuk menentukan lokasi dimana terdapat batuan besi. Metode yang baik digunakan pada tahapan ini adalah metode Geomagnetik yang bekerja dengan cara mendeteksi keberadaan mineral besi suatu lokasi berdasarkan perbedaan nilai suseptibilitasnya. Mineral utama besi (Fe), Magnetit dan Hematit memiliki kandungan Fe tinggi (sekitar 70 %) akan terdeteksi oleh peralatan yang digunakan dalam eksplorasi ini, sehingga dapat membantu menentukan lokasi prospek yang akan dieksplorasi lebih lanjut (Geoforwork.wordpress.com).

Secara geologis, Indonesia mempunyai sumber daya mineral, termasuk bahan galian industri (salah satunya adalah Bijih besi), yang sangat besar. Pembentukan pegunungan, aktivitas magma pada gunung-gunung api serta proses sedimentasi yang telah berjalan dalam periode yang lama selalu disertai dengan proses evolusi geologi yang mengakibatkan

terjadinya proses pembentukan bahan galian. Berbagai indikasi adanya proses tersebut banyak dijumpai di berbagai tempat di kepulauan Indonesia, salah satunya di desa Riam Kota, Kecamatan Jelai Hulu, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi dalam melakukan tugas akhir ini adalah bagaimana mengaplikasikan metode Geomagnetik beserta perangkat lunak yang berkaitan untuk melokalisir keberadaan bijih besi yang terdapat di desa Riam Kota, Kecamatan Jelai Hulu, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Geomagnetik dengan perangkat lunak yang terkait dan lokasi penelitian adalah di desa Riam Kota, Kecamatan Jelai Hulu, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data geomagnetik dan informasi tentang potensi bijih batu besi di sekitar Riam Kota, Kecamatan Jelai Hulu, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat. Metode geomagnetik dapat mendeteksi keberadaan batu besi, baik yang tersingkap dipermukaan maupun yang berada di bawah permukaan. Metode ini didasarkan pada sifat-sifat kemagnetan batuan bawah permukaan (suseptibilitas) suatu medium. Dengan demikian, bijih batu besi keberadaannya dapat diketahui berdasarkan perbedaan nilai suseptibilitasnya batuan di daerah tersebut, yang dicerminkan oleh medan magnetik total.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil tugas akhir ini diharapkan dapat berguna untuk melakukan tahapan lebih lanjut dalam melokalisasi keberadaan bijih besi di desa Riam Kota, Kecamatan Jelai Hulu, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat sebelum dilakukan proses eksploitasi penambangan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gaya Magnetik

Kutub-kutub magnet analog dengan muatan dan titik massa. Kutub-kutub magnet yang terpisah sejauh r akan menimbulkan gaya magnet sebesar F . Gaya magnet adalah gaya tarik atau tolak antara kutub-kutub magnet yang berlainan atau sama dan terpisah dengan jarak sejauh r . Adapun persamaan yang diperoleh dari hukum Coulomb dirumuskan dengan:

$$F = \frac{p_1 p_2}{\mu r^2} \vec{r} \quad (2.1)$$

dimana:

F	= gaya interaksi antara massa kutub (N)
P	= kutub magnet ()
r	= jarak antara dua titik massa dari setiap kutub (m)
$\vec{r}$	= vektor satuan
μ	= permitivitas medium ()

2.2 Kuat Medan Magnet

Kuat medan magnet (H) adalah kuat medan pada suatu titik dalam ruang yang disebabkan adanya muatan q yang terletak sejauh r dari titik tersebut. Kuat medan magnetik didefinisikan sebagai

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

2.3 Intensitas Kemagnetan

Benda magnet dapat dipandang sebagai sekumpulan dari sejumlah momen-momen magnetik. Bila benda magnetik tersebut diletakkan dalam medan luar, benda tersebut menjadi

termagnetisasi karena induksi. Oleh karena itu, intensitas kemagnetan (I) adalah tingkat kemampuan menyearahnya momen-momen magnetik dalam medan magnet luar, atau didefinisikan sebagai momen magnet persatuan volume:

$$I = \frac{M}{V} \quad (2.3)$$

Dengan:

I = intensitas magnetik

V = volume

M = momen magnetik

2.4 Suseptibilitas Kemagnetan

Suseptibilitas magnetik atau k merupakan konstanta yang menunjukkan kemampuan suatu benda untuk termagnetisasi oleh medan magnet. Secara matematis, suseptibilitas magnetik di gambarkan dengan:

$$k = \frac{I}{H} \quad (2.4)$$

Besaran yang tidak berdimensi ini merupakan 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.

2.5 Induksi Magnet

Bila benda magnetik diletakkan dalam medan magnet luar H , kutub-kutub internalnya akan menyearahkan diri dengan H dan terbentuk suatu medan magnet baru yang besarnya adalah :

$$H' = 4\pi kH \quad (2.5)$$

Medan magnet totalnya disebut dengan induksi magnet B dan dituliskan sebagai :

$$B = m_r H \quad (2.6)$$

dengan $m_r = 1 + 4\pi k$ dan disebut sebagai permeabilitas relatif dari suatu benda magnetik. Satuan B dalam *emu* adalah gauss, sedangkan dalam geofisika eksplorasi dipakai satuan gamma (γ), dengan $1 \gamma = 10^{-5}$ gauss = 1 nT.

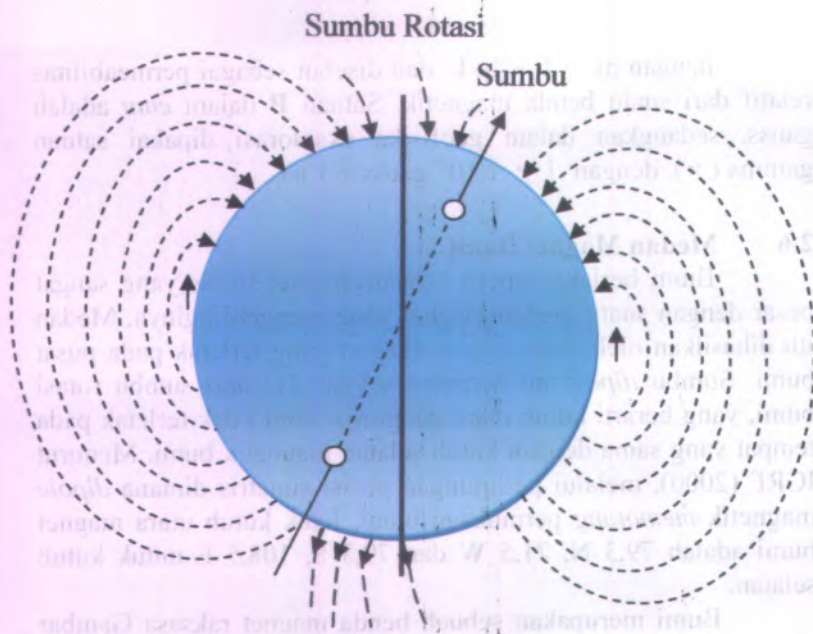
2.6 Medan Magnet Bumi

Bumi berlaku seperti sebuah magnet speris yang sangat besar dengan suatu medan magnet yang mengelilinginya. Medan itu dihasilkan oleh suatu *dipole* magnet yang terletak pada pusat bumi. Sumbu *dipole* ini bergeser sekitar 11° dari sumbu rotasi bumi, yang berarti kutub utara geografis bumi tidak terletak pada tempat yang sama dengan kutub selatan magnetik bumi. Menurut IGRF (2000), melalui perhitungan posisi simetris dimana *dipole* magnetik memotong permukaan bumi, letak kutub utara magnet bumi adalah $79,3^\circ$ N, $71,5^\circ$ W dan $79,3^\circ$ S, $108,5^\circ$ E untuk kutub selatan.

Bumi merupakan sebuah benda magnet raksasa Gambar 2.2, letak kutub utara dan selatan magnet bumi tidak berimpit dengan kutub geografis. Pengaruh kutub utara dan selatan magnet bumi dipisahkan oleh khatulistiwa magnet. Intensitas magnet akan maksimum di kutub dan minimum di khatulistiwa (Santoso, 2002).

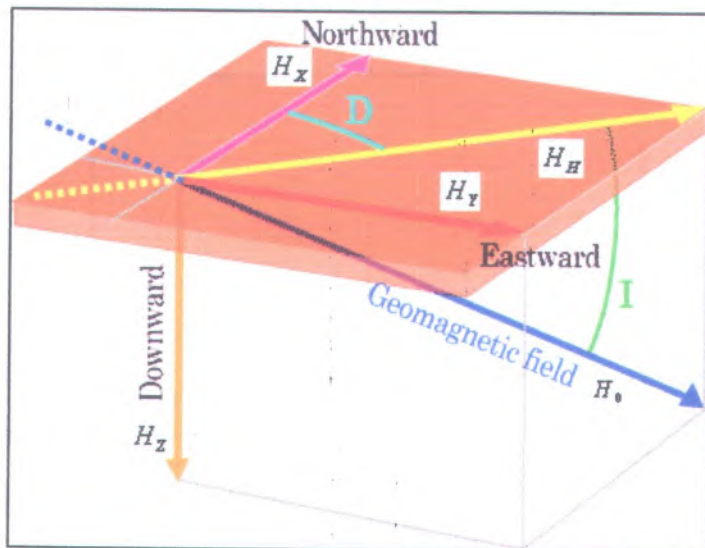
Karena letaknya yang berbeda terdapat perbedaan antara arah utara magnet dan geografi yang disebut sebagai deklinasi. Arah polarisasi benda magnet akan ditentukan oleh nilai inklinasi dimana benda tersebut diletakkan.

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis yang dapat diukur yaitu arah dan intensitas kemagnetannya. Parameter fisis itu adalah deklinasi magnetik D , intensitas horisontal H dan intensitas vertikal Z . Dari elemen-elemen ini, semua parameter medan magnet lainnya dapat dihitung.



Gambar 2.1 Bumi Sebagai Batang Magnet Raksasa Dengan Garis-Garis Gayanya.

Parameter yang menggambarkan arah medan magnetik adalah deklinasi D (sudut antara utara magnetik dan utara geografis) dan inklinasi I (sudut antara bidang horisontal dan vektor medan total), yang diukur dalam derajat. Intensitas medan magnetik total F digambarkan dengan komponen horisontal H , komponen vertikal Z dan komponen horisontal kearah utara X dan kearah timur Y .



Gambar 2.2 Elemen Magnetik Bumi

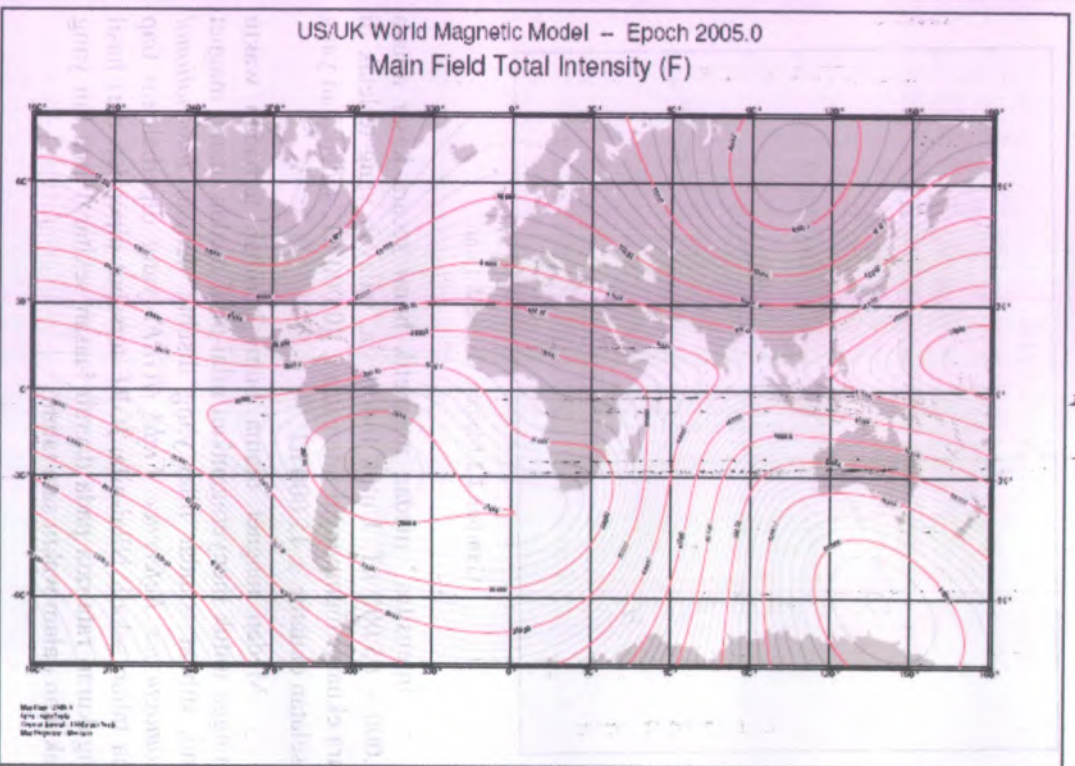
Intensitas medan magnetik bumi secara kasar antara 25.000 – 65.000 nT. Untuk Indonesia, wilayah yang terletak di utara ekuator mempunyai intensitas ± 40.000 nT, sedangkan yang di selatan ekuator ± 45.000 nT.

Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu sehingga untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut dengan *International Geomagnetism Reference Field (IGRF)* yang diperbaharui tiap lima tahun sekali. Nilai-nilai IGRF tersebut diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km yang dilakukan dalam waktu satu tahun.

Medan magnet bumi terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. Medan utama (*Main field*)

Pengaruh medan utama magnet bumi $\pm 99\%$ dan variasinya terhadap waktu sangat lambat dan kecil.



Gambar 2.3 Peta Medan Magnet Utama Bumi Untuk Epoch 2005.

2. Medan luar (*External field*)

Pengaruh medan 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. Beberapa sumber medan luar antara lain :

- Perubahan konduktivitas listrik lapisan atmosfer dengan siklus 11 tahun
- Variasi harian dengan periode 24 jam yang berhubungan dengan pasang surut matahari dan mempunyai jangkau 30 nT
- Variasi harian dengan periode 25 jam yang berhubungan dengan pasang surut bulan dan mempunyai jangkau 2 nT
- Badai magnetik yang bersifat acak dan mempunyai jangkau sampai dengan 1000 Nt

3. Anomali Medan Magnetik

Variasi medan magnetik yang terukur di permukaan merupakan target dari survey magnetik (anomali magnetik). Besarnya anomali magnetik berkisar ratusan sampai dengan ribuan nano-tesla. Secara garis besar anomali ini disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnet induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan yang besar pada magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetnya serta sangat rumit diamati karena berkaitan dengan peristiwa kemagnetan yang dialami sebelumnya. Sisa kemagnetan ini disebut dengan *Normal Residual Magnetism* yang merupakan akibat dari magnetisasi medan utama.

Anomali yang diperoleh dari survey merupakan hasil gabungan dari keduanya, bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya bertambah besar, demikian pula sebaliknya. Dalam survey magnetik, efek



medan remanen akan diabaikan apabila anomali medan magnet kurang dari 25 % medan magnet utama bumi (*Telford, 1976*).

Adanya anomali magnetik menyebabkan perubahan dalam medan magnet total bumi dan dapat dituliskan sebagai :

$$\mathbf{H}_T = \mathbf{H}_M + \mathbf{H}_A \quad (2.7)$$

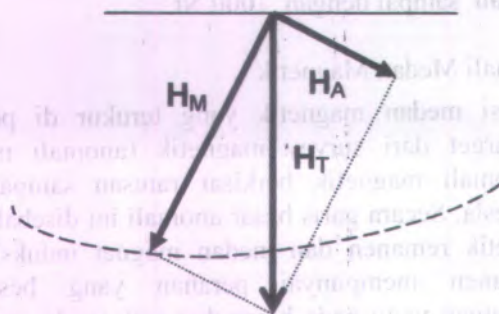
dengan $\mathbf{H}_T$ = medan magnetik total bumi

$\mathbf{H}_M$ = medan magnetik utama bumi

$\mathbf{H}_A$ = medan anomali magnetik

Bila besar $\mathbf{H}_A \ll \mathbf{H}_T$ dan arah $\mathbf{H}_A$ hampir sama dengan arah $\mathbf{H}_T$ maka anomali magnetik totalnya adalah :

$$\Delta T = \mathbf{H}_T - \mathbf{H}_M \quad (2.8)$$



Gambar 2.4 Vektor yang menggambarkan medan anomali ($\mathbf{H}_A$), medan utama ($\mathbf{H}_M$) dan medan magnet total ($\mathbf{H}_T$) (*Robinson, 1988*).

Pengukuran medan magnet dipermukaan bumi merupakan resultan dari berbagai variabel. Oleh karena itu variasi medan magnet bumi dapat dibedakan dalam 4 hal:

1. Variasi yang relatif berjalan dengan lambat atau disebut sebagai variasi sekuler (gambar 2.4). Perubahan ini

- berkaitan dengan perubahan posisi kutub bumi secara perlahan (Gillibrand dalam Santoso, 2002)
2. Variasi medan magnet yang disebabkan oleh sifat fisis kemagnetan yang tidak homogen dari kerak bumi. Perubahan ini relatif memiliki nilai yang kecil. Penyebab dari variasi ini ialah kontras sifat kemagnetan (suseptibilitas) antar batuan di dalam kerak bumi (termasuk di dalamnya kemagnetan induksi dan kemagnetan remanent). Dalam batuan biasanya terkait dengan mineral yang bersifat magnetik.
 3. Variasi dengan perubahan yang relatif cepat berkaitan dengan waktu (harian) dan bulanan disebut sebagai variasi harian. Penyebab variasi ini ialah aktivitas matahari yang mempengaruhi keadaan atmosfera. Variasi ini bersifat periodik.
 4. Variasi dengan perubahan relatif cepat dalam waktu yang relatif singkat dan sangat tidak teratur atau disebut juga dengan badai magnetik. Variasi ini berkaitan dengan aktivitas matahari yang dihubungkan dengan bintik matahari. Akibat tembakan partikel-partikel berenergi tinggi ke atmosfera bumi dari matahari menyebabkan fluktuasi sifat magnetik yang sangat tidak teratur.

2.7 Anomali Magnetik

Anomali magnetik terjadi karena adanya anomali medan magnet yang disebabkan oleh pengaruh batuan yang berada disekitar. Di lapangan, medan magnet total adalah berasal dari medan magnet utama bumi, medan magnet luar dan anomali magnetik. Anomali medan dalam medan bumi disebabkan magnetisasi terinduksi dan magnetisasi remanen yang umumnya mempunyai arah dan intensitas yang berbeda. Magnetisasi remanen mempunyai peranan yang besar pada magnetisasi batuan. Pengaruhnya tidak hanya dalam besaran, akan tetapi pada amplitude dan arahnya, serta sangat rumit diamati karena

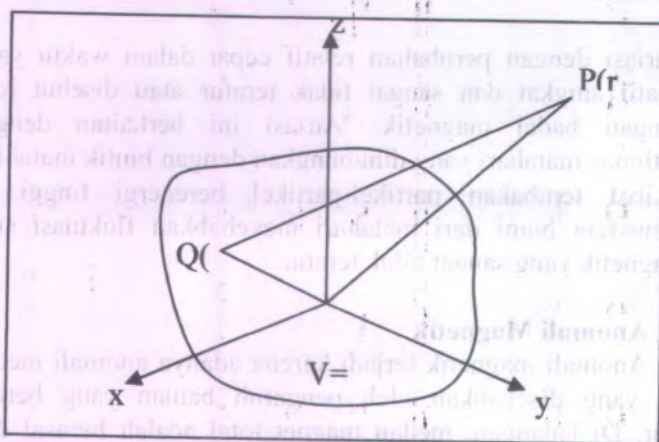
berkaitan dengan peristiwa kemagnetan yang pernah dialami sebelumnya.

Potensial skalar yang ditimbulkan oleh dipole pada suatu titik berjarak r di luar volume V adalah:

$$A = \frac{M \cos \theta}{r^2} \quad (2.9)$$

$$A = -M \nabla \frac{1}{r} \quad (2.10)$$

dimana, M merupakan momen dipole per satuan volume.



Gambar 2.5 Anomali magnet benda

Jika M konstan dan jika arahnya dinyatakan dalam α , maka $M \cdot \nabla = M \partial / \partial \alpha$,

sehingga persamaannya menjadi :

$$A(r) = -M \frac{\partial}{\partial \alpha} \int_V \left[\frac{dv}{|r_0 - r|} \right] \quad (2.11)$$

Harga potensial A bukanlah harga yang dapat diukur melainkan hanya komponen-komponen dari gradiennya atau dapat dituliskan sebagai:

$$\vec{B} = -\nabla(r) \quad (2.12)$$

Besarnya medan magnet B inilah yang terukur pada magnetometer. Arah medan magnet B memakai x , y dan z sebagai komponen-komponen B kearah utara, timur dan arah vertikal.

2.7.1 Proton Magnetometer

Salah satu alat yang digunakan untuk mengukur medan magnet bumi adalah Proton Magnetometer. *Proton Precession Magnetometer* (PPM) merupakan alat ukur medan magnet yang bekerja berdasarkan frekuensi presisi (frekuensi larmor) yang terjadi. Sensor PPM yang berbentuk silinder berisi cairan yang kaya proton. Proton mempunyai muatan listrik dan dapat berputar pada sumbunya (*spin*). Akibat perputaran inilah yang kemudian menimbulkan suatu medan magnet lemah yang setiap saat selalu dipengaruhi dan diarahkan oleh medan magnet bumi.

Dengan adanya medan magnet yang lebih kuat akan menyebabkan kedudukan momen magnet ini hilang, maka proton akan berpresisi berusaha kembali ke kedudukan semula sehingga menimbulkan frekuensi presisi yang dapat diukur untuk menentukan besar medan magnet yang mempengaruhinya.

Momen magnet sebuah proton μ_i berada dalam medan magnet $\vec{B}$, maka ada momen gaya sebesar :

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} \quad (2.13)$$

Hubungan momen magnet spin dan momentum sudut spin adalah:

$$\vec{\tau} = -\vec{\gamma} \cdot \vec{I} \quad (2.14)$$

dengan:

γ = gyromagnetik ratio (γ_p) = 23,4868 Hz/gamma)

$\vec{I}$ = momentum sudut spin

jadi

$$\vec{\tau} = -\vec{\gamma} \cdot \vec{I} \times \vec{B} \quad (2.15)$$

karena $\vec{\tau}$ selalu tegak lurus $\vec{I}$ maka terjadilah presisi.

Dan frekuensi sudut presisi dirumuskan dengan:

$$\vec{\omega} = \gamma \cdot \vec{B} \quad (2.16)$$

Frekuensi ini terkenal sebagai frekuensi Larmor yang diketahui sebagai $\omega = 2\pi f$.

Maka:

$$\frac{2\pi f}{\gamma} = \vec{B} \quad (2.17)$$

Faktor $\frac{2\pi f}{\gamma} = 23,48774 \pm 0,0018$ dalam satuan gamma/Hz (Telford, 1976).

Dari persamaan (2.18) didapatkan bahwa dengan mengukur f maka harga $\vec{B}$ (medan magnet bumi dapat diperoleh. Hal ini yang menjadi dasar kerja PPM bahwa dengan menghitung f melalui komponen elektroniknya maka harga $\vec{B}$ akan ditampilkan dengan digital.

Dengan menghitung pengaruh medan magnet bumi $\vec{B}$, kita dapat mencari besarnya medan magnet anomali dan suseptibilitas batuan bawah permukaan sehingga kita dapat menginterpretasikan sifat fisis batuan bawah permukaan.

2.8 Reduksi ke Bidang Datar

Kontinuasi medan potensial $U(x,y,z_0)$ terukur pada level subsurface ($z_0 = \text{konstan}$) ke permukaan tidak rata (uneven surface), yaitu $z(x,y)$ memberikan harga medan potensial pada titik (x,y,z) permukaan baru ;

$$U(x,y,z) = U(x,y,z_0) + (z-z_0) \frac{\partial}{\partial z} U(x,y,z_0) + \frac{(z-z_0)^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial z^2} U(x,y,z_0) + \dots$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z - z_0)^n}{n!} \frac{\partial^n}{\partial z^n} U(x, y, z_0) \quad (2.18)$$

Secara empiris, konvergensi persamaan (2.18) paling cepat jika z_0 ditempatkan pada pertengahan $z(x, y)$. Solusi persamaan tersebut membutuhkan turunan vertikal medan terukur, dan hal ini dapat diperoleh dengan menggunakan kawasan Fourier. Transformasi Fourier turunan tegak ke- n medan potensial diberikan oleh ;

$$F \left[\frac{\partial^n}{\partial z^n} U \right] = |k|^n F[U] \quad (2.19)$$

Dengan menggunakan persamaan (2.19), variasi turunan tegak dari medan hasil observasi dapat ditemukan dan dapat digunakan dalam persamaan (2.18) untuk memperoleh medan pada permukaan $z(x, y)$. Tiga suku pertama dari persamaan (2.18) secara umum telah cukup mencapai hasil yang memuaskan.

Untuk kasus kontinuitas dari permukaan tidak rata (uneven surface) ke permukaan rata dapat diperoleh dengan pengaturan kembali persamaan (2.18) menjadi ;

$$U(x, y, z) = U(x, y, z_0) - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(z - z_0)^n}{n!} \frac{\partial^n}{\partial z^n} U(x, y, z_0)$$

Kuantitas yang dikehendaki $U(x, y, z_0)$ dapat diestimasi dengan aproksimasi berturut-turut, yaitu $U(x, y, z_0)$ yang diterapkan pada iterasi ke- i dapat digunakan untuk mendapatkan $U(x, y, z_0)$ pada iterasi ke $(i+1)$.

2.9 Sifat Magnetik Batuan

Sifat magnetik batuan menjelaskan perilaku beberapa zat yang berada dibawah pengaruh medan magnet. Fenomena magnetik muncul dari gerak elektrik partikel bermuatan dalam zat. Sifat magnetik suatu zat dikelompokkan menjadi:

1. Diamagnetik adalah sifat material yang sulit termagnetisasi. Berdasarkan kuantum, dua elektron dapat berada pada keadaan yang sama tetapi arah spinnya berbeda. Apabila

tidak ada medan magnet luar, maka tidak akan terjadi magnetisasi. Pada material diamagnetik, seperti halite, semua elektron berpasangan. Jika medan magnet diterapkan pada material tersebut maka terjadi magnetisasi induksi. Elektron berorbital menghasilkan medan magnet yang berlawanan arah dengan medan magnet luar sehingga suseptibilitasnya negatif.

2. Paramagnetik adalah sifat material yang mudah termagnetisasi akan tetapi sifat magnetiknya mudah hilang. Elektron dalam state tidak seluruhnya berpasangan sehingga terjadi ketidak seimbangan momen magnetik spin yang menghasilkan medan magnet lemah. Contoh material para magnetik antara lain: fayerite, pyroxene, olivine, granit dan biotit. Momen magnetik material para magnetik searah dengan medan eksternal sehingga menghasilkan suseptibilitas positif. Proses magnetisasi material paramagnetik dipengaruhi efek agitasi termal.
3. Ferromagnetik adalah sifat material yang mudah termagnetisasi dengan suseptibilitas magnetik yang sangat besar. Dalam bahan ferromagnetik terjadi interaksi antara atom-atom yang berdekatan dan pencocokan orbital elektron yang disebut kopling magnetik. Kopling magnetik dapat digambarkan dengan momen magnet yang paralel dan anti paralel. Contoh material ferromagnetik antara lain: besi, kobalt dan nikel, dimana interaksi magnetik antar atom-atomnya begitu kuat, sehingga menimbulkan pemusatan momen yang mencakup bagian yang luas. Ferromagnetik tergantung pada suhu, berkurang dengan turunnya suhu dan hilang pada suhu curie. Ferromagnetik dibedakan menjadi :
 - a. Antiferromagnetisme, material yang mempunyai suseptibilitas kecil seperti benda paramagnetik, tetapi nilainya naik dengan kenaikan suhu dan pada suhu tertentu akan turun.
 - b. Ferrimagnetisme, material yang mempunyai suseptibilitas besar dan tergantung pada temperatur.

Berikut ini adalah contoh beberapa mineral dan batuan dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Beberapa Mineral Diamagnetik dan Paramagnetik (Robinson dalam Wiloso, 2003)

Mineral	Magnetic Suseptibility (emu/g)
Paramagnetic	
- Fayalite (Fe_2SiO_4)	100×10^{-6}
- Pyroxene (Fe_2SiO_3)	73×10^{-6}
- Amphiboles	$13-75 \times 10^{-6}$
- Biotite	$53-78 \times 10^{-6}$
- Garnets	$31-159 \times 10^{-6}$
Diamagnetic	
- Quartz	$-0,50 \times 10^{-6}$
- Calcite	$-0,38 \times 10^{-6}$
- Halite	$-0,52 \times 10^{-6}$
- Galena	$-0,34 \times 10^{-6}$
- Sphalerite	$-0,26 \times 10^{-6}$

Tabel 2.2. Kemagnetan Beberapa Batuan (Robinson dalam Wiloso, 2003)

Type	Suceptibility x 10 ⁻⁶	
	Range	Average
Sedimentary		
- Dolomite	0 - 75	10
- Limestones	2 - 280	25
- Sandsstones	0 - 1660	30
- Shales	5 - 1480	50
Metamorphice		
- Amphibolite		60
- Schist	25 - 240	120
- Phyllite		130
- Gneiss	10 - 2000	
- Quartzite		350
- Serpentine	250 - 1400	
- Slate	0 - 300	500
Igneous		
- Granite		200
- Rhyolite	0 - 4000	
- Dolerite	20 - 3000	1400
- Augite-syeinite	100 - 3000	
- Olivine-diabase	2700 - 3600	2000
- Diabase		4500
- Porphyry	80 - 13000	5000
- Gabro	20 - 16700	6000
- Basalts	80 - 7200	6000
- Diorite	20 - 14500	7000
- Pyroxenite	50 - 10000	10500
- Peridotite		13000
- Andesite	7600 - 15600	13500

2.10 Pengertian Mineral

Mineral merupakan partikel-partikel yang terkecil yang diskrit yang menyusun batuan. Sedangkan batuan dan monomineral menyusun kerak bumi sampai inti bumi.

Kulit bumi bagian terluar atau kerak bumi disusun oleh zat padat yang sehari-hari kita sebut batuan. Dan mineral adalah suatu zat (fasa) padat dari unsur (kimia) atau persenyawaan (kimia) yang dibentuk oleh proses-proses anorganik, dan mempunyai susunan kimiawi tertentu dan suatu penempatan atom-atom secara beraturan di dalamnya, atau dikenal sebagai struktur kristal.

Jenis mineral alam yang menyusun kerak bumi ini sudah sangat banyak sekali bahkan lebih dari 2.000 jumlahnya. Bila dilihat dari susunan kimianya dapat dibagi menjadi sebelas golongan, yaitu:

1. Elemen Dasar
2. Sulfida
3. Halida
4. Oksida dan hidroksida
5. Karbonat
6. Nitrat
7. Tungsten dan Molibden
8. Fosfat, Arsenat dan Vanadat
9. Sulfat
10. Borak
11. Silikat

2.10.1 Mineral Pembentuk Batuan

Sudah banyak sekali jenis batuan yang telah dikenal, dan batuan tersebut disusun oleh mineral-mineral dari mineral utama, mineral pengiring sampai ke mineral sekunder.

Mineral-mineral tersebut dapat digolongkan dalam dua golongan besar yaitu:

Golongan mineral hitam atau mafik mineral, dan golongan mineral putih atau felsik mineral. Mineral hitam sebagai contoh adalah hornblenda, piroksin, olivin dan banyak lagi. Sedangkan mineral putih seperti kuarsa, golongan feldspar, golongan feldspatoid dan lain-lainnya.

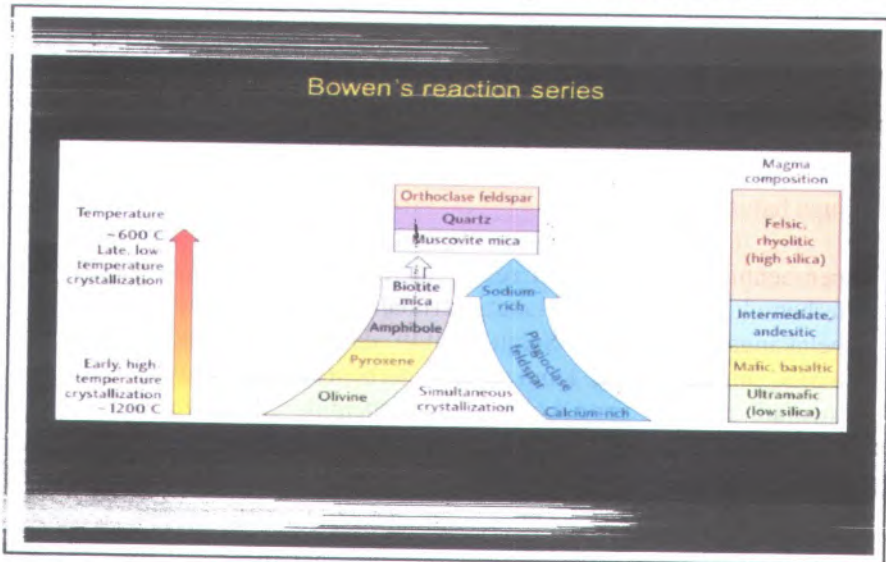
Dalam proses pendinginan magma dimana magma itu tidak langsung semuanya membeku, tetapi mengalami penurunan temperatur secara perlahan bahkan mungkin cepat. Penurunan temperatur ini disertai mulainya pembentukan dan pengendapan mineral-mineral tertentu yang sesuai dengan temperaturnya. Pembentukan mineral dalam magma berdasarkan penurunan temperatur, telah disusun oleh BOWEN. Bowen telah membuat tabel pembentukan mineral dan tabel tersebut sangat berguna sekali dalam menginterpretasikan mineral-mineral tersebut.

Sebelah kiri mewakili mineral-mineral hitam, yang pertama sekali terbentuk dalam temperatur sangat tinggi adalah olivin. Temperatur menurun terus dan pembentukan mineral berjalan sesuai dengan temperaturnya. Mineral yang terakhir terbentuk adalah biotit, ia dibentuk dalam temperatur yang sangat rendah.

Mineral yang terbentuk pertama sekali adalah mineral yang sangat tidak stabil dan mudah sekali berubah menjadi mineral lain terutama mineral yang berada di bawahnya.

Sedangkan mineral yang dibentuk pada temperatur yang lebih rendah adalah mineral yang paling stabil.

Derajat Derajat Seri dari mineral utama pembentukan batuan beku



Gambar 2.10 Derajat Derajat Seri dari mineral utama pembentukan Batuan Beku.

a) *Mineral Tambahan*

Adalah mineral-mineral yang terbentuk oleh kristalisasi magma, terdapat dalam jumlah yang sedikit sekali, umumnya kurang dari 5%. Kehadirannya atau ketidakhadirannya tidak menentukan sifat atau nama dari batuan. Suatu contoh adalah mineral magnetit (Fe_3O_4), sebuah oksida besi yang berwarna hitam mempunyai sifat magnetit kuat dan terdapat dalam jumlah sedikit pada batuan beku.

Mineral-mineral tambahan dari batuan beku: **Zirkon, Sphen, Magnetit, Ilmenit, Hematit, Apatit, Pirit, Rutil, Korundum, Garnet.**

b) Mineral Sekunder

Yang dimaksud dengan mineral sekunder adalah mineral-mineral yang dibentuk kemudian dari mineral-mineral utama oleh proses pelapukan, sirkulasi air atau larutan dan metamorfosa. Suatu contoh yang baik ialah mineral klorit yang biasanya terbentuk dari mineral biotit oleh proses pelapukan. Mineral ini terdapat pada batuan-batuan yang telah lapuk dan batuan sedimen juga batuan metamorf.

Tabel reaksi Bowen terhadap mineral-mineral utama pembentuk batuan, dalam reaksi ini mineral yang lebih dahulu terbentuk akan lebih mudah berubah daripada mineral yang belakangan terbentuk. Suatu contoh dalam kelompok mineral mafik, mineral yang lebih dahulu terbentuk bila berubah akan menjadi mineral yang belakangan terbentuk. Misalnya mineral piroksin bila berubah akan menjadi amphibol, dan seterusnya. (Reynolds 1997).

2.10.2 Mineralogi Bijih Besi

1. Siderit (FeCO_3)

Warna merah, kekuningan, pecahan conchoidal, merupakan mineral karbonat, sistem kristal trigonal, massif atau granular, kadang oolitik. Kekerasan 4, berat jenis 3,8 - 4 gr/cc, kilat luster. Proses terbentuknya berasal dari proses sedimentasi bijih besi, terdapat pada vein dari hasil proses hidrotermal/nodul-nodul.



Gambar 2.7 Mineral Siderit

2. *Magnetit* (Fe_3O_4)

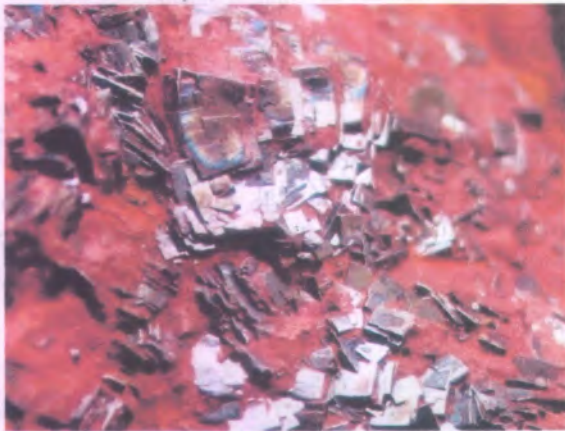
Warna hitam keabuan hingga hitam pekat, sistem kristal oktaeder, kekerasan 6, berat jenis 5,6 gr/cc, kilap metalik. Mineral yang terbentuk sebagai aksesoris batuan beku, bisa juga berasal dari kontak metamorfisme membentuk *deposit placer/sedimenter*. Umumnya mineral ini termasuk mineral oksida.



Gambar 2.8 Mineral Magnetit

3. Hematit (Fe_2O_3)

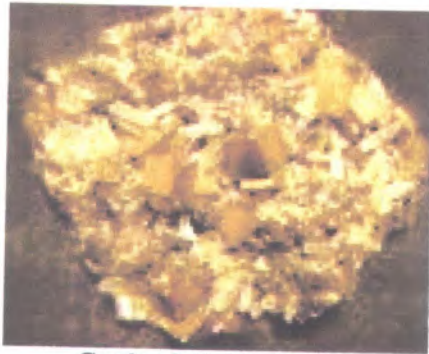
Warna bervariasi antara coklat kemerahan, abu-abu keperakan, dan abu-abu kehitaman dengan persamaan berupa garis merah, sistem kristal trigonal, tabular, metalik, kadang-kadang granular, kekerasan 5,5, berat jenis 5,2 gr/cc, pecahan conchoidal. Hematit umumnya berasal dari sedimen; juga ditemukan pada tubuh bijih besi bermutu tinggi pada batuan metamorf akibat kontak mesomatis, dan kadang-kadang sebagai hasil sublimasi pada batuan beku ekstrusif (lava) akibat aktivitas vulkanik.



Gambar 2.9 Mineral Hematit

4. Pyrit (FeS_2)

Warna kekuningan, system kristal regular, sistem kristal tetrahedron, kadang massif, kekerasan 6 -6,5, berat jenis 5 gr/cc, kilap metalik, pecahan conchoidal. Banyak terdapat pada mineral sulfide, banyak juga terdapat dalam batuan beku dalam bentuk vein. Dapat juga terbentuk dari proses kontak metamorfisme atau pada sedimen yang kondisinya anaerobik atau pada segregasi magnetik.



Gambar 2.10 Mineral Pyrit

5. *Limonit* (Fe_2O_3)

Warna kuning hingga coklat kemerahan, sistem kristal amorf dan ada sebagian berupa kriptokristalin, kekerasan 4 – 5,5, berat jenis 2,9 – 4,3 gr/c, kilap kemerahan. Limonit umumnya terbentuk pada atau disekitar besi teroksidasi dan deposit dari logam lain sebagai lapisan sedimen, limonit juga bisa muncul sebagai bahan pelekak pada batu pasir yang kaya kandungan besinya.



Gambar 2.11 Mineral Limonit

2.10.3 Proses terbentuknya Bijih Besi

Besi dan alumina laterit tidak dapat dipisahkan dari proses pembentukan nikel laterit, salah satu produk laterit adalah besi dan almunium. Pada profil laterit terdapat zona-zona di antaranya zona limonit. Zona ini menjadi zona terakumulasinya unsur-unsur yang kurang mobile, seperti Fe dan Al.

Endapan besi dan alumina banyak terkonsentrasi pada zona limonit. Pada zona ini di dominasi oleh Goetit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Hematit (Fe_2O_3) yang relatif tinggi, Gibbsite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), Clinoclore ($5\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan mineral-mineral *hydrous silicates* lainnya (mineral lempung).

Bijih besi dapat terbentuk secara primer maupun sekunder. Proses pembentukan bijih besi primer berhubungan dengan proses magmatisme berupa *gravity settling* dari besi dalam batuan dunit, kemudian diikuti dengan proses metamorfisme/metasomatsma yang diakhiri oleh proses hidrotermal akibat terobosan batuan beku dioritik. Jenis cebakan bijih besi primer didominasi magnetit – hematite dan sebagian berasosiasi dengan kromit–garnet, yang terdapat pada batuan dunit berubah dan genes-sekis. Besi yang terbentuk secara sekunder di sebut besi laterit berasosiasi dengan batuan peridotit yang telah mengalami pelapukan. Proses pelapukan berjalan secara intensif karena pengaruh faktor-faktor kemiringan lereng yang relatif kecil, air tanah dan cuaca, sehingga menghasilkan tanah laterit yang kadang-kadang masih mengandung bongkahan bijih besi hematite/geotit berukuran kerikil – kerakal.

Besi Laterit merupakan jenis cebakan endapan residu yang dihasilkan oleh proses pelapukan yang terjadi pada batuan peridotit/piroksenit dengan melibatkan dekomposisi, pengendapan kembali dan pengumpulan secara kimiawi . Bijih besi tipe laterit umumnya terdapat didaerah puncak perbukitan yang relatif landai atau mempunyai kemiringan lereng dibawah

10%, sehingga menjadi salah satu faktor utama dimana proses pelapukan secara kimiawi akan berperan lebih besar daripada proses mekanik. Sementara struktur dan karakteristik tanah relative dipengaruhi oleh daya larut mineral dan kondisi aliran air tanah. Adapun profil lengkap tanah laterit tersebut dari bagian atas ke bawah adalah sebagai berikut : zone limonit, zone pelindian (leaching zone) dan zone saprolit yang terletak di atas batuan asalnya (ultrabasa).

Zona pelindian yang terdapat diantara zona limonit dan zona saprolit ini hanya terbentuk apabila aliran air tanah berjalan lambat pada saat mencapai kondisi saturasi yang sesuai untuk membentuk endapan bijih. Pengendapan dapat terjadi di suatu daerah beriklim tropis dengan musim kering yang lama. Ketebalan zona ini sangat beragam karena dikendalikan oleh fluktuasi air tanah akibat peralihan musim kemarau dan musim penghujan, rekahan-rekahan dalam zona saprolit dan permeabilitas dalam zona limonit.

Derajat serpentinisasi batuan asal peridotit tampaknya mempengaruhi pembentukan zona saprolit, ditunjukkan oleh pembentukan zona saprolit dengan inti batuan sisa yang keras sebagai bentukan dari peridotit/piroksenit yang sedikit terserpentinisasikan, sementara batuan dengan gejala serpentininit yang kuat dapat menghasilkan zona saprolit. Fluktuasi air tanah yang kaya CO_2 akan mengakibatkan kontak dengan saprolit batuan asal dan melarutkan mineral mineral yang tidak stabil seperti serpentin dan piroksin. Unsur Mg, Si, dan Ni dari batuan akan larut dan terbawa aliran air tanah dan akan membentuk mineral-mineral baru pada saat terjadi proses pengendapan kembali. Unsur-unsur yang tertinggal seperti Fe, Al, Mn, CO, dan Ni dalam zona limonit akan terikat sebagai mineral-mineral oksida/hidroksida diantaranya limonit, hematit, goetit, manganit dan lain-lain. Akibat pengurangan yang sangat besar dari Ni-unsur Mg dan Si tersebut, maka terjadi penyusutan zona

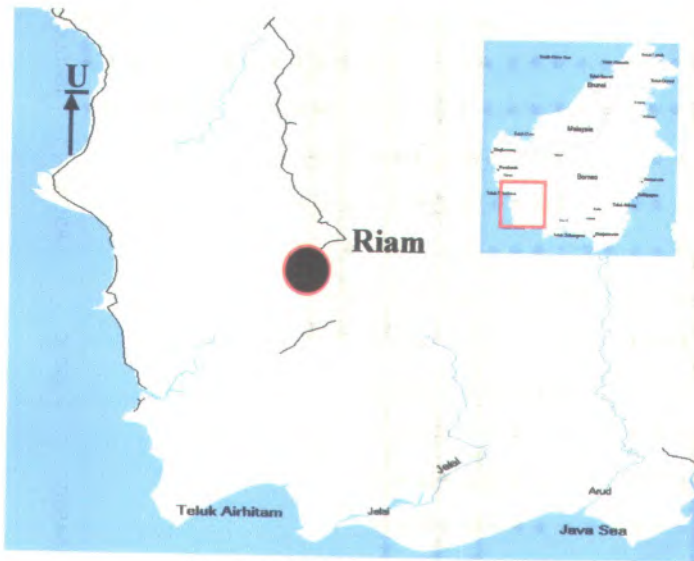
saprolit yang masih banyak mengandung bongkah-bongkah batuan asal. Sehingga kadar hematit unsur residu di zona laterit bawah akan naik sampai 10 kali untuk membentuk pengayaan Fe_2O_3 hingga mencapai lebih dari 72% dengan spinel-krom relative naik hingga sekitar 5%.

Besi Laterit terbentuk dari pelapukan mineral utama berupa olivine dan piroksin. Mineral ini merupakan golongan mineral oksida hidroksida non silikat, mineral ini terbentuk dari unsur besi dan oksida atau FeO (ferrous oxides) kemudian mengalami proses oksidasi menjadi Fe_2O_3 lalu mengalami presipitasi atau proses hidroksil menjadi $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ (geotit). Mineral ini tingkat mobilitas unsumnya pada kondisi asam sangat rendah, oleh karena itu pada profil laterit banyak terkonsentrasi pada zona limonit.

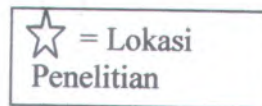
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

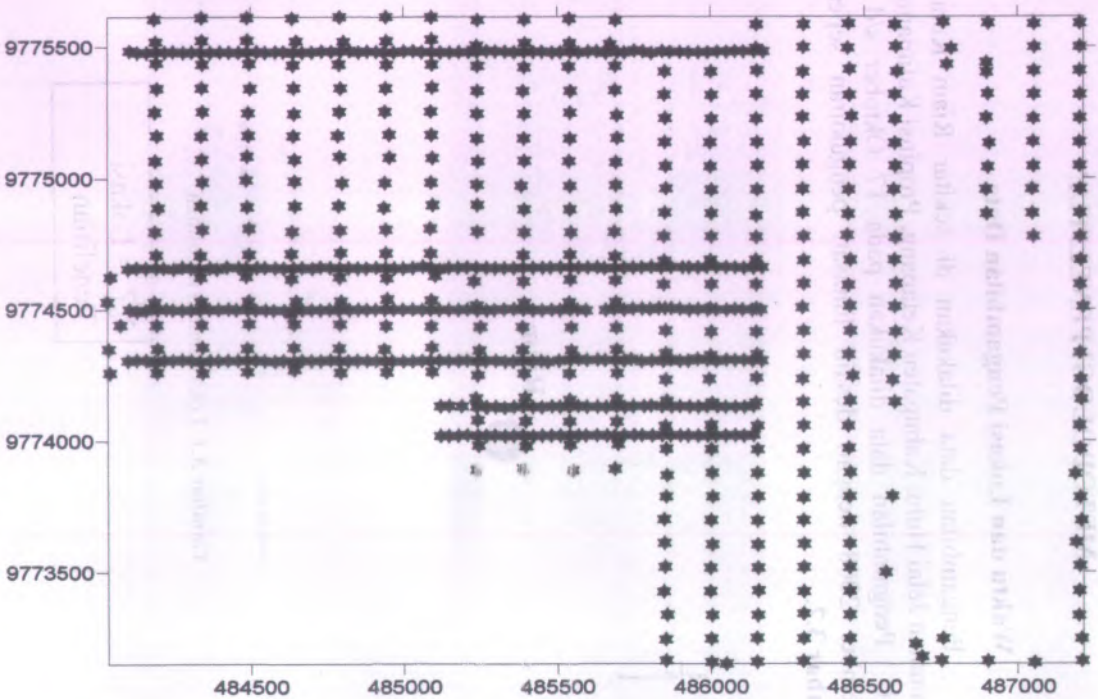
3.1 Waktu dan Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan di sekitar Riam Kota , Kecamatan Jelai Hulu, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat. Pengambilan data dilakukan pada 17 Oktober s/d 2 Nopember 2008 dengan desain lintasan pengukuran seperti Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Lokasi umum penelitian





Gambar 3.2 Distribusi Lintasan Pada Area Survey.

3.2 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam survey geomagnetik adalah Proton Precession Magnetometer (PPM), dengan spesifikasi sbb:

1. Tipe = Envi Scientrex PPM
2. Ketelitian = ± 1 gamma
3. Sumber daya = Aki 12 V DC
4. Jangkau Suhu =
5. Dimensi
- Konsole = 250 mm x 152 mm x 55 mm
- Sensor = 70 mm x 175 mm (1 kg)

Peralatan Pendukung adalah:

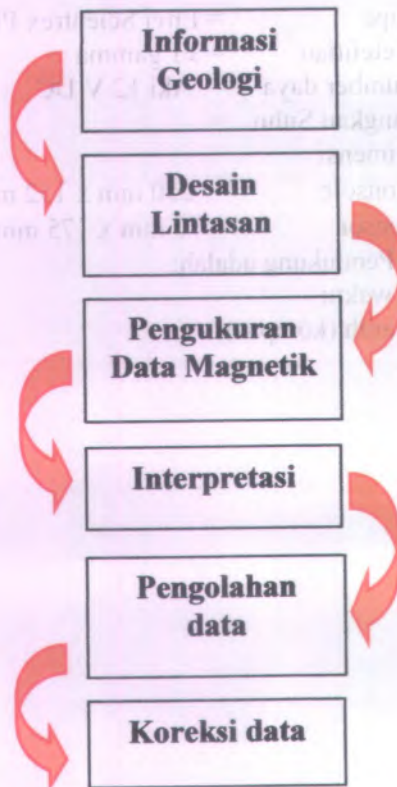
Pengukur waktu

Penunjuk arah (kompas)

Log book

3.3 Metodologi

Secara garis besar, survey geomagnetik dapat diberikan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Survey Geomagnetik

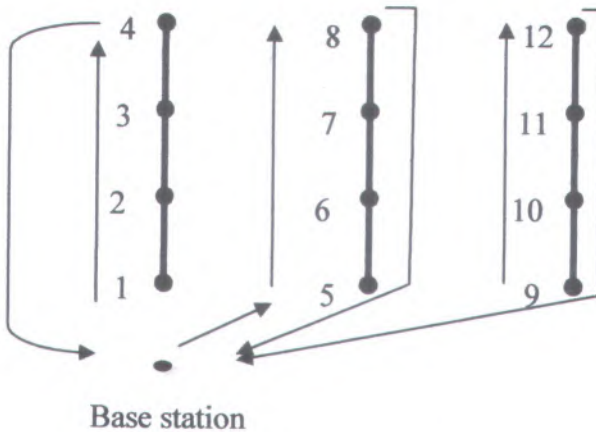
3.3.1 Metode Pengambilan data

Pengambilan data tergantung pada target (tujuan) dan kondisi lapangan. Pengukuran dengan target lokal dilakukan dengan menggunakan spasi 10 - 100 meter, sedangkan untuk

target regional mencakup daerah yang lebih luas dengan spasi 250 meter – 2 km.

Data-data yang diperlukan dalam survey geomagnetik antara lain:

1. Waktu : Hari, Tanggal dan Jam
2. Data Geomagnetik
 - a. Medan Total yang terukur dengan beberapa kali pembacaan sampai noise dibawah 5 % pada tiap-tiap titik pengukuran untuk mengurangi gangguan lokal (noise).
 - b. Variasi Harian, dalam Survey ini dilakukan dengan menggunakan metode looping.
 - c. Medan Utama Bumi (IGRF) suatu wilayah.
3. Posisi Stasiun Pengukuran
4. Topografi Lapangan, informasi ini diperlukan untuk pengolahan data kontinuasi. Topografi lapangan yang disurvey Nampak pada **Gambar 3.4**
- 5.



Gambar 3.4 Metode Looping

Metode Looping

Pengambilan data magnetik ini dilakukan dengan metode Looping. Pada metode ini digunakan satu set alat magnetic, sehingga setiap beberapa titik pengambilan data dilakukan pengukuran ulang pada titik base station.

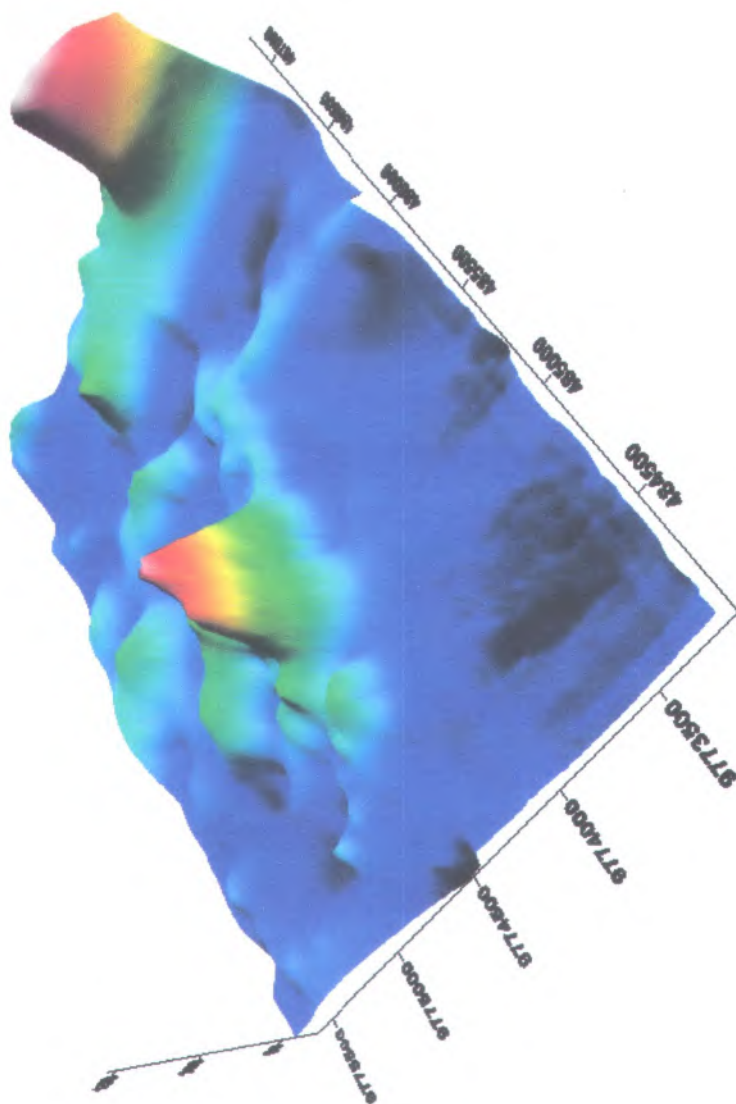
3.3.2 Metode Pengolahan Data

Data medan magnetik yang terukur pada alat PPM adalah medan magnet total. Harga-harga tersebut merupakan harga terbaik pada setiap titik pengukuran. Selanjutnya, untuk mendapatkan medan anomali magnetik pengukuran dilakukan dengan koreksi IGRF dan variasi harian. Koreksi IGRF merupakan medan utama bumi yang disebabkan oleh gerakan inti bumi. Oleh karena itu, besarnya IGRF disuatu wilayah berbeda-beda (untuk Area Survey besarnya berkisar 42802 nT).

Data anomali magnetik biasanya masih sulit diinterpretasikan. Agar anomali ini mudah untuk diinterpretasikan, perlu pengolahan lebih lanjut dengan menggunakan filtering, kontinuasi, reduksi kutub, Fraktal, wavelet.



Gambar 3.4. Metode looping



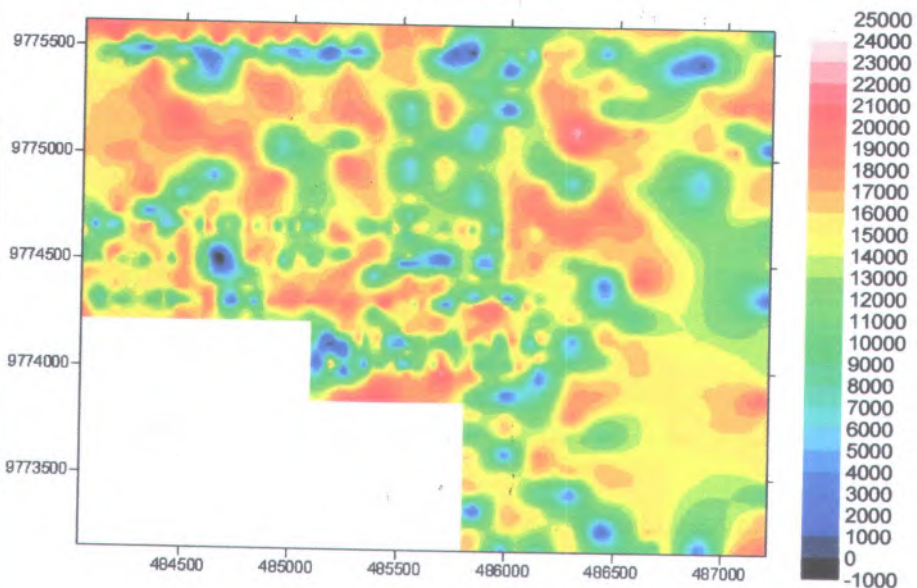
Gambar 3.5 Topografi Daerah Survey Geomagnetik

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Anomali Magnetik

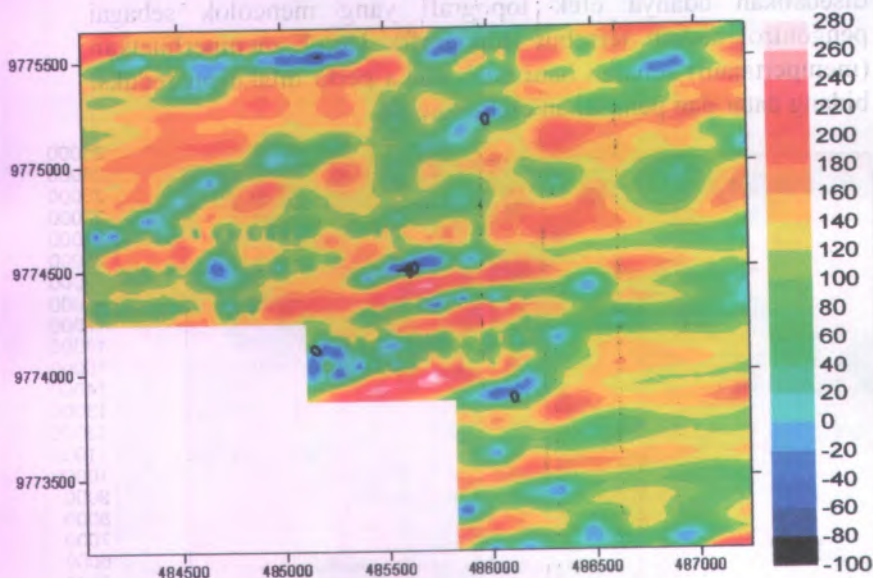
Data lapangan yang telah dikoreksi dengan menggunakan variansi Harian dan besar medan Magnet Utama Bumi (IGRF) menghasilkan peta anomali magnetik wilayah pengukuran (**Gambar 4.1**). berdasarkan peta tersebut, Nampak bahwa sebaran batu besi yang direpresentasikan dengan nilai anomali positif (Biru - Putih) tidak terlihat secara jelas. Hal ini disebabkan adanya efek topografi yang mencolok sebagai pengontrol daerah tersebut (topografi). Untuk memperlihatkan (mempertajam) sebaran batu besi, maka perlu dilakukan reduksi bidang datar dan pemisahan efek regional.



Gambar 4.1 Peta Anomali Medan Magnet Total

4.2 Reduksi ke Bidang Datar

Tahapan selanjutnya adalah reduksi ke bidang datar, tujuannya untuk menyamakan ketinggian (msl) pengukuran (dalam hal ini menggunakan 160 meter). Semakin tinggi pengangkatan ke bidang datar akan semakin mengurangi pengaruh anomali dangkal dan memperjelas anomali dalam. Anomali magnetik total yang telah direduksi ke bidang datar di atas topografi menghasilkan peta kontur dengan klosur yang lebih sederhana, tapi masih dengan pola positif – negatif.

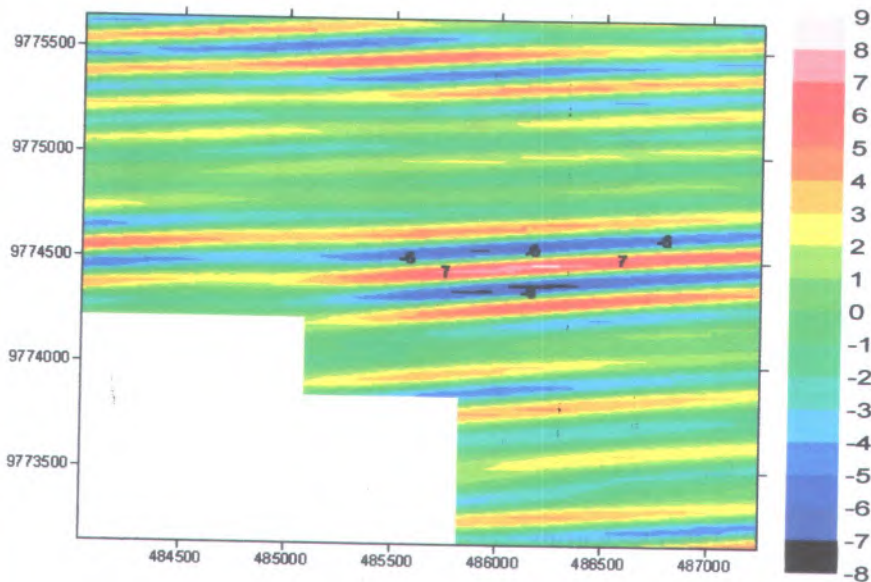


Gambar 4.2 Peta Anomali Medan Magnet setelah Direduksi ke Bidang Datar.



4.3 Pemisahan Efek Lokal-Regional

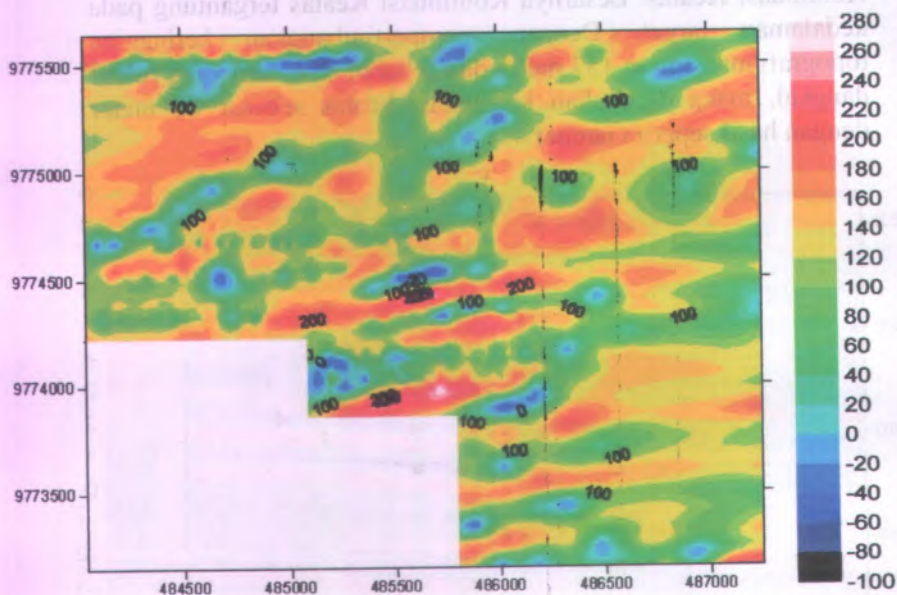
Efek regional diestimasi dengan menggunakan filtering Kontinuasi Keatas. Besarnya Kontinuasi Keatas tergantung pada kedalaman target. Dengan mempertimbangkan ketinggian topografi maksimum 157 meter dan sebaran bijih besi yang relatif dangkal, maka digunakan kontinuasi keatas sebesar 80 meter dengan hasil seperti Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Peta Hasil Proses Kontinuasi Keatas Sebesar 80 Meter.

Gambar 4.3 yang merupakan hasil proses kontinuasi keatas sebesar 80 meter, menunjukkan bahwa pengaruh struktur diarea survey tidak menonjol. Hasil ini digunakan sebagai pengurang terhadap gambar 4.2. Dengan proses ini, sering disebut dengan 'Pemisahan Efek Lokal-Regional', akan didapatkan anomali medan magnet yang relatif bebas dari pengaruh efek regional. Hasil pengurangan tersebut dinamakan dengan Anomali Lokal (gambar 4.4). Anomali lokal diharapkan dapat lebih

memperlihatkan efek-efek lokal yang disebabkan oleh sebaran batu besi yang dekat dengan permukaan.

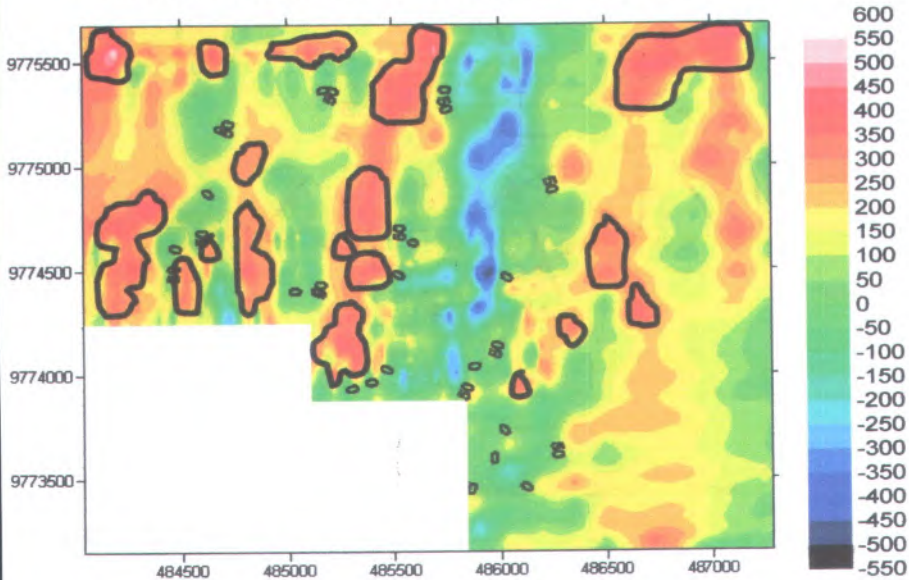


Gambar 4.4 Peta Anomali Medan Magnet Total Lokal

4.4 Reduksi ke Kutub

Benda penyebab anomali medan magnet berupa *dipole* magnetik. Sehingga hasil peta anomali akan dipengaruhi oleh inklinasi dan deklinasi yang bervariasi menurut posisi di permukaan bumi. Artinya, respon suatu benda pada peta kontur akan berupa pasangan nilai positif dan negatif. Untuk area survey mempunyai nilai inklinasi -22.17° dan deklinasi 0.98° yang mengakibatkan peta kontur anomali lokal pada kawasan ini relatif rumit. Penerapan reduksi ke kutub, pada medan anomali lokal menghasilkan peta anomali yang lebih mudah untuk diinterpretasi. Yakni, benda yang menyebabkan anomali tepat berada di bawah peta anomali dengan klosur positif. Gambar 4.5 menunjukkan adanya beberapa potensi yang cukup jelas

terutama di bagian utara dan timur laut lokasi penelitian dan juga ada indikasi kecil di barat dan tengah lokasi pengukuran.

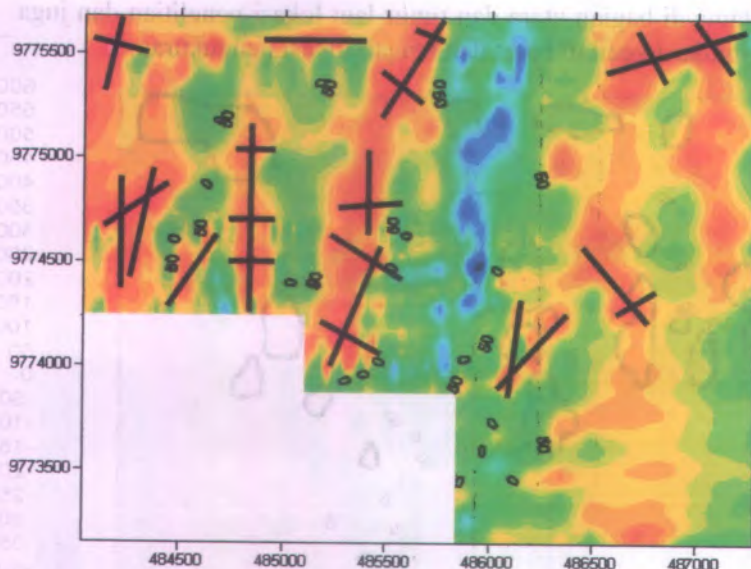


Gambar 4.5 Peta Anomali Medan Magnet Setelah Direduksi ke Kutub

4.5 Survey IP

Survey Geomagnet (sebagai survey awal) akan lebih baik lagi jika dilanjutkan dengan survey lanjutan berupa survey IP dimana survey ini bertujuan untuk member pengetahuan lebih lanjut mengenai banyaknya kandungan besi yang berada pada lokasi-lokasi potensial yang diketahui dari hasil Geomagnet.

Survey IP ini umumnya dilakukan dengan membuat lintasan yang memotong lokasi yang diperkirakan memiliki cadangan besi yang potensial untuk ditambang. Berikut ini disertakan pula lintasan IP yang potensial untuk mengetahui jumlah cadangan besi.



Gambar 4.6 Gambar Rancangan Lintasan yang Dapat Digunakan Untuk Survey IP

4.6 Pembahasan

Berdasarkan gambar-gambar diatas dapat dilihat bahwa data magnetik yang didapat dari pengukuran di lapangan, harus melalui berbagai tahapan (koreksi) untuk mendapat hasil yang baik dan dapat dengan mudah diinterpretasi.

Koreksi yang paling awal diterapkan adalah koreksi harian (diurnal correction) berdasarkan variasi harian yang terjadi di bumi. Data medan magnet total hasil pengukuran di lapangan masih berbaaur dengan pengaruh dari dalam dan dari luar bumi. Pengaruh medan yang berasal dari luar dihilangkan dengan koreksi fluktuasi medan magnetik harian. Sedangkan medan magnet yang berasal dari dalam bumi yang dibangkitkan oleh outer core disebut medan magnet utama dan medan yang berasal dari kerak bumi merupakan target survey magnetik. Koreksi IGRF ini dilakukan dengan menggunakan software yang

berfungsi untuk menentukan nilai medan magnet di bagian bumi manapun dengan memasukkan koordinat dan nilai magnetik di lokasi tersebut.

Setelah koreksi variasi harian dilakukan, didapat Gambar 4.1 yang menunjukkan anomali medan magnet yang terdapat di lokasi pengukuran. Namun peta ini masih belum dapat dijadikan acuan sebagai media untuk melakukan interpretasi karena anomali yang ditunjukkan pada peta ini masih samar dan tersebar hampir di seluruh bagian peta, sehingga diperlukan koreksi lebih lanjut yaitu kontinuitas ke atas.

Pengangkatan yang dilakukan sebesar 160 m. Pemilihan ini didasarkan oleh selisih ketinggian antara titik tertinggi dan terendah yang terpaut sebesar 150 m. Dengan dilakukan pengangkatan ini maka beda antara efek lokal dan regional akan terlihat dengan jelas.

Tahapan terakhir dan yang paling penting adalah reduksi ke kutub (*Reduction to Pole*). Profil anomali hasil reduksi ke kutub akan lebih mudah diinterpretasi. Anomali magnetik total yang telah direduksi ke bidang datar menghasilkan peta kontur dengan klosur anomali yang lebih sederhana tetapi masih dengan pola klosur positif – negatif.

Dari gambar juga dapat terlihat mineral-mineral lain selain yang mengandung besi yaitu mineral Limonit dan Pyrit yang ditunjukkan dengan kontur berwarna kebiruan.

Apabila anomali magnetik di reduksi ke kutub pada tempat yang memiliki inklinasi 90^0 dan deklinasi 0^0 maka akan tampak klosur positif saja. Dengan demikian sumber massa penyebab anomali akan berada vertikal dibawahnya.

Survey Geomagnet (sebagai survey awal) akan lebih baik lagi jika dilanjutkan dengan survey lanjutan berupa survey IP dimana survey ini bertujuan untuk member pengetahuan lebih lanjut mengenai banyaknya kandungan besi yang berada pada lokasi-lokasi potensial yang diketahui dari hasil Geomagnet.

Survey IP ini umumnya dilakukan dengan membuat lintasan yang memotong lokasi yang diperkirakan memiliki

cadangan besi yang potensial untuk ditambang. Berikut ini disertakan pula lintasan IP yang potensial untuk mengetahui jumlah cadangan besi di lokasi pengukuran.

4.7 Rekomendasi Teknis

Data magnetik ini merupakan data awal pada proses eksplorasi yang bertujuan untuk menentukan arah persebaran anomali yang ingin dicari, sehingga untuk mengetahui lebih jauh tentang deposit dari batu besi dan lokasi tepatnya tentunya akan diperlukan beberapa metode lain seperti IP (Induced Polarization).

Untuk lebih memastikan hasil dari interpretasi juga diperlukan beberapa tahapan tambahan berikut:

1. Dilakukan pemboran di beberapa lokasi yang diduga terdapat banyak cadangan batu besi dan dilakukan pengambilan sampel.
2. Dilakukan uji kimia terhadap sampel untuk mengetahui prosentase kandungan batu besi dan kemungkinan terdapatnya mineral lain.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis data geomagnetik, serta melihat kondisi (singkapan) di lapangan dan data geologi, maka dapat disimpulkan:

1. Pada daerah survey terdapat potensi batubesi yang tersebar di beberapa tempat sebagaimana yang diperlihatkan pada peta anomali medan magnet total lokal dan hasil reduksi ke kutub.
2. Keberadaan mineral lain pada beberapa tempat umumnya juga terjadi karena pertemuan antara granit dan andesit hanya saja terdapat pada kedalaman yang berbeda dengan target.
3. Persebaran bijih besi pada lokasi umumnya mengarah ke utara hal ini diperlihatkan dengan banyaknya anomali yang terdapat di daerah utara lokasi.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan kepastian keberadaan Batu besi maka perlu dilakukan uji lanjut yaitu pemboran eksplorasi dan analisis kimia.
2. Perlu dilakukan survey lanjutan untuk memastikan keberadaan batu besi sekaligus untuk menghitung cadangan. Survey lanjutan, misalkan dengan metode geolistrik atau IP diutamakan di lokasi yang diduga terdapat batu besi berdasarkan analisis data geomagnetik.
3. Perlu dilakukan pengeboran untuk mengetahui data di lokasi untuk memastikan keberadaan batu besi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KEMENTERIAN KESEHATAN

2.1 Kesimpulan

Pada hasil analisis data epidemiologi serta profil kesehatan (kegiatan) di lingkungan dan data geografi maka dapat disimpulkan:

1. Pada hasil survey terdapat potensi penyakit yang tersebar di beberapa lokasi sebagaimana yang diidentifikasi pada peta melalui media gambar foto. Lokasi dan hasil terdapat sebagai berikut:
2. Kebersihan rumah dan pada beberapa tempat lingkungan juga terdapat karena perantara antara rumah dan air yang ada terdapat pada beberapa yang berbeda dengan tempat.
3. Persebaran titik terdapat pada lokasi lingkungan rumah yang ada terdapat dengan penyakitnya sendiri yang terdapat di daerah lain lokasi.

2.2 Saran

1. Untuk mendapatkan keadaan kesehatan dari hasil maka perlu dilakukan uji tawar gula perantara ekspansi dan analisis kimia.
2. Untuk dilakukan survey lanjutan untuk mendapatkan data hasil analisis untuk mengetahui keadaan survey lanjutan dengan metode geostatistik atau IP diutamakan di lokasi yang terdapat terdapat data terdapat analisis data epidemiologi.
3. Untuk dilakukan penelitian untuk mengetahui data di lokasi untuk mendapatkan data hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- Blakely, R.J., 1995, "Potential theory in Gravity and Magnetic Applications", Cambridge University Press.
- Reynolds, J. m, 1997. "*an Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*". John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Schon, J. H, 1998. "*Physical Properties of Rocks: Fundamnetal And Principles of Petrophysics*".Institute of Applied Geophysics Leoben, Austria.
- Telford, W, M. dkk, 1976. "*Applied Geophysics*". Edisi kedua, Cambridge University Press, London.
- Watt, G. F, 1967, "*Interpretation Theory in Applied Geophysics*" Mc Grow Hill Co, new York, San Fransisco, Toronto, London, Sydney.
- <http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Besi>*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

- Blaser, R.L., 1995, "Potential theory in Gravity and Magnetic Applications", Cambridge University Press.
- Reynolds, J. W., 1997, "An Introduction to Applied and Environmental Geophysics", John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Schon, J. H., 1998, "Physical Properties of Rocks: Fundamental and Principles of Geophysics", Institute of Applied Geophysics, Vienna.
- Telford, W. M. et al., 1976, "Applied Geophysics", Fifth Edition, Cambridge University Press, London.
- Wu, G. J., 1987, "Introduction to Applied Geophysics", McGraw Hill Co. New York, San Francisco, Toronto, London, Sydney.
- http://www.earthlink.net/~gaurish/earthlink.pdf

LAMPIRAN

1. Hasil Pengukuran pada tanggal 18 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
485093	9774263	100	12419.98
485092	9774356	125	15976.28
485091	9774436	108	16674.29
485091	9774536	76	9525.923
485104	9774629	61	14579.81
485089	9774714	61	14039.04
485088	9774808	66	9919.045
485096	9774897	73	11321.76
485091	9774984	75	9512.581
485095	9775077	61	15628.37
485092	9775165	51	16352.98
485090	9775254	46	14603.3
485094	9775345	51	15540.27
485093	9775433	51	8245.472
485092	9775529	43	20760.92
485091	9775613	45	17104.64
484943	9775615	46	17192.59
484944	9775523	49	19862.76
484945	9775432	50	13312.21
484942	9775342	50	18217.71
484940	9775253	42	18218.65
484954	9775166	50	16842.67
484955	9775079	58	7284.367
484940	9774983	65	6644.456
484937	9774887	60	20707.36
484943	9774804	47	16521.97
484943	9774714	43	16483.46
484946	9774620	51	14797.11
484947	9774540	67	15229.85
484943	9774438	77	16558.28
484937	9774348	84	16325.17
484944	9774261	68	14133.94



2. Hasil Pengukuran pada tanggal 20 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
484793	9774260	50	16130.64
484789	9774353	53	17589.62
484792	9774445	63	6061.952
484795	9774533	66	16630.05
484791	9774623	59	17346.96
484794	9774717	60	17457.86
484792	9774803	54	17485.86
484788	9774896	48	16361.84
484799	9774983	37	18755.24
484791	9775083	37	18149.75
484785	9775163	32	16753.56
484790	9775253	36	16020.96
484793	9775343	42	18166.46
484788	9775433	40	17167.76
484803	9775520	35	20389.59
484790	9775614	45	16404.5
484636	9775610	45	17266.83
484649	9775522	47	22100.49
484639	9775430	50	3551.191
484642	9775344	48	5162.819
484643	9775246	44	16352.95
484641	9775162	39	15897.22
484645	9775072	39	18108.08
484645	9774990	47	17835.69
484646	9774895	51	2071.765
484637	9774798	50	16500.04
484634	9774713	40	17676.37
484634	9774617	40	17052
484650	9774533	51	-1057.22

484644	9774446	65	2876.232
484642	9774356	71	18694.69
484644	9774271	54	17156.41
484491	9774264	42	18348.14
484491	9774353	47	18317.67
484496	9774447	51	18223.62
484495	9774533	51	18751.35
484488	9774627	48	17849.35
484497	9774710	43	18766.25
484497	9774809	33	4278.356
484491	9774891	37	13820.46
484488	9774994	35	17068
484491	9775084	37	18614.2
484495	9775163	38	20523.3
484494	9775249	40	17557.41
484500	9775341	40	7312.31
484497	9775436	45	18164.04
484490	9775525	40	20597.87
484489	9775612	44	16627.42

3. Hasil Pengukuran pada tanggal 21 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
484346	9774259	36	14943.37
484345	9774358	42	16039.61
484343	9774442	43	14698.95
484342	9774532	39	16280.66
484340	9774623	42	16915.51
484339	9774707	46	-397.118
484346	9774804	62	19749.56
484341	9774895	33	17511.67
484346	9774986	33	16511.54
484344	9775072	33	17255.99
484342	9775161	36	17140.47

484346	9775254	41	17967.44
484343	9775344	45	19794.19
484345	9775434	45	18317.47
484343	9775525	35	17977.64
484342	9775612	32	17834.08
484187	9775606	45	21638.83
484192	9775519	45	20247.41
484194	9775438	49	14865.42
484196	9775342	54	14796.14
484189	9775252	49	16768.94
484196	9775163	52	16162.15
484191	9775067	47	16454.78
484194	9774981	44	18109.33
484201	9774888	45	14632.69
484190	9774797	42	16933.03
484194	9774709	43	18753.35
484188	9774530	42	20635.3
484195	9774443	44	15762.11
484198	9774352	41	16676.85
484196	9774261	40	15588.23
484042	9774259	41	19303.47
484038	9774349	42	16023.58
484076	9774442	28	17815.55
484034	9774530	27	7091.196
484044	9774624	34	18450.94

4. Hasil Pengukuran pada tanggal 22 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
485240	9773889	47	18538.93
485245	9773982	50	-679.905
485242	9774079	51	-1250.48
485237	9774163	75	16130.61
485243	9774250	111	17320.87
485249	9774344	143	16378.75
485252	9774435	97	18574.27

485241	9774516	62	6081.166
485232	9774608	77	20451.06
485243	9774798	75	14575.02
485243	9774798	71	18971.58
485243	9774899	66	18382.04
485242	9774976	64	19989.2
485245	9775065	57	6756.332
485242	9775152	51	18458.46
485242	9775246	52	18085.65
485243	9775333	50	18112.11
485243	9775427	41	17461.83
485240	9775505	51	16357.43
485243	9775603	55	16402.86
485394	9775604	62	16653.24
485396	9775514	61	17029.27
485394	9775422	57	16361.77
485390	9775332	55	14407.8
485394	9775245	57	14995.29
485393	9775152	53	19538.45
485395	9775067	44	16395.92
485385	9774972	42	16357.98
485394	9774881	54	16377.77
485394	9774794	65	16394.03
485391	9774708	72	17372.4
485392	9774607	74	18152.92
485394	9774526	80	17589.69
485388	9774434	112	3685.506
485388	9774347	105	16872.46
485393	9774256	114	7195.225
485396	9774165	79	17281.78
485397	9774075	53	14767.71
485399	9773980	39	17405.31
485389	9773898	45	20854.67

5. Hasil Pengukuran pada tanggal 23 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
485550	9773888	43	17172.05
485542	9773983	39	17697.54
485540	9774073	43	16599.64
485541	9774156	58	17924.74
485540	9774255	67	15117.13
485547	9774344	59	18200.88
485547	9774432	62	17319.47
485540	9774527	52	16413.62
485544	9774614	61	5117.011
485543	9774709	64	4551.754
485546	9774794	61	16489.5
485543	9774881	59	6243.246
485543	9774971	54	4910.389
485540	9775065	58	15165.34
485543	9775151	65	6433.922
485543	9775249	63	5778.515
485544	9775331	64	16991.21
485538	9775423	62	16631.95
485541	9775513	64	17185.05
485540	9775607	62	16663.3
485692	9775601	56	16887.29
485674	9775511	61	16993.8
485691	9775426	65	5951.398
485691	9775334	73	15355.6
485697	9775238	70	18519.69
485698	9775152	64	17609.28
485694	9775060	58	6689.623
485694	9774973	52	17042.12
485695	9774882	50	14660.36
485689	9774795	47	12275.86
485691	9774702	49	13876.15

485692	9774610	50	17041.85
485693	9774528	49	1539.895
485695	9774430	52	17337.53
485696	9774347	50	16853.82
485697	9774256	51	17339.62
485695	9774160	57	16813.12
485695	9774072	50	19136.51
485699	9773987	44	23505.96
485689	9773893	48	18034.45

6. Hasil Pengukuran pada tanggal 24 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
485857	9773868	45	8031.321
485855	9773969	50	19437.96
485852	9774056	56	14952.11
485857	9774151	58	18930.15
485854	9774231	57	15636.31
485854	9774331	54	-876.762
485854	9774419	50	16911
485852	9774504	41	5828.397
485848	9774594	39	16831.26
485850	9774684	40	16121.8
485849	9774777	45	5708.615
485852	9774867	44	6546.645
485856	9774960	42	14146.57
485855	9775045	48	5821.689
485852	9775136	51	4343.047
485853	9775227	48	13514.93
485850	9775316	47	6769.864
485851	9775404	48	14678.58
486002	9775405	61	-1346.23
486004	9775316	52	16662.41
486004	9775226	52	-1404.66

486000	9775136	54	16474.5
486001	9775045	56	14553.23
486004	9774956	56	16311.97
486004	9774866	58	16520.2
486004	9774778	56	16323.03
486001	9774688	48	16607.66
486004	9774596	54	17210.16
486000	9774506	52	13772.72
486003	9774416	41	16678.86
486001	9774325	50	-2313.1
485996	9774235	52	16352.68
486006	9774144	65	17267.92
486002	9774060	64	13311.14
486003	9773968	57	17348.77
486005	9773879	61	87.59674
486006	9773788	59	16102.81
486001	9773698	58	16781.47
486005	9773605	54	1296.8
485999	9773516	53	15581.8
485998	9773427	50	15053.92
486004	9773336	54	17141.03
486001	9773246	54	15868.21
486002	9773156	56	2417.28
485853	9773162	40	16730.67
485852	9773243	41	16338.15
485857	9773337	32	-904.487
485846	9773425	36	17141.34
485850	9773519	37	15080.74
485848	9773610	38	16429.26
485847	9773700	37	8023.948
485854	9773787	42	16800.48

82 8467-	18	8045778	800884
15 58831	52	8158570	800884
88 1041-	52	8223771	800884

7. Hasil Pengukuran pada tanggal 25 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
486150	9773157	47	6361.177
486150	9773249	45	13388
486153	9773336	48	15821.43
486155	9773429	46	7062.089
486154	9773516	51	16630.75
486153	9773604	48	18243.34
486152	9773695	54	14256.53
486154	9773788	46	10407.32
486152	9773877	45	8349.282
486153	9773966	49	1841.901
486153	9774056	54	19799.59
486148	9774145	60	19213.52
486150	9774239	58	9484.574
486152	9774329	48	12177.01
486150	9774415	43	15655.2
486150	9774505	56	19063.42
486150	9774595	61	16231.15
486149	9774689	72	18486.47
486150	9774776	70	18636.7
486150	9774857	63	18305.83
486153	9774957	59	8319.986
486154	9775048	57	12077.11
486153	9775137	52	13810.5
486150	9775226	44	16015.56
486150	9775320	48	17490.55
486152	9775408	54	16049.87
486149	9775494	53	18037.4
486150	9775584	46	10576.46
486304	9775584	43	13163.57
486303	9775497	41	16827.93
486302	9775403	38	12387.12

486301	9775316	37	17386.15
486301	9775231	45	17020.24
486306	9775138	48	22831.27
486301	9775050	48	21379.13
486302	9774958	46	12583.59
486302	9774868	46	4247.283
486305	9774777	49	16278.38
486305	9774686	47	18283.21
486305	9774597	33	18607.83
486300	9774507	34	11437.99
486304	9774418	36	15776.31
486304	9774328	43	13843.34
486300	9774234	49	17186.56
486302	9774147	52	3078.153
486303	9774057	45	7048.58
486302	9773967	40	16161.51
486304	9773876	32	17224.33
486302	9773782	36	18948.36
486302	9773696	41	13395.21
486304	9773606	43	13950.51
486303	9773517	38	17313.34
486303	9773425	46	1812.134
486302	9773341	51	10783.63
486302	9773246	46	15967.76
486301	9773159	44	16601.85

8. Hasil Pengukuran pada tanggal 27 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
486452	9773157	36	10002.45
486452	9773247	40	-63.5755
486452	9773337	41	10742.22
486452	9773427	36	15174.94
486452	9773517	35	16878.26

486452	9773607	31	15361.46
486452	9773697	32	8167.257
486452	9773787	32	14158.74
486454	9773879	42	17260.41
486450	9773971	38	15755.03
486448	9774056	35	11495.55
486454	9774152	41	18195.23
486463	9774246	35	13727.67
486450	9774327	37	5187.787
486456	9774418	39	1808.565
486454	9774513	45	16287.16
486450	9774592	50	15851.68
486456	9774687	50	17772.66
486446	9774781	46	19957.65
486449	9774862	40	17298.01
486451	9774955	38	15272.59
486453	9775049	39	16575.73
486456	9775137	40	19546.91
486460	9775234	41	8854.984
486453	9775315	51	16885.48
486453	9775413	55	16061.9
486447	9775494	50	2439.62
486450	9775587	47	16251.94
486601	9775584	53	16092.44
486604	9775501	47	14761.7
486608	9775405	40	8351.035
486601	9775318	41	16755.51
486602	9775224	41	9549.811
486602	9775134	45	17678.03
486603	9775047	48	15577.53
486598	9774957	40	16656.71
486605	9774861	49	12986.12
486603	9774774	55	15415.78
486600	9774689	72	18212.16

486605	9774598	90	16312.75
486601	9774512	66	17462.19
486603	9774416	59	20477.49
486599	9774327	51	13587.66
486593	9774232	51	7018.101
486600	9774148	59	16715.56
486591	9773790	45	13761.87
486569	9773499	37	16347.98
486666	9773226	35	16689.68
486050	9773150	39	14465.3

9. Hasil Pengukuran pada tanggal 28 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
486750	9773162	40	16489.11
486755	9773247	45	14758.61
486687	9773177	34	8666.753
486902	9773161	76	1932.986
487054	9773154	105	17073.1
487208	9773161	114	18900.77
487206	9773246	135	16622.76
487198	9773334	142	17012.76
487199	9773428	150	9213.052
487201	9773523	152	15927.64
487189	9773612	154	15234.15
487206	9773696	148	15688.16
487202	9773784	113	15303.41
487186	9773874	79	20050.83
487202	9773969	75	14324.35
487200	9774058	67	12770.91
487206	9774158	69	13658.32
487204	9774234	59	13540.85
487202	9774334	72	1318.276
487213	9774510	56	14522.5
487203	9774595	53	9705.802

10. Hasil Pengukuran pada tanggal 29 Oktober 2008

X	y	z	Hd (nT)
487205	9774688	55	10266.89
487203	9774777	54	16028
487202	9774866	48	16318
487203	9774958	44	16996
487202	9775047	43	-853
487201	9775136	43	14694
487202	9775228	63	19138
487202	9775317	66	17221
487201	9775408	63	18226
487201	9775499	58	16203
487201	9775589	51	5571
487053	9775587	47	15944
487054	9775498	55	12759
487053	9775407	44	12763
487053	9775318	40	16434
487052	9775226	42	19022
487051	9775138	45	7779
487052	9775045	48	18091
487048	9774958	49	14518
487049	9774865	47	14489
487052	9774777	62	15348
486900	9774864	49	5095
486898	9774957	41	6919
486904	9775042	42	16958
486908	9775133	40	16917
486898	9775230	38	14948
486903	9775320	44	17637
486899	9775402	39	5765
486898	9775439	43	-1514
486904	9775590	42	14987
486757	9775593	38	17306

486783	9775494	41	7675
486769	9775432	36	2420

11. Hasil Pengukuran pada tanggal 31 Oktober 2008

x	y	z	Hd (nT)
485120	9774020	49	3056.07
485148	9774019	49	-2174.15
485180	9774020	48	19360.84
485209	9774021	45	17212.68
485243	9774020	42	3154.868
485269	9774020	40	10096.35
485297	9774021	42	10041.44
485330	9774019	43	6998.121
485358	9774020	42	730.5437
485389	9774021	43	15623.37
485422	9774018	43	8075.189
485451	9774020	44	13439.97
485481	9774020	40	16819.16
485510	9774020	40	4223.919
485541	9774020	42	2677.842
485570	9774021	42	12530.16
485594	9774020	43	5539.188
485630	9774021	42	19161.17
485663	9774020	45	7876.756
485689	9774019	48	19830.88
485719	9774021	49	18374.6
485752	9774021	51	13135.82
485777	9774021	54	12195.55
485810	9774020	53	16348.87
485842	9774021	52	17271.69
485869	9774020	51	7026.816
485901	9774020	51	8834.039
485927	9774020	51	8925.362

485959	9774020	53	12075.22
485991	9774019	53	6411.846
486017	9774020	59	9286.469
486049	9774020	58	18456.05
486080	9774021	57	14963.2
486109	9774019	53	16951.46
486140	9774021	52	6084.983
486140	9774132	54	3945.803
486110	9774129	56	3128.087
486081	9774129	58	9837.849
486049	9774129	60	18580.97
486022	9774130	60	18450.03
485989	9774131	61	5927.394
485960	9774130	61	4649.379
485932	9774130	60	18724.9
485900	9774131	62	14508.92
485873	9774129	60	9998.747
485841	9774130	59	15300.67
485806	9774133	58	18356.49
485784	9774131	56	6945.016
485749	9774131	61	8353.739
485721	9774128	62	5532.161
485694	9774130	61	9547.446
485660	9774128	61	9754.307
485632	9774130	61	15156.63
485598	9774129	58	9375.914
485569	9774133	55	10726.98
485539	9774129	52	1081.498
485509	9774130	50	1723.283
485483	9774131	58	4773.244
485450	9774128	60	3357.39
485421	9774130	63	17207.47
485390	9774130	69	18247.36
485359	9774130	73	6662.281

485329	9774126	70	19527.47
485300	9774130	63	15760.55
485272	9774129	66	9015.873
485240	9774130	56	7362.918
485269	9774129	52	4183.303
485191	9774131	49	-998.19
485149	9774133	60	1595.655
485120	9774132	62	10558.18
485118	9774652	51	9202.85
485091	9774659	54	6240.335
485064	9774664	55	4508.819
485031	9774659	59	17527.23
485000	9774657	59	6861.01
484971	9774657	54	17601.99
484942	9774658	55	3604.079
484911	9774660	60	17768.6
484878	9774658	64	16392.69
484850	9774658	67	10861.17
484820	9774659	67	14733.59
484791	9774658	65	19536.06
484760	9774660	62	9255.8
484728	9774662	57	9333.423
484702	9774657	56	15425.11
484669	9774660	47	5033.867
484642	9774658	47	15946.69
484609	9774658	49	19347.07
484582	9774659	51	6379.836
484548	9774660	52	14567.42
484522	9774659	51	16020.23
484488	9774660	50	9393.857
484463	9774660	52	5671.38
484425	9774662	54	4832.303
484393	9774654	55	5977.087
484370	9774659	52	17448.69

484336	9774656	50	18556.62
484308	9774658	49	15887.04
484280	9774662	47	15425.66
484251	9774654	45	16249.69
484218	9774659	45	12416.67
484193	9774660	45	3387.792
484160	9774659	44	5920.315
484129	9774659	43	11436.9
484101	9774655	41	1759.484
484106	9774501	46	11757.18
484130	9774493	43	12751.11
484160	9774499	43	17786.63
484197	9774502	44	13295.11
484227	9774503	44	13238.76
484248	9774500	44	12518.14
484279	9774499	44	16947.43
484308	9774499	43	9417.088
484338	9774500	44	10517.65
484368	9774502	46	15874.33
484398	9774501	47	17431.86
484430	9774503	49	13982.88
484455	9774500	51	8990.902
484491	9774501	53	17314.32
484518	9774499	55	17902.89
484551	9774499	60	15679.13
484577	9774498	63	8209.255
484611	9774498	65	11131.94
484642	9774498	65	407.5619
484670	9774499	62	-1624.12
484700	9774500	59	1474.108
484728	9774499	61	2914.93
484758	9774501	65	9018.153
484789	9774499	72	17207.18
484822	9774500	78	17595.2

484851	9774501	79	16110.52
484879	9774500	77	14725.88
484908	9774500	73	17926.77
484939	9774500	68	13734.39
484968	9774501	61	2216.913
484999	9774501	61	10609.76
485030	9774501	66	16734.38
485061	9774499	77	15393.69
485088	9774500	79	9784.635
485117	9774499	87	9475.357

12. Hasil Pengukuran pada tanggal 1 September 2008

x	y	z	Hd (nT)
485149	9774499	80	15975.64
485181	9774499	72	14259.26
485210	9774501	69	12862.52
485242	9774499	66	16916.51
485272	9774498	71	15948.43
485297	9774499	83	19071.62
485328	9774502	91	16473.94
485360	9774503	95	18094.43
485391	9774500	92	14623.25
485422	9774499	84	15193.2
485452	9774498	75	14077.65
485483	9774500	70	9256.008
485510	9774499	61	2882.531
485542	9774501	56	2331.516
485568	9774500	54	2460.564
485596	9774497	54	5155.349
484631	9774487	52	8189.472
485660	9774498	50	3550.196
485688	9774502	46	1620.12
485720	9774499	47	3126.623

485749	9774503	46	3549.246
485779	9774503	46	12979.97
485804	9774501	45	13965.59
485832	9774504	45	15550.15
485872	9774504	43	2045.235
485901	9774502	42	3745.158
485932	9774499	43	3509.082
485960	9774502	52	13368.77
485991	9774500	55	15186.23
486019	9774500	57	16623.55
486053	9774499	58	17016.98
486080	9774502	60	15707.2
486105	9774500	60	17210.09
486137	9774499	58	18081.91
486164	9774499	57	14840.46
486169	9774660	66	18016.31
486142	9774659	77	14245.44
486110	9774658	65	14458.48
486081	9774660	65	17810.21
486052	9774661	59	16581.59
486020	9774662	55	17464.58
485989	9774661	51	15983.34
485960	9774660	47	7173.662
485931	9774661	43	5166.186
485910	9774660	47	7080.971
485872	9774660	46	16131.03
485840	9774658	49	9224.619
485808	9774661	48	17197.14
485777	9774659	47	16279.91
485750	9774659	49	15684.84
485720	9774658	51	9868.761
485691	9774658	56	12866.18
485656	9774657	58	12737.73
485633	9774661	61	14072.79

485602	9774660	65	16035.72
485572	9774660	67	17171.98
485543	9774661	69	11998.76
485512	9774661	72	10870.43
485479	9774660	73	18762.85
485454	9774659	77	8533.511
485423	9774659	80	13145.33
485391	9774659	84	8096.058
485360	9774658	86	9694.32
485329	9774658	89	10446.04
485300	9774658	89	13736.21
485272	9774660	84	15218.23
485240	9774661	80	15419.05
485209	9774661	75	17471.68
485180	9774659	70	17761.7
485150	9774659	62	12463.72
484789	9774305	59	15897.29
484818	9774304	53	2086.533
484848	9774306	48	3644.518
484880	9774305	59	16754.6
484910	9774303	65	18107.83
484940	9774304	72	18341.85
484963	9774303	84	18524.74
485000	9774303	88	19708.32
485030	9774303	97	18567.94
485060	9774304	103	17793.57
485088	9774306	108	19243.59
485117	9774306	113	18549.58
485148	9774304	119	18710.6
485181	9774304	122	18589.09
485209	9774305	131	17814.81
485243	9774303	143	18721.25
485268	9774305	140	20667.02
485301	9774305	144	17634.1

485331	9774301	139	17297.42
485357	9774302	129	16451.55
485388	9774306	112	15407.53
485420	9774303	101	19877.58
485448	9774304	94	21468.17
485469	9774299	90	17425.89
485506	9774305	76	15511.48
485543	9774308	67	16185.34
485571	9774310	59	11378.22
485598	9774307	55	18197.58
485633	9774308	50	15441.27
485657	9774306	54	13884.93
485690	9774306	52	2361.417
485720	9774304	48	3082.94
485743	9774310	48	2335.164
485777	9774302	53	14943.89
485809	9774304	59	15873.85
485846	9774302	58	16492.27
485871	9774308	55	19800.2
485900	9774303	53	18717.72
485928	9774305	48	19094.14
485958	9774312	52	19264.49
485990	9774307	54	15502.51
486020	9774303	56	11747.64
486052	9774308	55	9176.761
486080	9774306	57	18256.52
486109	9774307	57	16105.81
486137	9774305	56	14155.27
486167	9774304	53	14841.89

13. Hasil Pengukuran pada tanggal 2 September 2008

x	y	z	Hd (nT)
486171	9775480	46	16019.84
486142	9775481	51	16499.74
486107	9775481	54	-1462.16
486080	9775482	56	7701.941
486052	9775480	58	16119.94
486022	9775480	62	9003.244
485991	9775478	63	6798.146
485961	9775478	63	13746.15
485929	9775478	59	13163.35
485901	9775479	57	10472.15
485868	9775479	55	10551.75
485843	9775482	54	-1021.55
485808	9775475	48	-669.848
485781	9775482	47	4339.553
485753	9775485	49	-1278.45
485721	9775478	52	1163.256
485698	9775480	56	3054.258
485660	9775477	61	5464.459
485631	9775483	62	9693.96
485603	9775482	63	13591.16
485571	9775478	64	13052.36
485543	9775479	63	17149.36
485510	9775479	61	15262.56
485484	9775477	61	16781.96
485451	9775480	58	16405.07
485423	9775479	60	18038.67
485393	9775479	61	12316.77
485361	9775478	59	7836.469
485331	9775481	56	5075.97
485300	9775482	51	4601.672
485272	9775484	44	-1000.13

485241	9775481	50	2823.476
485214	9775479	46	3550.377
485183	9775479	43	278.6783
485152	9775478	42	178.5798
485121	9775479	44	3100.581
485092	9775480	47	6736.282
485060	9775480	50	3629.092
485032	9775484	49	5233.993
485002	9775483	49	2781.694
484969	9775479	49	3144.095
484936	9775479	48	4141.096
484911	9775481	46	2612.997
484881	9775482	41	8520.198
484852	9775479	43	10309.2
484822	9775484	44	14906.7
484793	9775482	44	141.7027
484763	9775481	42	12626.9
484732	9775482	45	2951.905
484700	9775479	46	4902.606
484669	9775478	51	10456.61
484639	9775477	53	3068.709
484607	9775480	54	4095.21
484582	9775481	55	3970.711
484548	9775478	54	2593.011
484521	9775481	49	5927.712
484490	9775481	47	2289.013
484462	9775479	47	4096.614
484431	9775480	49	8460.614
484402	9775481	49	11392.22
484371	9775479	49	7727.816
484339	9775480	49	-1851.88
484310	9775480	48	2112.918
484282	9775479	48	3381.918
484248	9775482	47	7198.719

484222	9775480	45	3095.121
484194	9775480	43	6377.022
484162	9775478	43	11356.92
484131	9775478	40	11520.53
484106	9775484	41	13768.83
484100	9774305	41	9884.657
484129	9774308	41	5184.758
484160	9774308	42	14601.06
484188	9774302	43	11500.66
484220	9774308	40	9797.563
484248	9774306	40	11929.06
484279	9774309	44	13500.37
484309	9774306	38	14323.87
484338	9774303	45	11099.97
484371	9774306	41	10364.67
484397	9774306	38	10294.17
484428	9774307	37	15946.57
484460	9774307	41	2289.873
484490	9774308	48	11716.17
484518	9774307	52	10879.37
484547	9774305	56	14515.08
484581	9774303	61	14234.98
484608	9774306	64	18826.18
484642	9774302	70	18095.18
484668	9774306	73	10964.98
484699	9774305	72	4077.784
484729	9774305	72	1987.885
484760	9774308	70	1742.586

BIODATA PENULIS



Penulis terlahir dengan nama Alwi Husein tepatnya di kota Surabaya pada tanggal 3 Nopember 1986. Merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh dimulai dari TK Al-Islamiyah, SD Attarbiyah, SMP Mujahidin dan SMA Negeri 3 Surabaya. Setelah menamatkan pendidikannya di SMA pada tahun 2004 maka penulis melanjutkan pendidikannya ke jenjang yang lebih tinggi yaitu jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh

Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2004 dan mengambil Bidang Minat Geofisika. Selama masa studinya di ITS, penulis banyak mempelajari tentang pencitraan bawah permukaan bumi serta aplikasinya, struktur bumi dan geologi yang merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang banyak dibahas didalam Al Qur'an.

Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif diberbagai macam organisasi internal kampus antara lain: Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMASIKA ITS) dan UKM Sepakbola ITS. Penulis merupakan individu yang gemar membaca dan berolahraga. Email: alwi_h@physics.its.ac.id.