

**PEMETAAN SEBARAN BIJIH BESI MENGGUNAKAN METODE
GEOMAGNET di WILAYAH ‘X’ IUP PT. AROSUKA MANDIRI
KABUPATEN SOLOK SUMATERA BARAT**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat dalam Menyelesaikan
Program S1 Teknik Pertambangan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik*



ANNEDI
16532.2010

**Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang**

2015

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Annedi
Nim : 16532/2010

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di Depan Tim Penguji
Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Dengan Judul:

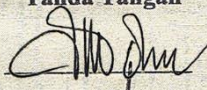
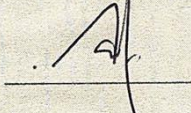
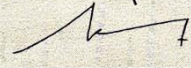
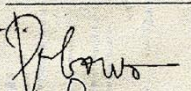
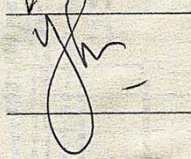
**Pemetaan Sebaran Bijih Besi Menggunakan Metode Geomagnet di Wilayah
'X' IUP PT. Arosuka Mandiri Kabupaten Solok Sumatera Barat**

Padang, Januari 2015

Tim Penguji

1. Ketua : Ansosry, ST. MT
2. Sekretaris : Adree Octova, S.Si. MT
3. Anggota : Drs. Syamsul Bahri, MT
4. Anggota : Heri Prabowo, ST. MT
5. Anggota : Yoszi Mingsi Anaperta, ST. MT

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

BIODATA



Nama : ANNEDI
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/Tgl Lahir : Belubus, 12 Desember 1990
Status : Belum menikah
Golongan darah : B
Alamat : Desa Belubus Kenagarian Sei.Talang,Kec.Guguk,Kab.50
kota
Phone : 082283793374
Email : annedis1mining@gmail.com
Nama Ayah : Risman
Nama Ibu : Fatimah
Jumlah Saudara : 3 (Tiga) Orang
Anak ke : 2

LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2010 – 2015 Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang
2007 – 2010 SMK Taman Siswa Payakumbuh
2003 – 2006 MTsN Dangung-Dangung
1997 – 2003 SD Negeri 27 Sei. Talang Timur.

Padang Januari 2015

Annedi
16532/2010

ABSTRAK

Annedi. Aplikasi Geomagnet Untuk Pemetaan Sebaran Bijih Besi Wilayah ‘X’ IUP PT. Arosuka Mandiri Kabupaten Solok Sumatera Barat

PT Arosuka Mandiri yang berlokasi di Kabupaten Solok telah melaksanakan kegiatan eksplorasi bijih besi di daerah Blok X, dimana pada daerah tersebut diprediksi memiliki potensi bijih besi. Pemetaan sumberdaya bijih besi adalah salah satu hal yang perlu dilakukan dalam kegiatan eksplorasi. Dalam penelitian ini menggunakan aplikasi Geomagnet untuk pemodelan dan memetakan sumberdaya.

Metode geomagnet adalah salah satu dari kelompok metode geofisika, metode geomagnet digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan dengan cara mempelajari sifat kemagnetan (*susceptibilitas*) di dalam batuan di bawah permukaan bumi berdasarkan perbedaan kekuatan magnet batuan.

Luasan daerah penelitian adalah 50 ha, dengan jumlah 15 lintasan. Input data berupa data geomagnet, dibuat di dalam lembar kerja Ms.exel, Program Surfer 10 yang kemudian di *import* kedalam program *MagPick* dan *Mag2DC*. Data yang di *import* kedalam program *Mag2DC* merupakan nilai hasil *slicing* dari daerah anomali prospek bijih besi dan daerah yang kurang prospek bijih besi sebagai perbandingan model bawah permukaan daerah prospek tersebut.

Berdasarkan hasil pemetaan topografi, morfologi daerah penyelidikan dan di korelasikan dengan hasil pemodelan *Surfer10* daerah penelitian merupakan perbukitan yang berlereng sedang sampai terjal dengan kemiringan antara

$20 > 45^\circ$, dan interval ketinggian antara 860 – 1100 meter di atas permukaan laut. Daerah perbukitan ini dibentuk oleh satuan batuan sedimen tua antara lain batu pasir kwarsa, batu lempung, batuan metamor seperti kwarsit, filit dan sekis yang diintrusi oleh batuan granitik. *Spacing* yang digunakan adalah 50 meter dengan jarak titik pengukuran 12,5 meter.

Dari hasil pengolahan data menggunakan program *MagPick* dan *Mag2DC* di dapatkan hasil pemetaan sebaran bijih besi dengan luas sebaran 310 m² dengan kedalaman dari permukaan 6 m yang mana kadar bijih besi tertinggi setelah dilakukan kalkulasi adalah 610 nT, dari luas daerah pengukuran 50 ha, umumnya merupakan daerah yang memiliki anomali bijih besi rendah-sedang hanya pada luas daerah 310 m² yang memiliki anomali bijih besi yang tinggi, agar lebih jelas tentang keberadaan bijih besi diperlukan lagi eksplorasi lebih lanjut dengan pembaruan.

Kata kunci: *Metode geomagnet, Mag2DC, Bijih Besi*

ABSTRACT

Annedi. Applications Geomagnetic For Iron Ore Distribution Mapping The 'X' IUP PT. Arosuka Mandiri West Sumatra Solok

PT Arosuka Mandiri located in Solok has conducted exploration activities in the area of iron ore Block X, which in the region is predicted to have the potential for iron ore. Mapping of iron ore is one of the things that need to be done in exploration activities. In this study using geomagnetic applications for modeling and resource memtakan.

Geomagnetic method is one of a group of geophysical methods, methods used to study the state of the geomagnetic subsurface by studying the magnetic properties (suceptibilitas) in the rock beneath the earth's surface by differences in the strength of the rock magnet.

The extent of the study area is 50 ha, with 15 tracks. Input data including the data of geomagnetic, made in the worksheet Ms.exel, Surfer program 10 which is then imported into the program and Mag2DC MagPick. The data are imported into the program Mag2DC a result sliceing value of iron ore prospects anomalous areas and areas that are less iron ore prospect partially subsurface model comparison of the prospect area.

Based on the results of topographic mapping, morphology and in the investigation area correlated with the results of modeling Surfer10 research area is the sloping hills with moderate to steep slope between $20^{\circ} > 45^{\circ}$, and the interval between the altitude of 860-1100 meters above sea level. This hilly area formed by the old sedimentary rock units include quartz sandstone, clay stone, rock metamor like quartzite, schist filit and are intruded by granitic rocks. Spacing used was 50 meters by 12.5 meters distance measurement points.

From the results of data processing using MagPick program and get results Mag2DC in mapping the distribution of iron ore with a broad distribution of 310 m² with 6 m depth from the surface where the highest levels of iron ore after the calculation is 610 nT, from the area of measurement of 50 ha, is generally an area which has a low-iron ore anomalies were only in the area 310 m² which has a high iron ore anomalies, to be clearer about the existence of iron ore longer needed further exploration by drilling.

Keyword: *Geomagnetic Method, Mag2DC, Iron Ore.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke-Hadirat Allah SWT, atas berkah dan rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“PEMETAAN SEBARAN BIJIH BESI MENGGUNAKAN METODE GEOMAGNET di WILAYAH ‘X” IUP PT. AROSUKA MANDIRI KABUPATEN SOLOK SUMATERA BARAT”** sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Strata 1 Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.

Skripsi ini disusun berdasarkan pengamatan di lapangan serta analisa data yang ada pada Blok X., PT. Arosuka Mandiri.

Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua yang telah banyak membantu secara moril maupun material dalam melaksanakan serta menyelesaikan Skripsi.
2. Bapak Budi, selaku Direktur Utama PT. Arosuka Mandiri.
3. Bapak Prytmon, selaku Direktur Utama PT. Dharma Power Bersama.
4. Bapak Hilman, selaku Pengawas Operasional PT. Arosuka Mandiri.
5. Bapak Sodik, selaku Penanggung Jawab PT. Dharma Power Bersama sekaligus pembimbing di lapangan.
6. Bapak Ruby, selaku Penanggung Jawab PT. Arosuka Mandiri sekaligus pembimbing di lapangan.
7. Bapak Malik, selaku Geologist *United Tractor Ltd.*.

8. Bapak Edi Anggara, selaku *Human Research Development* PT. Arosuka Mandiri.
9. Bapak Prof.Dr. Ganefri, M.Pd, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
10. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
11. Bapak Ansosri, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I.
12. Bapak Adree Octova, S. Si, MT selaku Dosen Pembimbing II.
13. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
14. Teman-teman Mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (khususnya angkatan 2010).
15. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Padang, Januari 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I PENDAHULUAN

A. LatarBelakang	1
B. IdentifikasiMasalah	3
C. PembatasanMasalah	4
D. RumusanMasalah	4
E. TujuanPenelitian	4
F. ManfaatPenelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Eksplorasi.....	6
B. Tahap Eksplorasi	7
C. Batuan	10
D. Ganesa Bijih Besi	16
E. Konsep Geofisika	22
F. Metode Geomagnet	23
G. Intensitas Magnet	27
H. Sifat Kemagnetan Batuan	27
I. Susepsibilitas Magnet	28

J. Medan Magnet Bumi	30
K. IGRF (<i>International Geomagnetik Reference Field</i>)	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu	35
B. Kondisi Geologi	36
C. Jenis Penelitian	39
D. Instrumen Penelitian	40
E. Variabel Penelitian	40
F. Teknik Pengambilan Data	41
G. Teknik Pengolahan Data	43
H. Prosedur Penelitian	46
I. Teknik Interpretasi Data	49

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data	51
B. Hasil Pengamatan.....	51
C. <i>Upward Continuitas</i>	67
D. Interpretasi	71
E. Hasil Pengolahan Data	76

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	78
B. Saran.....	78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. <i>Susceptibilitas</i> Magnetic dari Beberapa Batuan	32
Tabel 2 Daftar <i>Susceptibilitas</i> MIneral	33
Tabel 3. Contoh Form Hasil Pengukuran Geomagnet	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ganesa Mineral Magnetik dan Hematit	18
Gambar 2.2 Vektor Medan Anomali (F_A), Medan Utama (F_M)	26
Gambar 2.3 Dipole Magnet Batang	31
Gambar 2.4 Eleman Medan Magnet Bumi	32
Gambar 2.5 Peta Kontur Intensitas Total Medan Magnet Bumi	33
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	35
Gambar 3.2 Peta Wilayah IUP PT. Arosuka Mandiri.....	36
Gambar 3.3 Geologi Regional Daerah Penelitian	38
Gambar 3.4 Peta Topografi Daerah Penelitian	39
Gambar 3.5 Desain Pengukuran Geomagnet Dilapangan	41
Gambar 3.6 Diagram Alir Prosesing	48
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian	50
Gambar 4.1 Singkapan Pilit di Jalan Rangkiang Luluhih	52
Gambar 4.2 Morfologi Daerah Penelitian	54
Gambar 4.3 Anomali Daerah Penelitian	55
Gambar 4.4 Kurva Anomali Lintasan Keseluruhan.....	56
Gambar 4.5 Kurva Anomali Lintasan I.....	57
Gambar 4.6 Kurva Anomali Lintasan II	58
Gambar 4.7 Kurva Anomali Lintasan III	59
Gambar 4.8 Kurva Anomali Lintasan IV	60
Gambar 4.9 Kurva Anomali Lintasan V	61

Gambar 4.10 Kurva Anomali Lintasan VI.....	62
Gambar 4.11 Kurva Anomali Lintasan VII.....	63
Gambar 4.12 Kurva Anomali Lintasan VIII-XV	64
Gambar 4.13 Peta Anomali Magnet Total	65
Gambar 4.14 Singkapan Bijih Besi.....	66
Gambar 4.15 <i>Upward Continuitas Lokal</i> dari 10m s/d 500m.....	68
Gambar 4.16 <i>Upward Continuitas Regional</i> dari 10m s/d 500m	69
Gambar 4.17 Reduksi Ke Kutub Norma	70
Gambar 4.18 Peta Anomali Reduksi Kekutub Pengangkatan 10m.....	71
Gambar 4.19 Slice Crosssection Peta Reduce To The Pole.....	72
Gambar 4.20 Profil Anomali Magnet pada Line A-A'	73
Gambar 4.21 Model Peta Sebaran Bijih Besi Bawah Permukaan A-A'	73
Gambar 4.22 Profil Anomali Magnet Pada Line B-B'	75
Gambar 4.23 Model Peta Sebaran Bijih Besi Bawah Permukaan B-B'	75

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Pengukuran Geomagnet	79
Lampiran 2 Alat Dan Pengukuran Geomagnet	96
Lampiran 3 Peta Lokasi Penelitian	97
Lampiran 4 Peta Daerah Penyelidikan	98
Lampiran 5 Peta Topografi WIUP PT. Arosuka Mandiri	99
Lampiran 6 Peta Anomali Total Daerah Penyelidikan	100
Lampiran 7 Lintasan Pengukuran	101

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya mulai dari pertanian, pariwisata dan pertambangan. Seiring dengan banyak sumber daya alam Indonesia, Indonesia juga merupakan negara berkembang dalam berbagai bidang, terutama di bidang pembangunan struktur dan infrastruktur yang meliputi manufaktur, otomotif dan lain – lain.

Pesatnya perkembangan pembangunan di Indonesia berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan material tambang, salah satunya adalah bijih besi. Indonesia sendiri kebutuhan bijih besinya mencapai sekitar 4.840.144 ton untuk tahun 2014 dan 4.609.661 pada tahun 2013 (sumber PT. Arosuka Mandiri). Mengingat banyaknya dibutuhkan bijih besi dan penggunaan bijih besi berkelanjutan, cadangan bijih besi yang telah ditambang ini mulai berkurang, maka diperlukan lagi pencarian bijih besi untuk menutupi kebutuhan tersebut. *Laster Brown* dari *Worldwatch institute* telah memperkirakan bahwa bijih besi akan habis dalam waktu 64 tahun berdasarkan eksplorasi konservatif dari 2% pertumbuhan pertahun. (sumber: Introduction to Geophysics Short Course Assignments)

Wilayah Indonesia merupakan wilayah yang memiliki potensi bijih besi primer cukup banyak yang tersebar di beberapa daerah antaranya Kalimantan Selatan, Kalimantan Barat, Nanggroe Aceh Darussalam, Sumatera

Barat, Lampung dan Papua (Sumber: PT. Arosuka Mandiri). Penyebaran bijih besi di Sumatera Barat terdapat di Kabupaten Solok, Kota Solok, Kabupaten Tanah Datar, Kabupaten Pasaman, Kabupaten Pasaman Barat, Kabupaten Pesisir Selatan, Kabupaten Sijunjung dan Kabupaten Solok Selatan. (Sumber: STATISTIK Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatra Barat Tahun 2012).

Sebaran bijih besi di Kabupaten Solok juga terdapat di beberapa daerah salah satunya adalah Wilayah Blok X IUP PT. Arosuka Mandiri . PT. Arosuka Mandiri adalah sebuah perusahaan swasta yang bergerak di bidang pertambangan yang saat ini sedang melakukan kegiatan eksplorasi bijih besi di Kabupaten Solok Provinsi Sumatera Barat. Sampai saat ini Blok X pada IUP PT. Arosuka Mandiri belum memiliki informasi yang lengkap mengenai sebaran bijih besi bawah permukaan untuk menjadi acuan dalam proses penambangan.

Sebaran bijih besi primer (terdapat dalam tubuh batuan) tidaklah masif, melainkan memiliki geometri yang tidak menentu. kegiatan yang tepat untuk mengetahui bentuk tubuh bijih besi dan sebarannya adalah dengan cara memetakan sebaran bijih besi bawah permukaan dengan menggunakan metode eksplorasi salah satunya adalah metoda eksplorasi Geomagnet.

Metode geomagnet merupakan metode eksplorasi yang memanfaatkan sifat kemagnetan bumi. Dalam metode geomagnet ini, bumi diyakini sebagai batang magnet raksasa dimana medan magnet utama bumi dihasilkan. Metode ini didasarkan pada perbedaan tingkat magnetisasi suatu batuan yang

diinduksi oleh medan magnet bumi. Dimana sifat kemagnetan jenis setiap batuan ditentukan oleh jenis material penyusunnya. Maka dengan mengetahui sifat kemagnetan (susceptibilitas) jenis dari batuan dapat diketahui jenis material batuan di bawah permukaan. Dengan mengetahui nilai kemagnetan jenis di bawah permukaan dapat dibuat sebuah model penampang vertikal dan 2D untuk melihat komposisi ataupun struktur dibawah permukaan berdasarkan nilai tahanan jenis.

Karena belum terdapatnya peta sebaran bijih besi yang bisa dimanfaatkan untuk kegiatan eksplorasi dan eksploitasi selanjutnya maka penelitian ini diberi judul “Pemetaan Sebaran Bijih Besi Menggunakan Metoda Geomagnet di Wilayah Blok ‘X’ IUP PT. Arosuka Mandiri Kabupaten Solok Sumatera Barat”. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi sebaran bijih besi sehingga menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam perencanaan penambangan serta dapat dimanfaatkan untuk peneliti selanjutnya.

B. Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini yang menjadi landasan dalam identifikasi masalahnya yaitu:

1. Belum adanya peta sebaran bijih besi bawah permukaan.
2. Belum adanya data pendukung untuk melanjutkan kegiatan eksplorasi selanjutnya.

C. Batasan Masalah

Penulis membatasi penelitian ini mengingat adanya keterbatasan waktu dan kemampuan penulis. Batasan dalam penelitian ini yaitu:

1. Penggunaan metoda geomagnet dalam menentukan/memodelkan peta sebaran bijih besi bawah permukaan.
2. Daerah penelitian dibatasi pada wilayah Blok X PT. Arosuka Mandiri.
3. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software excel, surfer, MagPick dan Mag2Dc*.

D. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini yang menjadi rumusan masalahnya adalah bagaimana model sebaran bijih besi di Blok X IUP PT. Arosuka Mandiri berdasarkan dari hasil penyelidikan eksplorasi dengan metode Geomagnet ?

E. Tujuan Penelitian

1. Memberikan bentuk sebaran bijih besi dengan penggambaran di bawah permukaan dari hasil data pengukuran geomagnet.
2. Dapat mengetahui area anomaly medan magnet bijih besi yang prospek pada blok X IUP PT. Arosuka Mandiri tersebut.
3. Diharapkan data yang dihasilkan dapat menjadi acuan untuk melakukan kegiatan eksplorasi selanjutnya.

F. Manfaat Penelitian

1. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan bagi peneliti khususnya dan peneliti lain pada umumnya, sehingga bisa mengetahui atau membuat

penggambaran dan menganalisa sebaran bijih besi menggunakan data hasil eksplorasi geomagnet.

2. Diharapkan hasil penelitian ini juga dapat berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan tentang bijih besi serta dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti – peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian dengan topik yang sama atau sejenis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Eksplorasi

Eksplorasi adalah penjelajahan lapangan dengan tujuan memperoleh pengetahuan lebih banyak tentang keadaan, terutama sumber-sumber alam yang terdapat di daerah itu. (Sumber : Kamus Besar Bahasa Indonesia).

Eksplorasi adalah tindakan atau mencari atau melakukan perjalanan dengan tujuan menemukan sesuatu; misalnya daerah yang tak dikenal, termasuk antariksa (penjelajahan angkasa), minyak bumi (eksplorasi minyak bumi), gas alam, batu bara, mineral, gua, air, ataupun informasi. (sumber: situs Wikipedia).

Eksplorasi adalah kegiatan penyelidikan geologi yang dilakukan untuk mengidentifikasi, menentukan lokasi, ukuran, bentuk, letak, sebaran, kuantitas dan kualitas suatu endapan bahan galian untuk kemudian dapat dilakukan analisis/kajian kemungkinan dilakukannya penambangan.

Tujuan eksplorasi: untuk mengetahui sumber daya cadangan mineral secara rinci, yaitu untuk mengetahui, menemukan, mengidentifikasi dan menentukan gambaran geologi dan mineral berdasarkan ukuran, bentuk, sebaran, kuantitas dan kualitas suatu mineral untuk kemudian dapat dilakukan pengembangan secara ekonomis.

B. Tahapan Eksplorasi

a. Tahap Eksplorasi Pendahuluan

Menurut White (1997), dalam tahap eksplorasi pendahuluan ini tingkat ketelitian yang diperlukan masih kecil sehingga peta-peta yang digunakan dalam eksplorasi pendahuluan juga berskala kecil 1 : 50.000 sampai 1 : 25.000. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah :

- Studi Literatur

Dalam tahap ini, sebelum memilih lokasi-lokasi eksplorasi dilakukan studi terhadap data dan peta-peta yang sudah ada (dari survei-survei terdahulu), catatan-catatan lama, laporan-laporan temuan dll, lalu dipilih daerah yang akan disurvei. Setelah pemilihan lokasi ditentukan langkah berikutnya, studi faktor-faktor geologi regional dan provinsi metalografi dari peta geologi regional sangat penting untuk memilih daerah eksplorasi, karena pembentukan endapan bahan galian dipengaruhi dan tergantung pada proses-proses geologi yang pernah terjadi, dan tanda-tandanya dapat dilihat di lapangan.

- Survei Dan Pemetaan

Jika peta dasar (peta topografi) dari daerah eksplorasi sudah tersedia, maka survei dan pemetaan singkapan (outcrop) atau gejala geologi lainnya sudah dapat dimulai (peta topografi skala 1 : 50.000 atau 1 : 25.000). Tetapi jika belum ada, maka perlu dilakukan pemetaan topografi lebih dahulu. Kalau di daerah tersebut sudah ada

peta geologi, maka hal ini sangat menguntungkan, karena survei bisa langsung ditujukan untuk mencari tanda-tanda endapan yang dicari (singkapan), melengkapi peta geologi dan mengambil conto dari singkapan-singkapan yang penting.

Selain singkapan-singkapan batuan pembawa bahan galian atau batubara (sasaran langsung), yang perlu juga diperhatikan adalah perubahan/batas batuan, orientasi lapisan batuan sedimen (jurus dan kemiringan), orientasi sesar dan tanda-tanda lainnya. Hal-hal penting tersebut harus diplot pada peta dasar dengan bantuan alat-alat seperti kompas geologi, inklinometer, altimeter, serta tanda-tanda alami seperti bukit, lembah, belokan sungai, jalan, kampung, dan lain-lain. Dengan demikian peta geologi dapat dilengkapi atau dibuat baru (peta singkapan).

Tanda-tanda yang sudah diplot pada peta tersebut kemudian digabungkan dan dibuat penampang tegak atau model penyebarannya (model geologi). Dengan model geologi hepatitik tersebut kemudian dirancang pengambilan conto dengan cara acak, pembuatan sumur uji (test pit), pembuatan paritan (trenching), dan jika diperlukan dilakukan pemboran. Lokasi-lokasi tersebut kemudian harus diplot dengan tepat di peta (dengan bantuan alat ukur, teodolit, BTM, dan lain-lain.). Dari kegiatan ini akan dihasilkan model geologi, model penyebaran endapan, gambaran mengenai cadangan geologi, kadar awal, dll. dipakai untuk menetapkan apakah daerah survei yang bersangkutan memberikan harapan

baik (prospek) atau tidak. Kalau daerah tersebut mempunyai prospek yang baik maka dapat diteruskan dengan tahap eksplorasi selanjutnya.

b. Tahap Eksplorasi Detail

Setelah tahapan eksplorasi pendahuluan diketahui bahwa cadangan yang ada mempunyai prospek yang baik, maka diteruskan dengan tahap eksplorasi detail (White, 1997). Kegiatan utama dalam tahap ini adalah sampling dengan jarak yang lebih dekat (rapat), yaitu dengan memperbanyak sumur uji atau lubang bor untuk mendapatkan data yang lebih teliti mengenai penyebaran dan ketebalan cadangan (volume cadangan), penyebaran kadar/kualitas secara mendatar maupun tegak. Dari sampling yang rapat tersebut dihasilkan cadangan terhitung dengan klasifikasi terukur, dengan kesalahan yang kecil ($<20\%$), sehingga dengan demikian perencanaan tambang yang dibuat menjadi lebih teliti dan resiko dapat dihindarkan.

Pengetahuan atau data yang lebih akurat mengenai kedalaman, ketebalan, kemiringan, dan penyebaran cadangan secara 3-Dimensi (panjang-lebar-tebal) serta data mengenai kekuatan batuan sampling, kondisi air tanah, dan penyebaran struktur (kalau ada) akan sangat memudahkan perencanaan kemajuan tambang, lebar/ukuran bukaan atau kemiringan lereng tambang. Juga penting untuk merencanakan produksi bulanan/tahunan dan pemilihan peralatan tambang maupun prioritas bantu lainnya.

C. Batuan

Batuan adalah agregat padat dari mineral, atau kumpulan yang terbentuk secara alami yang tersusun oleh butiran mineral, gelas, material organik yang terubah, dan kombinasi semua komponen tersebut. Siklus batuan dimulai dari magma yang mengalami pendinginan dan menjadi batuan beku, setelah itu batuan beku mengalami pelapukan dan berubah menjadi material-material sedimen, material sedimen tersebut mengalami lithifikasi menjadi batuan sedimen, sementara itu jika batuan beku dan batuan sedimen mendapatkan tekanan dan suhu yang tinggi akan berubah menjadi batuan metamorf. Batuan metamorf dan batuan sedimen akan berubah menjadi material sedimen jika mengalami pelapukan, dan khusus untuk batuan metamorf akan kembali menjadi magma, jika mengalami peleburan.

Di daratan, batuan sediment menutupi sekitar 66% dari total batuan yang tersingkap (Blatt dan Jones, 1975). Sisanya sekitar 34% adalah batuan kristalin yang berupa batuan beku dan metamorf. Di bawah samudra kebanyakan ditutupi oleh material sediment atau batuan sediment yang tipis. Dibawah tutupan sediment, didominasi oleh batuan beku dan metamorf.

1. Batuan Beku

Batuan beku adalah batuan yang terbentuk dari pembekuan larutan silika cair dan pijar yang dikenal dengan nama magma. Batuan beku yang terbentuk dibangun oleh mineral-mineral tertentu ataupun oleh suatu matrik dari silikat. Mineral tersebut ukurannya berbeda-beda, tergantung dari

kecepatan pembekuannya. Mineral tertentu akan mengkristal pada temperatur tertentu juga.

Batuan beku hasil pembekuan lava di permukaan bumi baik di daratan maupun di bawah permukaan laut mempunyai ukuran kristal yang halus sampai *glassy*, karena hasil pembekuan yang cepat disebut dengan batuan ekstrusi atau batuan vulkanik. Batuan beku hasil pembekuan di bawah permukaan, dimana sifat dari batuan ini menerobos batuan yang sebelumnya telah terbentuk disebut dengan batuan instrusi atau batuan plutonik.

Berdasarkan tempat pembekuannya batuan beku dibedakan menjadi batuan beku *extrusive* dan *intrusive*. Hal ini pada nantinya akan menyebabkan perbedaan pada tekstur masing-masing batuan tersebut. Kenampakan dari batuan beku yang tersingkap merupakan hal pertama yang harus diperhatikan. Kenampakan inilah yang disebut sebagai struktur batuan beku.

Beberapa struktur dari batuan beku antara lain:

- a. *Pillow structure*, yaitu struktur yang ditandai masa berbentuk bantal khas pada batuan ekstrusi bawah laut.
- b. Vesikular, yaitu struktur batuan beku yang ditandai dengan lubang-lubang gas dengan arah tertentu.
- c. Skoria, (seperti vesikular tetapi tidak menunjukkan arah yang teratur).

- d. Amigdalodal, yaitu struktur dimana lubang-lubang keluarnya gas terisi oleh mineral-mineral sekunder, seperti zcolit, karbonat dan silika.
- e. *Xenolith*, yaitu struktur yang memperlihatkan ada fragmen batuan yang masuk atau tertanam ke dalam batuan beku. Struktur ini terbentuk akibat peleburan tidak sempurna dari suatu batuan samping di dalam magma yang menerobos.
- f. Masif, yaitu struktur yang tidak menunjukkan adanya fragmen batuan lain yang tertanam dalam tubuhnya.
- g. *Autobrecia*, yaitu struktur yang terlihat pada lava yang memperlihatkan fragmen-fragmen dari lava itu sendiri.

2. Batuan Sedimen

Batuan sedimen adalah yang terbentuk melalui tiga cara utama, yaitu pelapukan batuan lain (klastik), pengendapan (*deposition*) karena aktivitas biogenik, dan pengendapan (*precipitation*) dari larutan. Batuan sedimen ada yang tersusun berlapis, tetapi ada juga yang tidak. Butiran batuan sedimen berukuran bermacam-macam, dari halus sampai ukuran besar. Bahan batuan sedimen bisa dari batuan beku, bisa dari batuan metamorf dan bisa juga dari batuan sedimen. Pada batuan sedimen tidak terbentuk kristal. Jenis batuan umum seperti batu kapur, batu pasir, dan lempung termasuk dalam batuan sedimen. Batuan sedimen meliputi 75% dari permukaan bumi.

Penamaan batuan sedimen biasanya berdasarkan besar butir penyusun batuan tersebut. Penamaan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Breksi adalah batuan sedimen dengan ukuran butir lebih besar dari 2 mm dengan bentuk butiran yang bersudut.
- b. Konglomerat adalah batuan sedimen dengan ukuran butir lebih besar dari 2 mm dengan bentuk butiran yang membundar.
- c. Batu pasir adalah batuan sedimen dengan ukuran butir antara 2 mm sampai 1/16 mm.
- d. Batu lanau adalah batuan sedimen dengan ukuran butir antara 1/16 mm sampai 1/256 mm.
- e. Batu lempung adalah batuan sedimen dengan ukuran butir lebih kecil dari 1/256 mm.

Struktur batuan sedimen diantaranya adalah perlapisan. Macam-macam perlapisan adalah sebagai berikut:

- a. Masif, bila tidak menunjukkan struktur dalam perlapisan sejajar, bila perlapisan saling sejajar.
- b. Laminasi, perlapisan sejajar ukurannya lebih tipis dari 1 cm
- c. Perlapisan pilihan, bila perlapisan disusun oleh butiran yang berubah dari kasar menjadi halus kearah vertikal.
- d. Perlapisan silang siur, perlapisan yang membentuk sudut terhadap bidang perlapisan.

3. Batuan Metamorf

Metamorfosa adalah proses rekristalisasi di kedalaman kerak bumi (3-20 km) yang keseluruhannya atau sebagai besar terjadi dalam keadaan padat, yakni tanpa melalui fase cair, sehingga terbentuk struktur dan

mineralogi baru akibat dari pengaruh Temperatur ($T=350^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$), Tekanan (Pressure = 1-10000 bar/ 0,9869 atm) dan cairan panas.

Tipe-tipe metamorfosa dibagi dua, yaitu:

a. Metamorfosa Lokal

- 1) Kontak/*thermal*, terjadi di intrusi magma, biasanya memiliki suhu $600^{\circ}\text{C} - 800^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 300 MPA.
- 2) Kaustik, terjadi akibat adanya intrusi magma yang lemah. Pada proses ini aliran magma menerobos membelah lapisan (*Dike*) dan aliran mengikuti batas lapisan (*Silk*).
- 3) Kataklastik, terjadi akibat deformasi.
 - a) Reaksi patahan, adanya sesar sehingga lapisan disekitarnya membentuk metamorf karena adanya panas akibat gesekan.
 - b) Milonit, hamper sama dengan diatas, tetapi lapisan disekitarnya memecah dan meledak.
 - c) Hidrotermal, terjadi karena adanya larutan panas pada waktu terjadi instrusi magma, patahan (gesekan), panas inti bumi.

b. Metamorfosa Regional

- 1) Dinamothermal, terbentuk pada zona subduction dan terjadi pada pembentukan gunung.
- 2) Burial (timbunan), terjadi pada lapisan bawah suatu lapisan sedimen, terbentuk karena tekanan yang besar dari lapisan di atasnya

Batuan metamorf adalah batuan yang berasal dari batuan induk, bisa batuan beku, batuan sedimen, maupun batuan metamorf sendiri yang

mengalami metamorfosa yang terbentuk dari tekanan yang tinggi dan temperatur yang tinggi.

Menurut HGF, Winkler, 1967, Metamorfisme adalah proses-proses yang mengubah mineral suatu batuan pada fase padat karena pengaruh atau response terhadap kondisi fisika dan kimia di dalam kerak bumi, dimana kondisi fisika dan kimia tersebut berbeda dengan kondisi sebelumnya. Proses-proses tersebut tidak termasuk pelapukan dan diagenesa.

Penamaan batuan metamorf tergantung dari batuan asalnya, diantaranya adalah untuk batuan sedimen lanau (*shale*), batu pasir, batu gamping. Sedangkan untuk batuan beku adalah *basalt*.

a. Batuan Metamorf yang berasal dari lanau dan *mudstone*

- 1) Serpih (*slate*), lanau maupun *mudstone* berasal dari mineral kuarsa, lempung, kalsit dan feldspar. *Metamorfisme* yang terjadi derajat rendah sehingga menghasilkan serpih atau slate, Tekstur yang dimiliki batuan ini adalah *slaty cleavage*.
- 2) Pilit (*phyllite*), kenaikan suhu dan tekanan hingga ke derajat menengah, menghasilkan mineral mika berbutir lebih besar dan perubahan himpunan mineral serta membentuk foliasi.
- 3) Sekis (*schist*) dan Gneiss, kelanjutan dari proses metamorfisme pada filit, dengan meningkatnya suhu dan tekanan (derajat tinggi) maka terbentuklah batuan berbutir kasar yang dinamakan sekis. Serpih, filit dan sekis dapat dibedakan dari besar butirnya. Sekis yang

terkontaminasi oleh mineral kuarsa dan teldspar akan menghasilkan gneiss. Besar butirnya relatif sama dengan sekis, hanya saja komposisi mineralnya yang berbeda.

b. Batuan Metamorf yang Berasal dari Basalt.

- 1) Sekis hijau (*Green Schist*), pada dasarnya memiliki mekanisme yang sama dengan sekis, hanya saja pada sekis hijau dipengaruhi oleh mineral *olivin*, plagioklas dan piroksen. Mineral-mineral tersebut merupakan mineral utama dari *basalt*.
- 2) Amfibolit dan granit (*Amphibolite dan Granite*), apabila seksi hijau sudah mencapai derajat menengah, khlorit digantikan amfibol dan umumnya berbentuk lebih kasar atau disebut amfibolit. Pada derajat tinggi, amfibol digantikan dengan piroksen, dan batuananya berfoliasi, dinamakan granit (granulit).

D. Ganesa Bijih Besi

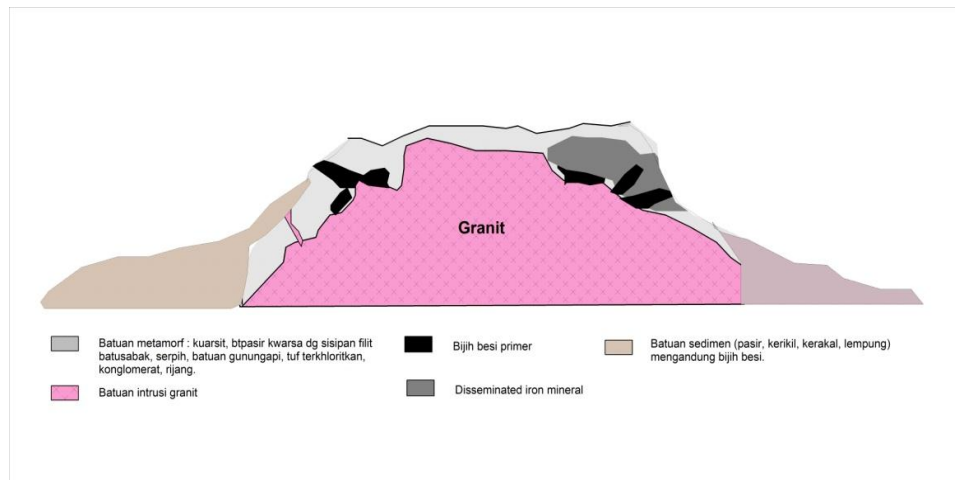
a. Ganesa

Proses terjadinya cebakan bahan galian bijih besi berhubungan erat dengan adanya peristiwa tektonik pra-mineralisasi. Akibat peristiwa tektonik, terbentuklah struktur sesar, struktur sesar ini merupakan zona lemah yang memungkinkan terjadinya magmatisme, yaitu intrusi magma menerobos batuan tua. Akibat adanya kontak magmatik ini, terjadilah proses rekristalisasi, alterasi, mineralisasi, dan penggantian (*replacement*) pada bagian kontak magma dengan batuan yang diterobosnya.

Perubahan ini disebabkan karena adanya panas dan bahan cair (*fluida*) yang berasal dari aktivitas magma tersebut. Proses penerobosan magma pada zona lemah ini hingga membeku umumnya disertai dengan kontak metamorfosa. Kontak metamorfosa juga melibatkan batuan samping sehingga menimbulkan bahan cair (*fluida*) seperti cairan magmatik dan metamorfik yang banyak mengandung bijih.

Dari data geologi permukaan yang terlihat di daerah penyelidikan dikompilasi dengan data geologi regional, ditafsirkan bahwa pembentukan bijih besi (magnetit, Fe_3O_4) di daerah ini adalah hasil kontak metamorfik antara batuan metamorf berumur Perm – Karbon yang terdiri dari kuarsit, batupasir kwarsa, batusabak, serpih, batuan gunungapi, tuf terkloritkan, konglomerat, rijang yang diintrusi oleh batuan granitik berumur Trias.

Endapan mineral bijih besi sekunder berupa pasir, kerikil-kerakal sampai bongkah yang ada di sekitar singkapan terjadi sebagai produk erosi karena ada pengangkatan.



Gambar 2.1. (Sumber: PT. Arosuka Mandiri) Genesa bijih besi di daerah Sumiso, Kab.Solok, Sumatra Barat Genesa mineral magnetit dan hematite

Baik magnetite (Fe_3O_4) maupun hematite (Fe_2O_3), keduanya adalah besi oksida, meskipun demikian proses oksidasi terbentuknya kedua oksida besi tersebut tidaklah sama. Hematite hanya mempunyai tipe $3+$ Fe saja sedangkan magnetite bersifat $2+$ dan $3+$ Fe. Suatu element terikat pada kondisi oksidasi tinggi atau rendah tergantung pada berapa banyak anion oksigen bebasnya pada saat terbentuknya mineral tersebut. Lebih banyak oksigen yang ada maka lebih tinggi tingkat oksidasinya. Hematite terbentuk pada kondisi dimana keberadaan oksigen lebih banyak dibandingkan magnetite, seperti kandungan air yang lebih banyak atau secara geologi mempunyai kontak dengan atmosfer lebih baik atau lebih luas.

Dimana kita dapatkan magnetite ? Untuk memperoleh kondisi kombinasi Fe^{2+} dan $3+$ bersama-sama, magnetite membutuhkan paling tidak nilai $f\text{O}_2$ (tingkat pergerakan anion) yang moderat.

Pada kedalaman atau jauh dari permukaan, magma biasanya lebih bersifat mafic ke ultramafic sehingga nilai $f\text{O}_2$ -nya cenderung lebih rendah. Secara tipikal, magma umumnya miskin air yang mana mempengaruhi terhadap nilai pergerakan $f\text{O}_2$. Mineral oksida yang pertama terbentuk pada ultramafic adalah rutilr (TiO_2) atau ilmenit (FeTiO_3), Ion Fe pada ilmenit adalah $2+$. Dalam suatu sistim, Fe pertama kali akan terbentuk menjadi olivine atau mineral silikat lainnya dalam bentuk $2+$ Fe. Perkembangan yang terjadi pada magma dari kondisi intermediate ke asam, cenderung akan mempunyai kandungan air yang lebih banyak dan mempunyai nilai $f\text{O}_2$ lebih tinggi. Pada jenis batuan ini, magnetit akan terbentuk sebagai komponen minoritas dalam batuan. Magnetit juga akan terbentuk dalam batuan metamorphic dalam jumlah sedikit. Dalam beberapa hal tertentu, magnetit dapat dijumpai dalam jumlah berlimpah seperti dalam formasi berlapis dan lapisan intrusi bersifat mafic yang menghasilkan bijih besi. Hal penting yang perlu diketahui dari mineral magnetit ialah bahwa magnetit mempunyai sifat membentuk medan magnet sehingga keberadaannya mudah diketahui.

Dimana hematite dapat ditemukan ? Pada kondisi dimana kandungan oksigen banyak, magnetit dapat teralterasi dan berubah dengan mudah menjadi hematite, jadi batuan yang mengandung magnetit dapat

juga mengandung banyak hematite karena perubahan dari magnetit menjadi hematite. Hematit juga dapat terbentuk dalam lingkungan sedimen, mineral mata air panas, sebagai bagian dari soil hasil pelapukan batuan mafic - ultramafic dan dalam beberapa jenis batuan gunungapi. Formasi batuan dengan perlapisan mineral besi, bila teralterasi juga dapat berubah menjadi lapisan batuan dengan kandungan hematite yang cukup significant sebagai sumber bijih besi.

b. Bijih Besi

Besi merupakan logam kedua yang paling banyak di bumi ini. Karakter dari endapan besi ini bisa berupa endapan logam yang berdiri sendiri namun seringkali ditemukan berasosiasi dengan mineral logam lainnya. Kadang besi terdapat sebagai kandungan logam tanah (residual), namun jarang yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Endapan besi yang ekonomis umumnya berupa *Magnetite*, *Hematite*, *Limonite* dan *Siderite*. Kadang kala dapat berupa mineral: *Pyrite*, *Pyrrhotite*, *Marcasite*, dan *Chamosite*.

Beberapa jenis genesis dan endapan yang memungkinkan endapan besi bernilai ekonomis antara lain :

1. Magmatik : *Magnetite* dan *Titaniferous Magnetite*
2. Metasomatik kontak : *Magnetite* dan *Specularite*
3. Pergantian/*replacement* : *Magnetite* dan *Hematite*
4. Sedimentasi/*placer*: *Hematite*, *Limonite*, dan *Siderite*
5. Konsentrasi mekanik dan residual : *Hematite*, *Magnetite* dan *Limonite*

6. Oksidasi : *Limonite* dan *Hematite*

7. Letusan Gunung Api

Dari mineral-mineral bijih besi, *magnetite* adalah mineral dengan kandungan Fe paling tinggi, tetapi terdapat dalam jumlah kecil. Sementara *hematite* merupakan mineral bijih utama yang dibutuhkan dalam industri besi. Mineral-mineral pembawa besi antara lain adalah:

a) 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.

b) Magnetit (Fe_3O_4)

Warna coklat kehitaman sampai merah, sistem kristal oktaeder, kekerasan 6, berat jenis 5,6 gr/cc, kilap metalik. Terbentuk bersamaan dengan proses pembentukan batuan beku, bias juga berasal dari kontak metamorfisme membentuk deposit placer/sedimenter. Umumnya mineral ini termasuk mineral oksida.

c) Hematit (Fe_2O_3)

Warna merah sampai merah gelap, kecoklatan, sistem kristal trigonal, tabular, metalik, kadang-kadang granular, kekerasan 5,5, berat jenis 5,2 gr/cc, pecahan conchoidal. Proses terbentuknya karena

proses hidrotermal dalam bentuk *vein/replacement* dalam batuan sedimen, juga dalam batuan beku dalam jumlah sedikit. Sering terdapat dalam *iron ore*. Mineral ini termasuk mineral oksida.

d) Pyrit (FeS_2)

Warna kekuningan, sistem kristal regular, tetrahedron, kadang massif, kekerasan 6-6,5, berat jenis 5 gr/cc, kilap metalik, pecahan conchoidal. Banyak terdapat pada mineral sulfida, 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 magnetic

E. Konsep Geofisika

Metode Geofisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang bumi dengan menggunakan pengukuran fisis di atas permukaan bumi. Dari sisi lain, geofisika mempelajari semua isi bumi baik yang terlihat maupun tidak terlihat langsung oleh pengukuran sifat fisis dengan penyesuaian pada umumnya pada permukaan (Sumber: Dobrin dan Savit, 1988). Secara umum, metode geofisika dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

- a. Metode pasif atau medan alami dilakukan dengan mengukur medan alami yang dipancarkan oleh bumi. Medan alami misalnya radiasi gelombang gempa bumi, medan gravitasi bumi, medan magnet bumi, medan listrik dan elektromagnetik bumi serta radiasi radiokativitas bumi.

- b. Metode aktif atau buatan dilakukan dengan membuat medan gangguan buatan kemudian mengukur respon yang diterima bumi. Medan buatan dapat berupa ledakan dinamit, pemberian arus listrik ke dalam tanah, pengiriman sinyal radar dan lain sebagainya.

F. Metode Geomagnet

Medan magnet merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk survey pendahuluan pada eksplorasi minyak bumi, panas bumi, bahan mineral, maupun untuk keperluan pemantauan (monitoring) gunung merapi. Dasar dari metode geomagnet adalah gaya colomb antara dua kutub magnet m_1 dan m_2 (emu) yang berjarak r (cm) dalam bentuk rumus, (Sumber: Telford,dkk.,1979):

$$F = \frac{m_1 m_2}{\mu_0 r^2} r \dots\dots\dots(1)$$

dengan μ_0 adalah permeabilitas dalam medium ruang hampa tidak berdimensi dan berharga satu.

Kuat medan magnet (H) pada suatu titik yang berjarak r dari m_1 didefinisikan sebagai gaya persatuan kuat kutub magnet, dapat dituliskan sebagai (Sumber: Telford, dkk.,1979):

$$H = \frac{F}{m_2} + \frac{m_1}{\mu_0 r^2} r \dots\dots\dots(2)$$

Bila dua buah kutub magnet yang berlawanan mempunyai kutub magnet $+P$ dan $-P$ keduanya terletak dalam jarak l maka momen magnet M dapat ditulis sebagai (Sumber: Telford, dkk.,1979):

$$M = Plr_1 = Mr \dots\dots\dots(3)$$

dengan M adalah vector dalam arah unit vector r_1 dari kutub negatif ke kutub positif.

Benda magnet dapat dipandang sebagai sekumpulan dari sejumlah momen-momen magnetik. Bila benda magnetic tersebut diletakkan dalam medan luar, benda tersebut termagnetisasi karena induksi. Oleh karena itu, intensitas magnet I tingkat kemampuan menyerahnya momen-momen magnetik dalam medan magnet luar, atau didefinisikan sebagai moment magnet persatuan volume (Sumber: Burger, dkk.,2006)

$$I = M/V \dots\dots\dots (4)$$

Tingkat suatu benda magnetic untuk mampu dimagnetisasi ditetapkan oleh suseptibilitas kemagnetan atau yang ditulis sebagai (Sumber: Burger, dkk.,2006):

$$I = kH \dots\dots\dots (5)$$

Besar yang tidak berdimensi ini merupakan parameter dasar yang digunakan dalam metode magnetic. Harga k pada batuan semakin besar bila dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetic.

Bila benda magnetic diletakkan dalam dalam medan magnet luar H kutub-kutub internalnya akan menyearahkan diri dengan H dan terbentuk medan magnet baru yang besarnya adalah (Sumber: Telford, dkk.,1979):

$$H' = 4pkH \dots\dots\dots (6)$$

Medan magnet totalnya disebut dengan induksi magnet B dan dituliskan sebagai (Sumber: Telford, dkk.,1979):

$$B = \mu_r H \dots\dots\dots (7)$$

Dengan $\mu_r = 1 + 4\pi k$ dan disebut permeabilitas relative dari suatu benda magnetik. Satuan B dalam emu adalah gauss, sedangkan dalam geofisika eksplorasi dipakai satuan gamma (g) dengan $1g = 10^{-5} \text{ gauss} = 1 \text{ nT}$.

Pada metode geomagnet variasi medan magnet yang terukur dipermukaan merupakan target survey magnetic (anomali magnet). Besarnya anomali magnet berkisar ratusan samapai dengan ribuan nano-tesla, tetapi ada juga yang lebih besar dari 100.000 nT yang merupakan endapan magnetic. Secara garis besar anomali ini disebabkan oleh magnet remanen dan medan magnet induksi. Medan magnet remanen mempunya peran yang sangat besar pada magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetnya sangat rumit diamati karena berkaitan dengan peristiwa kemagnetan yang dialami sebelumnya. Sisa kemagnetan ini disebut dengan Normal Residual Magnetism 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 magnetic, efek medan magnet remanen diabaikan apabila anomali kurang dari 25% medan magnet utama bumi. Adanya anomali magnet menyebabkan perubahan dalam magnet total bumi dan dapat ditulis sebagai (Sumber: Telford, dkk.,1979):

$$H_T = H_M + H_A \dots\dots\dots (8)$$

dengan:

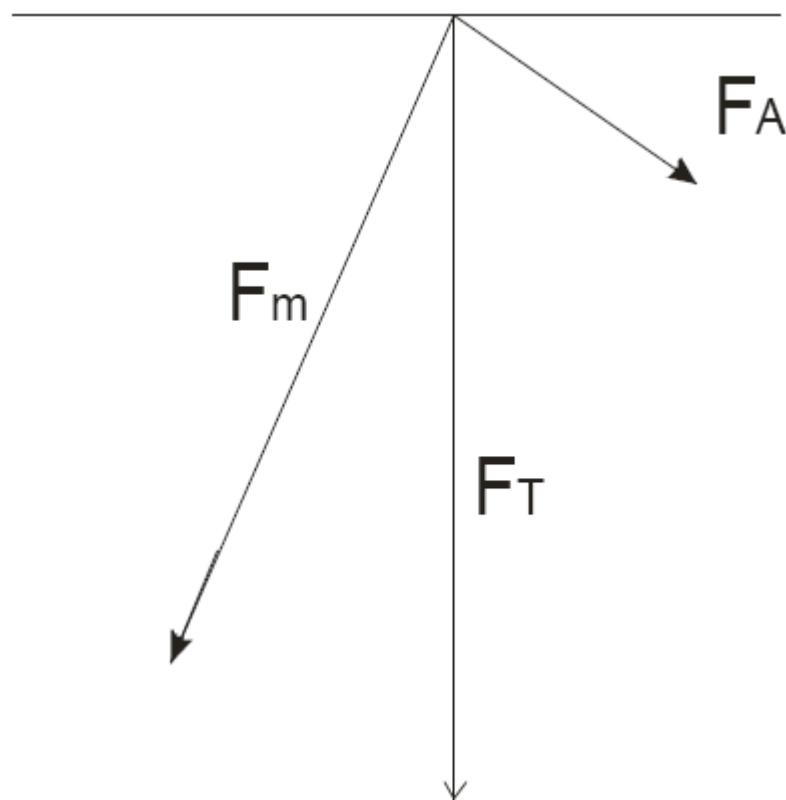
H_T = Medan magnet total bumi

H_M = Medan magnet utama bumi

H_A = Medan anomali magnet

Bila besar $H_A \ll H_T$ dan arah H_A hamper sama dengan arah H_M maka anomali magnet totalnya adalah (Sumber: Telford, dkk.,1979):

$$\Delta T = H_T - H_M \dots \dots \dots (9)$$



Gambar 2.2 Vektor yang menggambarkan medan anomali (F_A), medan utama (F_M) dan medan magnet total (F_T). (Sumber: Robinson dan Coruh, 1998).

Menggunakan metoda ini diperoleh kontur yang menggambarkan distribusi susceptibility batuan di bawah permukaan pada arah horizontal. Dari nilai susceptibility selanjutnya dapat dilokalisir / dipisahkan batuan yang mengandung sifat kemagnetan dan yang tidak. Mengingat survey ini hanya

bagus untuk pemodelan kearah horizontal, maka untuk mengetahui informasi kedalamannya diperlukan metoda-metode yang lain seperti metode seismic dan resistivity. Jadi, survey geomagnet diterapkan untuk daerah yang luas, dengan tujuan untuk mencari daerah prospek.

G. Intensitas Magnet

Suatu benda magnetic yang ditempatkan pada suatu medan magnet dengan kuat medan H, maka akan terjadi polarisasi magnetik pada benda tersebut besarnya diberikan oleh:

$$I = kH \dots\dots\dots (10)$$

I biasa disebut juga Intensitas Magnetisasi atau momen magnetic batuan dan k adalah kerentanan/susepsibilitas magnetic yang merefleksikan sifat kemagnetan suatu benda atau batuan.

H. Sifat Kemagnetan Batuan

Setiap jenis batuan mempunyai sifat dan karakteristik tertentu dalam medan magnet. Adanya perbedaan serta sifat yang khusus dari tiap jenis batuan serta mineral memudahkan kita didalam pencarian bahan-bahan tersebut.

Untuk lebih mempermudah penafsiran umumnya dilakukan klasifikasi batuan atau mineral berdasarkan sifat magnetic yang ditunjukkan oleh kerentanan megnetiknya sebagai berikut:

1. Diamagnetik

Mempunyai kerentanan magnet (k) negative dengan nilai yang sangat kecil artinya bahwa orientasi electron orbital substansi ini selalu

berlawanan arah dengan medan magnet luar. Contoh materialnya: grafit, gypsum, marmer, kwartz, garam, dll.

2. Paramagnetik

Mempunyai harga kerentanan magnet (k) positif dengan nilai yang kecil. Contoh materialnya kapur.

3. Feromagnetik

Mempunyai harga kerentanan magnet (k) positif dengan nilai yang besar yaitu sekitar 10^6 dari diamagnetic/paramagnetic. Sifat kemagnetan substansi ini dipengaruhi oleh temperatur, yaitu pada suhu diatas suhu curie, sifat kemagnetannya hilang, contoh materialnya: pyrit, magnetit, hematit, dll.

I. Susepsibilitas Magnet

Susepsibilitas dinyatakan sebagai tingkat/derajat termagnetisasinya suatu benda karena pengaruh medan magnetic dan hubungan k dengan satuan SI dan emu dinyatakan sebagai:

$$k = 4\pi k' \dots\dots\dots (11)$$

dimana k' adalah susepsibilitas magnetic dalam emu dan k adalah susepsibilitas dalam satuan SI.

Harga susepsibilitas ini sangat penting didalam pencarian benda anomali karena sifatnya yang sangat khas untuk setiap jenis mineral atau mineral logam. Untuk lebih jelas mengenai harga dari kerentanan batuan diperlihatkan pada table 1. meskipun ada sebuah variasi tersebut pada harga $-k$, pada sebuah batuan khusus, dan lebar *range* antara tipe yang berbeda, dimana

batuan sedimen mempunyai rata-rata susepsibilitas yang paling kecil dan batuan beku merupakan yang paling tinggi. Pada beberapa kasus, susepsibilitas tergantung dari jumlah mineral ferrmagnetik yang ada, umumnya magnetit, kadang-kadang ilmenit atau piroti.

Tabel 1. *susceptibilitas* magnetic dari beberapa batuan (Sumber: Telford,1979)

Type	Susceptibility x 10 ⁶ (emu)	
	Range	Average
Sedimentary		
Dolomit	0 -0.9	0.1
Limestones	0 – 3	0.3
Sandstone	0 – 2	0.4
Shales	0.01 15	0.6
Av. 48 sedimentary	0 - 18	0.9
Methamorphic		
Amphibolite		0.7
Schist	0.3 – 3	1.4
Pheyllite		15
Gneiss	0.1 - 25	
Quartzite		4
Serpentine	3 - 7	
Slate	0 -35	6
Av. 61 methamorphic	0 - 70	4.2
Igneous		
Granite	0 – 50	2.5
Rhyolite	0.2 – 35	
Dolorite	1 – 35	17
Auite – syerite	30 -40	
Olivine – diabase		25
Diabase	1 -160	55
Phorphyry	0.3 – 200	60
Gabbro	1 – 90	70
Basalt	0.2 -175	70
Diorite	0.6 – 120	85
Pyroxenite		125
Peridotite	90 – 200	150
Andesite		160
Av. Acidic igneous	0 – 80	8
Av. Basic igneus	0.5 - 97	25

Susepsibilitas /kerentanan jenis mineral ada pada table 2.2. Harga kalkopirit dan pirit adalah tipe dari mineral-mineral sulfide dimana umumnya non magnetic adalah mungkin untuk meletakkan mineral pada suseptibilitas mineral, meskipun harga negatifnya sangat kecil, namun hal ini merupakan hasil dari survey yang teliti. Lihat

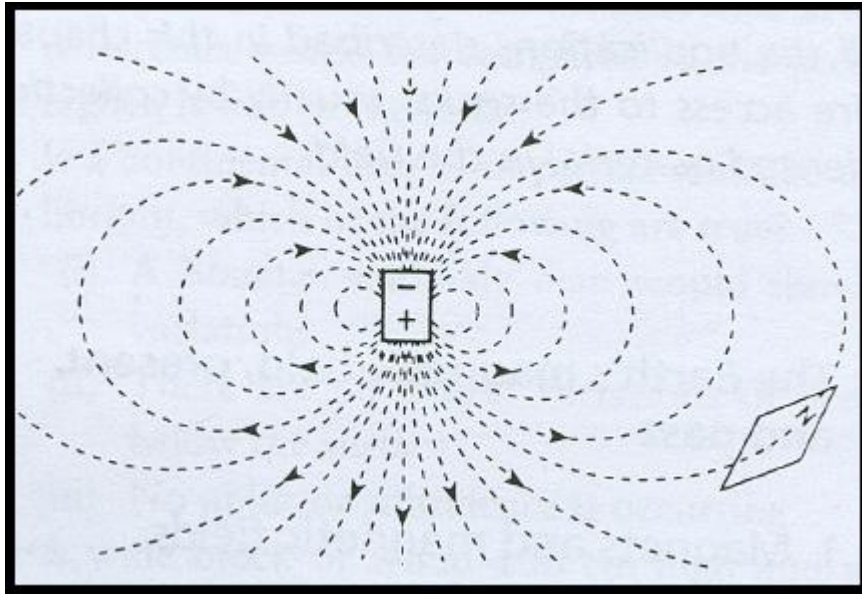
Tabel 2. Daftar *Susceptibilitas* beberapa mineral (Sumber: Telford, 1979)

Type	Susdeptibility x 10 ⁶ (emu)	
	Range	Average
Mineral		
Garphite		0.1
Quartz		-0.01
Rock salt		-0.01
Anhydrite, gypsum		-0.01
Calcite	-0.001 - -0.01	
Coal		0.02
Clay		0.2
Chalcophyrite		0.4
Sphalerite		0.7
Cassiterite		0.9
Siderite	1 – 4	
Pyrite	0.05 – 5	1.5
Limonite		2.5
Arsenopyrite		3
Hematit	0.5 – 35	6.5
Chromite	3 – 110	7
Franklinite		430
Pyrrhotite		1500
Ilmenite	300 – 3500	1800
Magnetite	1200 - 19200	6000

J. Medan Magnet Bumi

Proses magnetisasi batuan pada umumnya bersumber dari medan magnet bumi, namun pada beberapa kasus bersumber dari batuan sekitarnya. Proses magnetisasi batuan akan dijelaskan pada pembahasan selanjutnya.

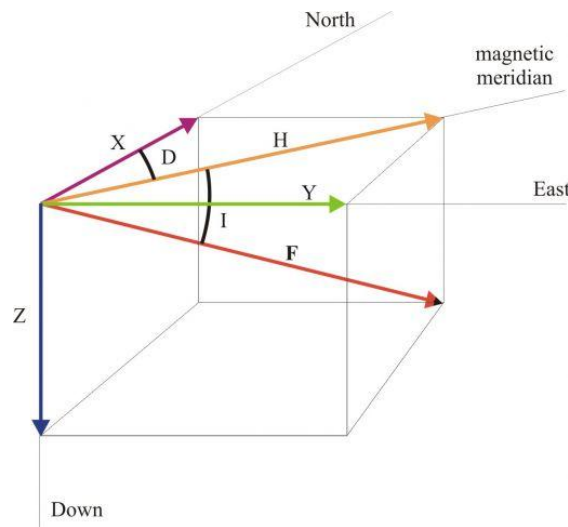
Bumi dapat dinyatakan sebagai magnet batang yang berukuran sangat besar. Dimana terdapat garis gaya magnet yang seolah-olah bergerak dari kutub positif ke kutub negative, seperti Gambar 2.3



Gambar 2.3 Dipol Magnet Batang

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 :

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



Gambar: 2.4 Tiga Elemen medan magnet bumi

Keterangan: D = Deklinasi

I = Inklinasi

H = Intensitas Horizontal

F = Medan Magnetik Total

Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut *International Geomagnetics Reference Field (IGRF)* yang diperbaharui setiap 5 tahun sekali. Nilai-nilai IGRF tersebut diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km^2 yang dilakukan dalam waktu satu tahun. Medan magnet bumi terdiri dari 3 bagian :

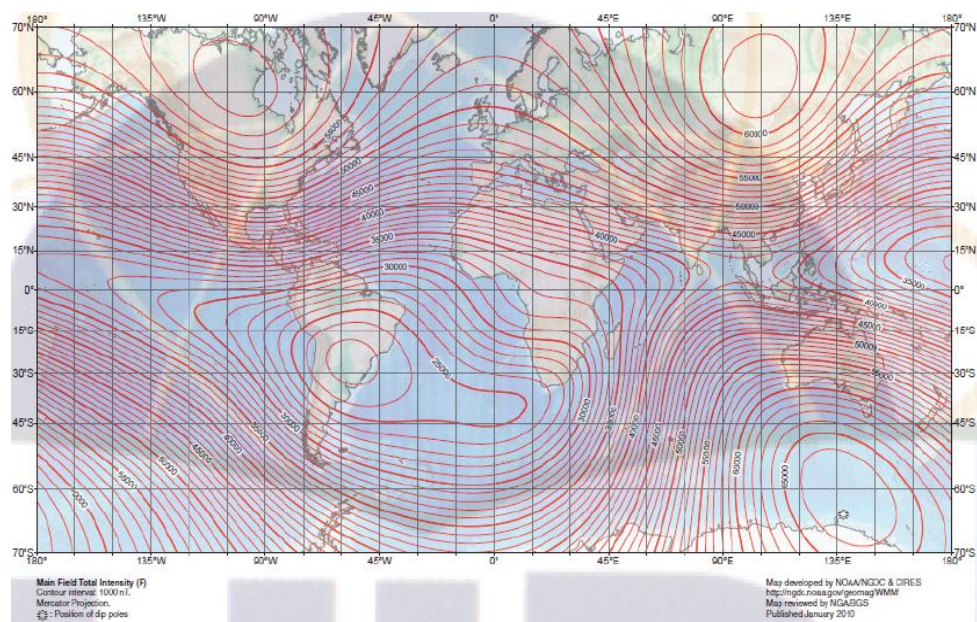
1) Medan magnet utama (*main field*)

Medan magnet utama dapat didefinisikan sebagai medan rata-rata hasil pengukuran dalam jangka waktu yang cukup lama mencakup daerah dengan luas lebih dari 10^6 km^2 .

Medan magnet utama bersumber dari dalam bumi dan medan magnet ini berubah terhadap waktu. Harga medan magnetik utama bumi ditentukan berdasarkan kesepakatan internasional dibawah pengawasan *International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA)*. Diskripsi matematis seperti ini dikenal sebagai medan magnetic utama bumi atau IGRF (*international Geomagnetik Refernce Field*). Koefisien-koefisien IGRF di perbarui setiap 5 tahun sekali, harga medan magnetik utama bumi di Wilayah Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2. 5

US/UK World Magnetik Model – Epoch 2010.0

Main Field Total Intensity (F)



Gambar 2.5 Peta kontur intensitas total medan magnet bumi

2) Medan magnet luar (*external field*)

Pengaruh medan magnet luar bersumber dari pengaruh luar bumi yang merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet dari matahari. Sumbangan medan luar ini terhadap medan

magnet bumi hanya sebesar kira-kira 1% dari medan total. Perubahan medan luar ini terhadap waktu jauh lebih cepat dari medan permanen.

3) Medan magnet anomali

Medan magnet anomali sering juga disebut medan magnet lokal (*crustal field*). Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung material magnetic didalamnya. Batuan-batuan tersebut mempunyai susepsibilitas magnetic yang menunjukkan kemampuan benda untuk dapat temagnetisasi. Batuan bermagnet seperti magnetite (Fe_3O_4), titanomagnetite dan lain-lain yang berada di kerak bumi.

K. IGRF (The International Geomagnetic Reference Field)

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

Nilai IGRF yang diperoleh dikoreksikan terhadap data kuat medan magnetik total dari hasil pengukuran di setiap stasiun atau titik lokasi pengukuran. Meskipun nilai IGRF tidak menjadi target survei, namun nilai ini bersama-sama dengan nilai sudut inklinasi dan sudut deklinasi sangat diperlukan pada saat memasukkan pemodelan dan interpretasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan di daerah Blok –X iup PT. Arosuka Mandiri , maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada daerah penelitian yang seluas 50 ha hanya 1 daerah anomali yang prospek positif mengandung bijih besi yaitu pada lintasa IV dengan nilai maksimal anomalnya adalah 690 nT dengan luasan daerah 310 m².
2. Dari hasil analisa menggunakan data anomali total yang di korelasikan dengan peta geologi daerah penelitian kita dapatkan harga susceptibilitas daerah penelitian sebagai berikut : umumnya pada daerah penelitian batu pasir, lempung, kuarsit, kerikil dan pirit.
3. Pada daerah penelitian yang memiliki anomali tinggi kita dapatkan nilai susceptibilitas batuan sebagai berikut: 0.0097 emu yang merupakan batuan beku, dan pada bagian tengah batuan yang berwarna merah dengan nilai 0.0647 emu kuarsit dan 0.0443 emu merupakan batuan granit.

B. SARAN

1. Untuk mengetahui jumlah cadangan dan sumberdaya bijih besi di daerah penelitian perlu dilakukan lagi penelitian lanjutan dengan metode lain.
2. luas daerah penelitian hendaknya ditambah kearah timur laut dan selatan dari IUP PT. Arosuka Mandiri agar lebih bisa mengetahui arah sebaran bijih besi di lokasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral Propinsi Sumatera Barat. 2012. *Data Statistik Pertambangan dan Energi Propinsi Sumatera Barat*. Padang: Dinas ESDM Propinsi Sumatera Barat.
- Idrus, Arifudim. 2007. *Endapan Mineral Bijih: Klasifikasi, Genesa, Model Endapan Serta Asosiasi Mineral Dan Komposisi Kimianya*:UPN (diakses pada tanggal 9 Juni 2014)
- Ismail. 2010. *Metode Geomagnetik*: Universitas Sebelas Maret, Semarang (diakses pada tanggal 20 Oktober 2014)
- Noor, djauhari.2009. *Pengantar Geologi*. CV. Graha Ilmu: Bogor
- Prodjosoemarto, Partanto. 2001. *Kamus Perytambangan Dan Istilah Terkait*: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batu Bara. Bandung.
- PT. Arosuka Mandiri. 2013. *Dokumen Studi Kelayakan Pertambangan Besi*. Solok. (tidak diterbitkan)
- Sumpurno, Joko. 2007. *Aplikasi Metode Magnetik Untuk Eksplorasi Bijih Besi*: Universitas Tanjung Pura. (diakses pada tanggal 12 Oktober 2014)
- Syirojudin, Muhammad. 2010. *Penentuan Karakteristik Sesar Cimandiri Segmen Pelabuhan Ratu Citarik Dengan Metode Magnet Bumi*: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta (diakses pada tanggal 12 November 2014)
- www.mines.edu/fs_home/tboyd/GP311/MODULES/MAG/NOTES/monopole. (diakses Pada tanggal 19 Juli 2014 11: 32 AM)