

**PENENTUAN JENIS MINERAL MAGNETIK GUANO DARI GUA
SOLEK DAN GUA RANTAI KECAMATAN LAREH SAGO HALABAN
KABUPATEN LIMA PULUH KOTA MENGGUNAKAN METODE
*ISOTHERMAL REMANENT MAGNETIZATION (IRM)***

SKRIPSI

untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana sains



OLEH

**WILDA FEBI RAHMADHANI
NIM.01983**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2012**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Penentuan Jenis Mineral Magnetik Guano dari Gua
Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago
Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota Menggunakan
Metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) .

Nama : Wilda Febi Rahmadhani

NIM : 01983

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 16 Juli 2012

Disetujui oleh

Pembimbing I



Dr. Hamdi, M.Si.

NIP.19651217 199203 1 003

Pembimbing II



Fatni Mufit, S.Pd., M.Si.

NIP. 19731023 200012 2 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Wilda Febi Rahmadhani
NIM : 01983
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

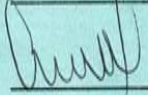
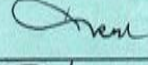
dengan judul

Penentuan Jenis Mineral Magnetik Guano dari Gua Solek dan Gua Rantai
Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota
Menggunakan Metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 16 Juli 2012

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
Ketua : Dr. Hamdi, M.Si.	
Sekretaris : Fatni Mufit, S.Pd., M.Si.	
Anggota : Drs. H. Asrul, M.A.	
Anggota : Drs. Mahrizal, M.Si.	
Anggota : Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si.	

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan tata cara penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Agustus 2012
Yang menyatakan,

Wilda Febi

ABSTRAK

WILDA FEBI : Penentuan Jenis Mineral Magnetik Guano dari Gua Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota Menggunakan Metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM)

Kajian tentang suseptibilitas magnetik guano dari Gua Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini melanjutkan kajian magnetik guano yang akan dijadikan sebagai *proxy paleoclimate*. Untuk menjadikan guano sebagai *proxy paleoclimate* perlu ditentukan sifat-sifat magnetik guano yaitu konsentrasi mineral magnetik, ukuran bulir magnetik, jenis mineral magnetik, domain magnetik, dan didukung dengan pengukuran-pengukuran non magnetik. Penentuan konsentrasi mineral magnetik yaitu melalui nilai suseptibilitas magnetik telah dilakukan, akan tetapi penentuan jenis mineral magnetik belum pernah dilakukan. Pada penelitian ini akan ditentukan jenis mineral magnetik guano dari Gua Solek dan Gua Rantai.

Jenis mineral magnetik guano ditentukan dengan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) melalui analisa dengan kurva saturasi IRM dan *S-Ratio*. Penentuan jenis mineral magnetik menggunakan kurva saturasi IRM dilakukan terhadap 7 sampel untuk Gua Solek, dan 8 sampel untuk Gua Rantai yang dipilih berdasarkan nilai suseptibilitas yang tergolong tinggi, rendah, dan sedang. Sedangkan untuk *S-Ratio* digunakan 49 sampel dari guano Gua Solek. Sampel yang sudah dipreparasi kemudian dimagnetisasi dengan *Electromagnetic Weiss*. Magnetisasi merupakan pemberian medan yang berasal dari arus *Power Supply* DC yang dialirkan ke kumparan *Electromagnetic Weiss*. Setelah itu sampel diukur intensitasnya menggunakan *Minispin Magnetometer*. Untuk kurva saturasi IRM nilai medan (mT) diplot terhadap intensitas (mA/m) menggunakan *Microsoft Excel*, sedangkan nilai *S-Ratio* diperoleh dari perbandingan $IRM_{0.3T}$ dengan IRM_{-1T} .

Berdasarkan hasil plot antara nilai medan dengan intensitas magnetik diperoleh kurva saturasi IRM. Dari kurva saturasi IRM terlihat bahwa nilai kuat medan saat guano Gua Solek dan Gua Rantai tersaturasi adalah pada medan ≤ 300 mT, yang mengindikasikan bahwa mineral pembawa sifat magnetik utama dari 15 sampel guano Gua Solek dan Gua Rantai didominasi oleh jenis mineral *magnetite*. Sedangkan dari nilai *S-Ratio* guano Gua Solek diperoleh nilai mendekati 1, hal ini berarti bahwa jenis mineral magnetik yang dominan pada keseluruhan sampel adalah jenis mineral *magnetite*. Kesimpulan penelitian ini adalah jenis mineral magnetik guano Gua Solek dan Gua Rantai adalah *magnetite*.

KATA PENGANTAR

Puji sukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas karunia yang dilimpahkan sebagai peneguh hati dan sumber dari segala solusi dan atas rahmat yang dicurahkan sebagai penguat hati sampai akhirnya penulis dapat menuntaskan skripsi yang berjudul “ Penentuan Jenis Mineral Magnetik Guano dari Gua Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota Menggunakan Metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM)”. Shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, penerang dikegelapan dan pelopor kemajuan seluruh umat di muka bumi ini.

Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing tahun 2011 atas nama Dr. Hamdi, M.Si., Dr. Ahmad Fauzi, M.Si., Harman Amir, S.Si., M.Si. dengan judul “Kajian Perubahan Iklim Menggunakan Sifat Magnetik Guano Sumatera Barat”. Skripsi ini juga merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam penyelesaian skripsi ini penulis telah banyak diberi motivasi, arahan, bimbingan, serta nasehat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini dengan kerendahan hati dan ketulusan penulis mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Hamdi, M.Si. sebagai pembimbing I atas motivasi, bimbingan, arahan, pengalaman, pengajaran, kesabaran serta ilmu yang sangat berharga yang diberikan kepada penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini.

2. Ibu Fatni Mufit S.Pd., M.Si. sebagai pembimbing II yang dengan segenap kesabaran memberikan bimbingan, motivasi, arahan serta ilmu kepada penulis.
3. Bapak Drs. H. Asrul, M.A., Bapak Drs. Mahrizal, M.Si., dan Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si., yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Mila Novrilita S.Si. dan Tiwi Olintika S.Si. yang telah mengambil guano dari gua Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota.
5. Bapak Drs. Masril, M.Si. sebagai penasehat akademik, Bapak Drs. Akmam, M.Si. sebagai ketua Jurusan Fisika UNP, Ibu Hidayati, M.Si. sebagai ketua Program Studi Fisika FMIPA UNP.
6. Bapak/Ibu Dosen staf pengajar di Jurusan Fisika FMIPA UNP
7. Bapak Prof. Satria Bijaksana, Ph.D. yang telah meluangkan waktu untuk memberi pengarahan serta ilmu kepada penulis ketika melakukan pengukuran di Laboratorium Kemagnetan Batuan Fisika Sistem Kompleks Institut Teknologi Bandung (ITB).
8. Ketua Departemen Fisika FMIPA ITB yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di Laboratorium Kemagnetan Batuan Fisika Sistem Kompleks Institut Teknologi Bandung (ITB).
9. Bapak Gerald Tamuntuan, Bapak Waria, Ibu Eleonora Agustin, Ibu Erni Rahman, S.Si., M.Si. yang dengan penuh kesabaran membantu penulis dalam pengukuran di Laboratorium Kemagnetan Batuan Fisika Sistem Kompleks

Institut Teknologi Bandung (ITB), juga atas ilmu yang sangat bermanfaat yang diajarkan kepada penulis.

10. Kepala Labor Geofisika Universitas Sriwijaya (UNSRI) Ibu Erni Rahman, S.Si., M.Si. atas ijin yang diberikan untuk melakukan pengukuran.
11. Valend sagala, S.Si. dan Vika, S.Si. atas bantuan dan pelajaran yang sangat berharga selama pengukuran di UNSRI.
12. Kedua orang tua dan saudara atas motivasi, pengertian, pengorbanan, kepercayaan, serta doa tulus yang mengalir untuk penulis, sehingga penulis sampai pada tahap penyelesaian tugas akhir ini.
13. Rekan-rekan satu tim, atas kerjasama, bantuan, dan motivasinya dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Teman-teman Program Studi Fisika UNP khususnya Fisika Non Kependidikan angkatan 2008, yang telah memberi dukungan dan motivasi.

Dipenghujung kata penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap pihak, dan penulis mengharapkan kritik dan saran demi kelengkapan skripsi ini. Semoga semua kritik, dan saran menjadi catatan positif untuk menjadikan skripsi ini lebih baik.

Padang, Juli 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Pertanyaan Penelitian	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	5
 BAB II KERANGKA TEORITIS	
A. Kajian Teoritis	6
1. Kemagnetan Bahan	6
2. Mineral Magnetik.....	9
3. Metoda Kemagnetan Batuan.....	11
4. Kelelawar	12
5. Guano	12
6. <i>Isothermal Remanent Magnetization (IRM)</i>	13

7. <i>S-Ratio</i>	15
B. Penelitian yang Relevan	16
C. Kerangka Berfikir	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	19
B. Waktu dan Tempat Penelitian	19
C. Instrumen Penelitian	21
D. Prosedur Penelitian	22
E. Teknik Pengumpulan Data	25
F. Teknik Pengolahan Data	27
G. Teknik Analisa Data	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	29
B. Pembahasan	32

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	38
B. Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik Diamagnetik	6
2. Grafik Paramagnetik	7
3. Diagram <i>Ternary</i>	10
4. Kurva Saturasi IRM	14
5. Kurva <i>S-Ratio</i>	16
6. Kerangka Berfikir	18
7. Lokasi Pengambilan Sampel	20
8. <i>Electromagnetic Weiss</i>	21
9. <i>Minispin Magnetometer</i>	22
10. Posisi Sampel di dalam <i>Minispin Magnetometer</i>	27
11. Kurva Saturasi IRM Gua Rantai	30
12. Kurva Saturasi IRM Gua Solek	31
13. Kurva <i>S-Ratio</i> Gua Solek	32
14. Hubungan Intensitas dengan Suseptibilitas Gua Rantai	34
15. Hubungan Intensitas dengan Suseptibilitas Gua Solek	34
16. Hubungan Intensitas dengan kedalaman Gua Rantai	35
17. Hubungan Intensitas dengan kedalaman Gua Solek	36
18. Hubungan Intensitas Hasil <i>S-Ratio</i> dengan Kedalaman Gua Solek	37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Grafik Suseptibilitas Gua Solek dan Gua Rantai.....	41
LAMPIRAN 2. Data Suseptibilitas Gua Solek dan Gua Rantai	43
LAMPIRAN 3. Hasil Pengukuran IRM Gua Solek dan Gua Rantai	45
LAMPIRAN 4. Kurva Saturasi IRM Gua Solek dan Gua Rantai	55
LAMPIRAN 5. Hasil Pengukuran <i>S-Ratio</i> Gua Solek	63
LAMPIRAN 6. Dokumentasi Penelitian	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perubahan yang terjadi di lingkungan seperti perubahan iklim merupakan masalah yang sedang marak dibicarakan, karena perubahan iklim dapat berkaitan dengan bencana alam. Perubahan iklim dari masa lampau (*paleoclimate*) dapat tercatat di alam seperti pada pohon jati, bakau, danau, laut, sungai, dan gua. Pada pohon jati dan bakau, perubahan lingkungan dapat dilihat dari lingkaran tahunan pohon, sedangkan pada danau, laut, dan sungai perubahan lingkungan dapat dilihat dari lapisan-lapisan sedimen. Pada gua perubahan lingkungan dapat dilihat dari stalagtit, stalagmit dan guano.

Guano merupakan sisa proses pencernaan (kotoran) kelelawar atau burung yang mengandung mineral karbon, fosfat, dan kaya nitrogen serta mengandung urea dari sisa pencernaannya. Deposit guano menumpuk dan mengendap di lantai gua. Guano dapat merekam perubahan lingkungan yang lebih panjang dibandingkan cincin pohon, disamping itu kandungan mineral magnetik guano memiliki resolusi yang lebih tinggi (Wurster, 2007). Saat ini kajian tentang endapan guano telah banyak dilakukan.

Kajian tentang endapan guano pernah dilakukan oleh Wurster (2008) yang mengkaji isotop karbon dan isotop hidrogen pada gua yang berada di Selatan Amerika Serikat yang bertujuan untuk melihat perubahan lingkungan. Selain itu penelitian untuk menjadikan guano sebagai *proxy paleoclimate* sedang

dilakukan oleh Rifai (2010), dimana untuk menjadikan guano sebagai *proxy paleoclimate* diperlukan beberapa parameter atau dikatakan multi parameter dan tidak bisa diperoleh hanya dari satu parameter saja. Parameter-parameter tersebut yaitu konsentrasi mineral magnetik yang ditentukan menggunakan metode suseptibilitas magnetik, ukuran bulir magnetik ditentukan menggunakan metode *Anhyseritic Remanent Magnetization* (ARM), jenis mineral magnetik ditentukan menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM), dan metode *dating* untuk menentukan umur guano.

Penelitian terhadap endapan guano juga telah dilakukan oleh Novrilita (2009) dan Olintika (2009) yang mengkaji mineral magnetik guano berdasarkan suseptibilitas magnetik dari guano Gua Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, yang akan dijadikan sebagai *proxy paleoclimate*. Dari penelitian tersebut diperoleh nilai suseptibilitas magnetik guano yang bervariasi antara $11.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $799.63 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ dengan rata-rata $430.09 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ di Gua Solek dan $14.2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $687,4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ dengan rata-rata $426.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ di Gua Rantai (Olintika, 2009).

Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetiknya diketahui bahwa guano Gua Solek dan Gua Rantai mengandung mineral magnetik. Untuk itu, pada penelitian ini peneliti akan melanjutkan kajian guano Gua Solek dan Gua Rantai yang akan dijadikan sebagai *proxy paleoclimate* berdasarkan sifat magnetiknya. Sifat magnetik yang akan ditentukan pada penelitian ini yaitu jenis mineral magnetik. Penentuan jenis mineral magnetik guano dapat dilakukan menggunakan

metode kemagnetan batuan yaitu metode *Isothermal Remanent Magnetization* dengan analisa menggunakan kurva saturasi IRM, dan *S-Ratio*.

IRM adalah pemberian medan magnetik pada sampel yang dihasilkan oleh arus listrik dalam waktu yang singkat pada temperatur kamar. Tujuan pemberian IRM ini adalah untuk mendapatkan nilai medan saturasi dari sampel, sehingga dapat diketahui jenis mineral magnetik yang terkandung pada sampel tersebut. Untuk membedakan jenis mineral *magnetite* (Fe_3O_4) atau *hematite* (Fe_2O_3) dapat diketahui dari nilai medan saturasi sampel dan nilai *S-Ratio* sampel tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu “apakah jenis mineral magnetik guano dari Gua Solek dan Gua Rantai Sumatera Barat yang didapatkan melalui nilai medan saturasi IRM dan *S-Ratio*.”

C. Batasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi oleh dua batasan masalah.

1. Sampel guano Gua Solek dan Gua Rantai yang akan ditentukan jenis mineral magnetiknya menggunakan kurva saturasi IRM dipilih berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik yang tergolong tinggi, rendah, dan sedang (Lampiran 1), sehingga diperoleh 15 sampel yang akan ditentukan jenis mineral magnetiknya menggunakan kurva saturasi IRM.

2. Pengukuran *S-Ratio* hanya dilakukan untuk guano Gua Solek yaitu sebanyak 49 sampel, sedangkan untuk guano Gua Rantai pengukuran *S-Ratio* tidak dapat dilakukan. Hal ini disebabkan karena kendala teknis yang terjadi ketika pengukuran di lapangan.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan dua pertanyaan penelitian.

1. Berapa nilai medan saturasi IRM dari guano Gua Solek dan Gua Rantai di Sumatera Barat?
2. Berapa nilai *S-Ratio* dari guano Gua Solek dan Gua Rantai di Sumatera Barat?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis mineral magnetik guano Gua Solek dan Gua Rantai. Secara khusus penelitian ini memiliki dua tujuan.

1. Mengetahui nilai medan saturasi IRM guano Gua Solek dan Gua Rantai Sumatera Barat.
2. Mengetahui nilai *S-Ratio* guano Gua Solek dan Gua Rantai Sumatera Barat.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi, yaitu:

1. bagi peneliti merupakan pengembangan penelitian yang berhubungan dengan kajian *paleoclimate*,
2. pada bidang Geofisika merupakan aplikasi ilmu Geofisika, sehingga menambah pengetahuan tentang salah satu metode kemagnetan batuan yaitu metode IRM,
3. bagi penulis merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 (satu) Program Studi Fisika di FMIPA, Universitas Negeri Padang.

BAB II

KERANGKA TEORITIS

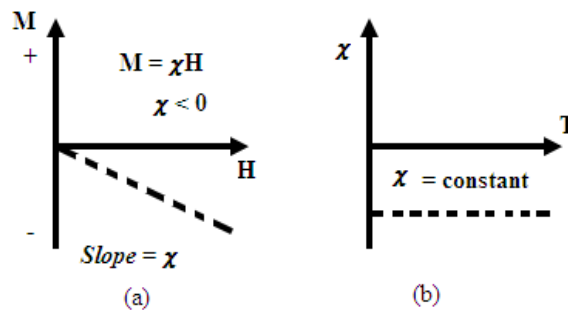
A. Kajian Teoritis

1. Kemagnetan Bahan

Semua bahan mempunyai sifat kemagnetan, hanya saja kemagnetan suatu bahan berbeda antara yang satu dengan yang lainnya (Hunt, 1991). Cara untuk membedakan tipe mineral penyusun suatu bahan adalah dengan melihat respon bahan tersebut terhadap medan magnetik. Berdasarkan sifat magnetiknya, suatu bahan dapat dikelompokkan kedalam tiga kelompok yaitu:

a. Diamagnetik

Diamagnetik adalah sifat dasar semua bahan, walaupun biasanya sifat ini sangat lemah (Hunt, 1991). Diamagnetik memiliki nilai suseptibilitas magnetik (χ) negatif dan kecil, serta tidak bergantung pada temperatur, seperti terlihat pada Gambar 1:

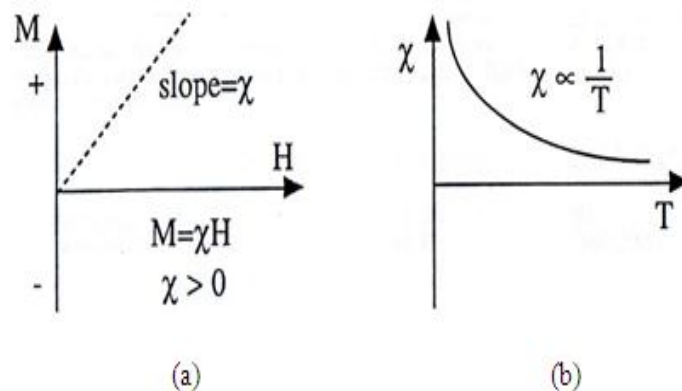


Gambar 1. (a) Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan dan ($\chi < 0$).
(b) Suseptibilitas (χ) tidak tergantung pada temperatur (T) untuk bahan diamagnetik. (Hunt, 1991)

Respon diamagnetik terhadap medan magnet yang dilewatkan padanya akan menghasilkan induksi magnetik yang kecil dan berlawanan arah dengan medan magnet yang digunakan (Butler, 1998). Magnetisasi bahan diamagnetik ini akan berkurang menuju nol jika medan magnet (H) dihilangkan. Contoh logam-logam yang mempunyai sifat diamagnetik antara lain bismuth, emas (Au), perak (Ag), tembaga (Pb), timah (Pt), seng dan kuarsa.

b. Paramagnetik

Bahan yang bersifat paramagnetik memiliki arah magnetisasi yang sejajar dengan medan magnet yang menginduksinya. Sebagaimana bahan diamagnetik, magnetisasi bahan paramagnetik juga akan berkurang menuju nol saat medan magnetnya dihilangkan (Hunt, 1991). Nilai suseptibilitas magnetik (χ) bahan ini kecil, bernilai positif dan bergantung pada temperatur (Gambar 2):



Gambar 2. (a) Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan dan ($\chi > 0$).
(b) Suseptibilitas (χ) tergantung pada temperatur (T) untuk bahan paramagnetik. (Hunt, 1991)

Pada temperatur *curie* terjadi perubahan dari paramagnetik menjadi ferromagnetik, dimana mineral magnetik pada bahan tersebut memiliki arah magnetisasi remanen. Contoh dari bahan paramagnetik adalah tembaga dan mangan.

c. Ferromagnetik

Ferromagnetik mempunyai suseptibilitas magnetik (χ) positif dan sangat besar yaitu $(1000-10000) \times 10^{-5} \text{m}^3$ dibandingkan dengan bahan diamagnetik dan paramagnetik (Hunt, 1991). Sifat kemagnetan bahan ini dipengaruhi oleh kondisi temperatur. Ferromagnetik ini merupakan sifat magnet yang sangat kuat dan mampu menghasilkan magnetisasi dan mempunyai momen dipole magnet permanen pada saat medan luar tidak ada. Pada bahan ferromagnetik ada saat dimana magnetisasinya maksimum yang dikenal dengan magnetisasi saturasi. Di laboratorium magnetisasi saturasi (M_s) diukur dengan memberikan medan magnetik 1-2 Tesla. Medan 1-2 Tesla biasanya cukup untuk saturasi mineral magnetik. Keberadaan mineral ferromagnetik pada endapan gua dapat merekam arah medan magnetik bumi sepanjang proses pembentukannya (Zulaikah, 2005).

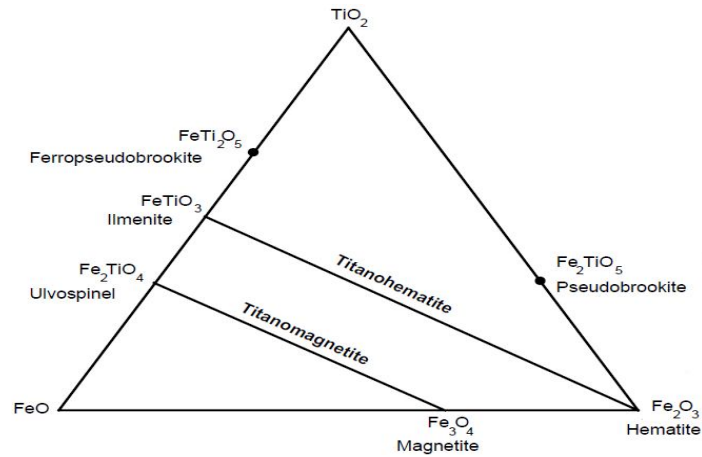
Jenis kemagnetan lain yang erat hubungannya dengan ferromagnetik adalah antiferromagnetik dan ferrimagnetik. Dalam bahan antiferromagnetik, saat medan luar bekerja, gaya antar atom-atom yang berdekatan menyebabkan momen dipol magnetik berbaris dalam pasangan antiparalel. Momen dipol magnetiknya adalah nol dan pada bahan ini tidak terdapat histeresis tetapi memiliki suseptibilitas yang kecil dan positif (Hunt, 1991). Sama halnya

dengan ferromagnetik, bahan ferimagnetik mampu menghasilkan magnetik spontan dan memiliki histeresis karena terdapat remanen magnetik. Ferrimagnetik tersusun dari atom-atom dengan momen dipol magnetik yang tidak sama (Hunt, 1991).

2. Mineral Magnetik

Mineral adalah salah satu bahan padatan organik yang terbentuk dari reaksi-reaksi kimia dan terbentuk secara alamiah. Mineral yang ada di alam ini pada umumnya bersifat diamagnetik dan paramagnetik. Namun ada sejumlah mineral yang bersifat ferromagnetik. Mineral yang mengandung mineral ferromagnetik kemagnetannya kuat, sedangkan mineral yang mengandung mineral paramagnetik kemagnetannya sedang. Mineral magnetik merupakan istilah yang digunakan bagi mineral yang tergolong ferromagnetik. Mineral yang bersifat ferromagnetik umumnya tergolong kedalam keluarga Oksida Titanium-Besi, hidroksida besi, dan sulfida besi. Yang termasuk keluarga sulfida besi antara lain *pyrite* (FeS_2) dan *pyrrhotite* (Fe_7S_8), yang termasuk keluarga hidroksida besi antara lain adalah *goethite*, dan keluarga Oksida Titanium-Besi adalah *magnetite* (Fe_3O_4), *hematite* ($\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$), dan *maghemite* ($\gamma - \text{Fe}_2\text{O}_3$).

Keluarga Oksida Titanium-Besi (FeTi) merupakan mineral magnetik bumi yang penting karena dianggap sebagai mineral-mineral magnetik yang paling dominan. Komposisi Oksida Titanium-Besi (FeTi) dapat digambarkan dalam diagram *ternary* TiO_2 -Feo- Fe_2O_3 (Butler, 1998).



Gambar 3. Diagram ternary O_2 -Feo- Fe_2O_3 (Butler, 1998)

Posisi dari kiri ke kanan menandakan meningkatnya rasio Fe^{3+} terhadap Fe^{2+} , sementara dari bawah ke atas menandakan peningkatan Ti^{4+} terhadap besi. Pada puncak segitiga (TiO_2) hanya ditemukan Ti^{4+} saja, pada ujung sebelah kiri (FeO) hanya ditemukan Fe^{2+} , sementara pada ujung sebelah kanan (Fe_2O_3) hanya ditemukan Fe^{3+} . Mineral-mineral magnetik pada keluarga oksida titanium besi mempunyai kecenderungan mengikuti deret-deret tertentu dalam bentuk deret *titanomagnetite* dan deret *titanohematite* (Butler, 1998).

a. *Magnetite* (Fe_3O_4)

Magnetite (Fe_3O_4) merupakan mineral magnetik yang bersifat *ferromagnetic* dengan temperatur *curie* 580^0C . *Magnetite* mempunyai sifat kemagnetan yang sangat kuat dengan magnetisasi saturasi pada medan ≤ 300 *mT*. *Magnetite* merupakan mineral hitam mengkilat dengan permukaan kebiru-biruan yang tidak tembus cahaya dan menunjukkan kilauan logam, dan merupakan deret *titanomagnetite* ($Fe_3-Ti_xO_4$).

Magnetite mempunyai sifat kemagnetan yang sangat kuat dan memiliki kandungan mineral Fe paling tinggi (Butler, 1998). *Magnetite* merupakan salah satu mineral magnetik yang sangat penting di bumi, terdapat pada batuan beku, sedimen dan metamorf. *Magnetite* juga merupakan mineral magnetik yang terkuat karena merekam NRM yang stabil (Butler, 1998).

b. *Hematite* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$)

Nama kimianya adalah oksida besi (Fe_2O_3), batuanannya bulat dan kristal. Massanya berisi butiran-butiran dengan batuan mineralnya berwarna merah kecoklatan. *Hematite* memiliki temperature curie 680°C , dengan medan saturasi ≥ 300 mT. Mineral *hematite* mempunyai lapisan merah gelap yang membuatnya mudah dibedakan dengan *magnetite*. *Hematite* meleleh bila dipanaskan dalam larutan asam hidrolik dan berubah menjadi *magnetite*. *Hematite* kebanyakan terdapat di alam terutama pada tanah dan sedimen yang berhubungan dengan lingkungan.

3. Metode Kemagnetan Batuan

Mineral magnetik dan hal-hal yang berkaitan dengan sifat magnetik yaitu konsentrasi, ukuran bulir dan jenis mineral magnetik dapat diidentifikasi dengan serangkaian metode yang dikenal sebagai metode kemagnetan batuan (*rock magnetic methods*). Metode ini berbasis pada pengukuran sifat-sifat magnetik dari sampel (Bijaksana, 2002).

Sifat-sifat magnetik dapat ditentukan dengan metode yang berbeda-beda, dimana untuk menentukan konsentrasi mineral magnetik digunakan

metode Suseptibilitas Magnetik, untuk menentukan ukuran bulir magnetik digunakan metode *Anhyserestic Remanent Magnetitation* (ARM), sedangkan untuk menentukan jenis mineral magnetik digunakan metode IRM.

4. Kelelawar

Makanan utama kelelawar adalah serangga, seperti belalang atau kupu-kupu. Serangga yang berterbangan di alam bebas rentan terkena debu. Secara tidak langsung kelelawar juga mengkonsumsi debu yang ada pada tubuh serangga yang dimakannya. Berdasarkan analisis kimia terhadap partikel debu menunjukkan bahwa debu mengandung 57.8-62.4% SiO_2 , 18.10-19.01% Al_2O_3 , dan 3.44-4.60% Fe_2O_3 , sedangkan unsur lain relatif kecil, (Marmer, 2003). Berdasarkan persentase kandungan Fe_2O_3 pada debu diketahui bahwa debu mengandung mineral magnetik.

5. Guano

Guano berasal dari bahasa Spanyol yaitu *Quechua* yang berarti kotoran (feses dan urin) dari burung laut, kelelawar dan anjing laut. Guano mengandung mineral Karbon (C), fosfat (PO_4) dan kaya Nitrogen (N_2) serta mengandung Urea dari sisa pencernaannya yang bukan merupakan mineral magnetik. Guano merupakan sedimen klastik gua, yaitu sedimen yang terbawa dari luar kedalam gua (Bird, 2007).

Keberadaan mineral magnetik pada guano bisa berasal dari makanan kelelawar, yaitu serangga. Serangga-serangga yang dimakan kelelawar tidak

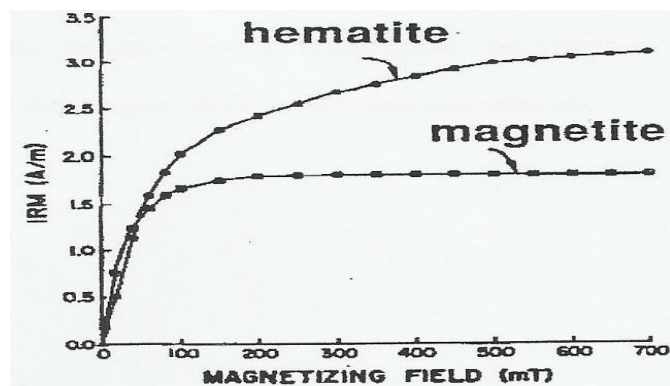
dapat dicerna seluruhnya, sehingga guano mengandung komponen serangga yang belum tercerna, diantaranya adalah *Chitin*. *Chitin* digunakan sebagai absorben untuk menyerap ion logam, dimana logam memiliki sifat yang mudah terakumulasi di sedimen. Oleh sebab itu, konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Zat *Chitin* tersebut menumpuk pada guano dan menyerap ion logam yang ada pada sedimen gua (Hirano, 1976).

Selain itu keberadaan mineral magnetik pada guano juga berasal dari debu. Debu tersebut dibawa dari lingkungan luar kedalam gua. Apabila terjadi suatu peristiwa di lingkungan gua seperti aktivitas vulkanik yang menghasilkan debu, maka debu vulkanik tersebut akan terdistribusi ke lingkungan sekitarnya melalui media angin atau hanyut bersama air, sehingga masuk dan tersedimentasi dalam gua, dan akan berpengaruh pada kandungan mineral magnetik guano yang telah menumpuk di dalam gua tersebut.

6. Isothermal Remanent Magnetization (IRM)

Ishotermal Remanent Mgnetization (IRM) merupakan magnetisasi remanen yang dihasilkan dalam waktu yang singkat melalui medan magnetik yang kuat pada temperatur konstan. Di laboratorium IRM diberikan dengan cara menempatkan sampel dalam suatu medan magnetik yang dihasilkan oleh *Electromagnetic Weiss*. Pemberian IRM ini akan menimbulkan suatu magnetisasi remanen pada sampel, walaupun pengaruh medan magnetnya dihilangkan.

Pemberian IRM akan menimbulkan saturasi pada sampel. Berdasarkan nilai medan saturasi sampel dapat diketahui jenis mineral magnetik sampel tersebut, apakah *magnetite* atau *hematite*. Mineral *magnetite* tersaturasi pada medan ≤ 300 mT, sedangkan *hematite* sulit tersaturasi karena momen magnetiknya sulit dipengaruhi oleh medan luar (Butler, 1998), seperti terlihat pada gambar 4:



Gambar 4. Kurva saturasi IRM *magnetite* dan *hematite* (Hunt:1991)

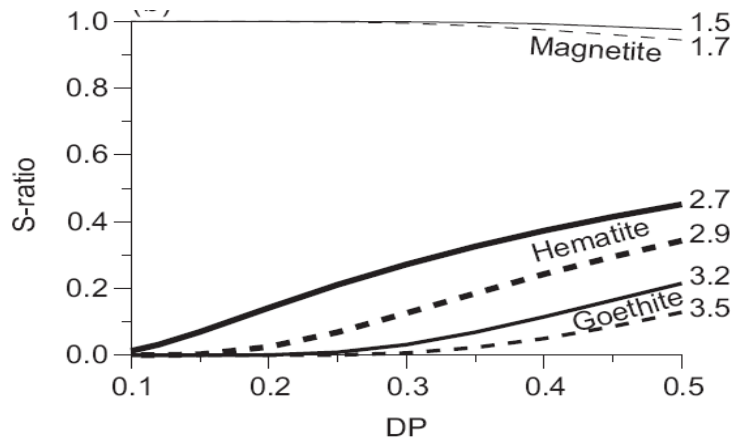
Ada tiga teknik yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi IRM (Hunt, 1991):

1. Akuisisi yaitu pengukuran dengan menggunakan medan dimana medan demagnetisasi sampel dinaikkan. Remanen maksimum merupakan remanen saturasinya.
2. Demagnetisasi DC yaitu pengukuran dengan menggunakan medan DC negatif dimulai dari remanen saturasi. Medan yang menurunkan harga saturasi menjadi nol merupakan medan koersif.
3. Demagnetisasi dengan medan bolak-balik, pengukuran dilakukan dengan medan bolak-balik mulai dari medan remanen saturasi.

7. *S-RATIO*

S-Rasio adalah parameter magnetik batuan yang digunakan untuk memberikan ukuran relatif dari kontribusi bahan koersivitas rendah dan tinggi untuk IRM suatu sampel. *S-Ratio* umumnya digunakan untuk mengukur mineral ferrimagnetik dan antiferromagnetik melalui medan IRM yang diberikan. Pengukuran untuk *S-Ratio* di laboratorium dilakukan dengan pemberian IRM pada sampel. *S-Ratio* dapat didefinisikan sebagai perbandingan kebalikan medan IRM koersivitas tinggi dengan medan koersivitas rendah. Secara umum, medan koersivitas tinggi yaitu medan 1 T atau IRM_{1T} , sedangkan medan pada koersivitas rendah adalah 0.3 T atau $IRM_{0.3T}$, hal ini disebabkan karena mineral magnetik mulai tersaturasi pada medan 300 mT.

Nilai *S-Ratio* berkisar antara -1 sampai dengan 1. Jika pada suatu sampel hanya mengandung mineral dengan koersivitas rendah seperti *magnetite* maka *S-Ratio* > 0.9 atau mendekati 1, karena mineral dengan jenis *magnetite* sudah tersaturasi pada medan 300 mT, sehingga nilai intensitas yang diperoleh dari perbandingan antara $IRM_{0.3T}$ dan IRM_{1T} akan saling mendekati. Jika bukan mineral *magnetite* yang terkandung pada sampel maka nilai *S-Ratio* akan jauh dari 1 (Kruiver, 2001), seperti pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Kurva S-Ratio (Kruiver: 2001)

B. Penelitian yang Relevan

Penelitian tentang guano kelelawar sebelumnya pernah dilakukan oleh Rifai, dkk (2010) yaitu tentang “Konsistensi Sifat Magnetik Guano dari Gua Kelelawar di Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat. Penelitian ini memberi kesimpulan bahwa sampel guano kelelawar dari kedua gua yang diteliti yaitu Gua Solek dan Gua Rantai memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang cukup tinggi, dimana tingginya nilai suseptibilitas ini menunjukkan bahwa kandungan mineral magnetik pada guano tersebut juga tinggi. Hasil penelitian ini diperoleh dengan menggunakan metode suseptibilitas magnetik, sedangkan metode IRM belum pernah digunakan untuk menentukan jenis mineral magnetik guano.

Metode IRM telah banyak digunakan dalam kajian sifat magnetik bahan. Diantaranya adalah kajian yang dilakukan oleh Mufit, dkk (2006) yaitu tentang sifat magnetik pasir besi dari Pantai Sunur, Pariaman, Sumatera Barat. Kajian ini menyimpulkan bahwa berdasarkan nilai medan saturasi sampel pasir besi yaitu ≤ 300 mT diketahui bahwa sampel tersebut didominasi oleh jenis mineral *magnetite*. Penelitian lain juga pernah dilakukan Rizali (2006) dengan judul “Penentuan Jenis

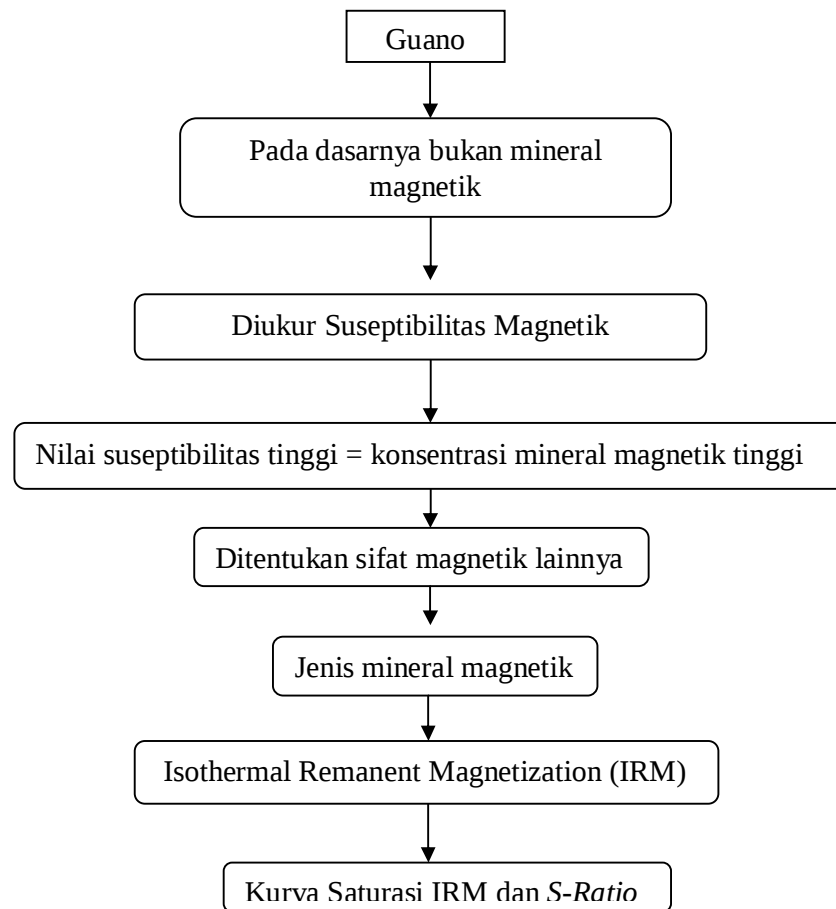
Mineral Magnetik pada Polutan Akibat Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) di Kota Padang Bagian Utara. Penelitian ini memberi kesimpulan bahwa dari pola kurva saturasi dan nilai medan saturasi ≤ 300 mT yang dihasilkan dari pengukuran IRM pada sampel *top soil*, kulit kayu dan daun memperlihatkan bahwa sampel didominasi oleh keluarga Oksida Titanium-Besi berjenis *magnetite* (Fe_3O_4).

C. Kerangka Berfikir

Diketahui bahwa pada dasarnya guano bukan mineral magnetik. Setelah dilakukan pengukuran suseptibilitas magnetik diketahui bahwa guano Gua Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota memiliki nilai suseptibilitas yang tinggi. Berdasarkan tingginya nilai suseptibilitas magnetik diketahui bahwa guano memiliki konsentrasi mineral magnetik yang tinggi pula. Keberadaan mineral magnetik pada guano mengandung arti bahwa telah terjadi suatu transportasi mineral magnetik dari lingkungan ke dalam gua.

Penelitian ini akan melanjutkan kajian mineral magnetik guano Gua Solek dan Gua Rantai, yaitu penentuan sifat magnetik dari guano tersebut. Sifat magnetik yang akan ditentukan pada penelitian ini yaitu jenis mineral magnetik guano, dimana pemilihan sampel dilakukan berdasarkan nilai suseptibilitas guano Gua Solek dan Gua Rantai yang tergolong tinggi, rendah, dan sedang. Penentuan jenis mineral magnetik guano Gua Solek dan Gua Rantai dilakukan menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM), melalui analisa dengan kurva saturasi IRM dan *S-Ratio*. Berdasarkan analisa tersebut diketahui jenis mineral

magnetik yang terkandung pada guano Gua Solek dan Gua Rantai, apakah *magnetite* atau *hematite*. Kerangka berfikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Kerangka Berfikir

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa menggunakan kurva saturasi IRM diperoleh bahwa sampel guano Gua Solek dan Gua Rantai tersaturasi pada medan ≤ 300 mT. Nilai *S-Ratio* dari 49 sampel guano Gua Solek adalah > 0.9 atau mendekati 1. Berdasarkan nilai medan saturasi dan nilai *S-Ratio*, dapat disimpulkan bahwa jenis mineral magnetik yang mendominasi pada seluruh sampel guano Gua Solek dan Gua Rantai baik menggunakan analisa dengan kurva saturasi IRM ataupun *S-Ratio* adalah jenis mineral *magnetite* (Fe_3O_4).

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti menyarankan untuk:

1. melakukan penentuan jenis mineral magnetik untuk seluruh guano Gua Rantai, karena pada penelitian ini hanya ditentukan jenis mineral magnetik untuk beberapa guano Gua Rantai.
2. melakukan pengukuran lainnya untuk menjadikan guano sebagai *proxy paleoclimate*, seperti metode dating untuk menentukan umur guano.

Daftar Pustaka

- Akram, H., Yoshida, M., dan Ahmad, M.N. 1998. *Rock Magnetic Properties of Late Pleistocene Loess-Paleosol Deposits in Haro River Area, Attock Basin, Pakistan*. Earth Planets Space, **50**, 129-139.
- Bijaksana, S. (2002). *Analisa Mineral Magnetik dalam Masalah Lingkungan*. Bandung: Jurnal Geofisika, 1, 19-27.
- Bird, M, I. Boobyer, EM. Bryant, C. Lewis, AH.Paz, V dan Stephenus, WE. 2007. *A Long Record of Environmental Change From Bat Guano Deposits In Makangit Cave, Palawan, Philippines*: Earth and Environmental Science transactions of the Royal of Edinburgh, 98, 59.69, 2007
- Butler, R. F. 1998. *Paleomagnetism Magnetic Domains to Geologic Timescales*. Boston: Blackwell Scientific Publications.
- Evans, M. E dan F Heller. 2003. *Environmental Magnetism Principles and Application of Environmental Magnetism*. Academic Press: California.
- Gunarto, Thomas Yuni. 2012. *Regresi dan Korelasi Linier*. Jurnal Statistik. Jakarta.
- Hirano, S. 1976. *Chitin and Chitosan*. Germany : Ulman's Encyclopedia of Industry Chemistry : Republika of Germany. 5th . ed. A6 : 231-232.
- Hunt, C. P. 1991. *Handbook From The Environmental Magnetism Workshop*. Minneapolis: University Of Minnesota.
- Kruiver P. Pauline. Hilde F. Passier. 2001. *Coercivity analysis of magnetic phases in sapropel S1 related to variations in redox conditions*, including an investigation of the S ratio. An electronic Journal Of The Earth Sciences. Paper number 2001GC000181.
- Marmer. 2003. *Pengaruh Debu Terhadap kesehatan Kerja*. Bandung: Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara.
- Mufit, F. 2006. *Kajian tentang Sifat Magnetik Pasir Besi dari Pantai Sunur, Pariaman, Sumatera Barat*. Journal geofisika. Vol 1 : 1-5.