

**PENENTUAN UKURAN BULIR DAN JENIS DOMAIN MAGNETIK GUANO  
DARI GUA RANTAI DAN GUA SOLEK DI KECAMATAN LAREH SAGO  
HALABAN KABUPATEN 50 KOTA DENGAN METODE *ANHYS-  
TERETIC*  
*REMANENT MAGNETIZATION* (ARM)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Fisika sebagai salah satu persyaratan Guna  
memperoleh Gelar Sarjana Sains**



**Oleh**

**NILAM SARI**

**Nim. 01961**

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

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik  
Guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kecamatan  
Lareh Sago Halaban Kabupaten 50 Kota dengan  
Metode *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM).

Nama : Nilam Sari

NIM : 01961

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 24 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 : Nilam Sari  
NIM : 01961  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

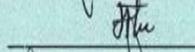
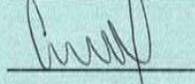
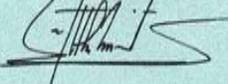
dengan judul

**Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik Guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten 50 Kota dengan Metode *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM)**

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

**Padang, 24 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 : Zulhendri Kamus, S.Pd., 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 dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 24 Juli 2012

Yang menyatakan,

Nilam Sari

## ABSTRAK

**Nilam Sari : Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik Guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten 50 Kota dengan Metode *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM)**

Guano merupakan salah satu sedimen gua (*speleothems*) yang mempunyai sifat magnetik yang dapat diketahui dari tiga hal, yaitu: suseptibilitas magnetik, ukuran bulir dan jenis mineral magnetik. Kajian sifat magnetik guano berdasarkan nilai suseptibilitasnya telah dilakukan oleh Novrilita (2009) dan Olintika (2009). Namun, kajian sifat magnetik yang lain pada guano yaitu ukuran bulir dan jenis domain magnetik belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran bulir dan jenis domain magnetik guano dari Gua Rantai dan Gua Solek, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten 50 Kota. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu parameter untuk menjadikan sifat magnetik dalam guano sebagai *proxy paleoclimate*.

Penelitian ini dilakukan terhadap 6 buah sampel dari Gua Rantai dan 5 buah sampel dari Gua Solek. Ukuran bulir dan jenis domain magnetik ditentukan dengan metode kemagnetan batuan melalui pengukuran *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM). Sampel didemagnetisasi dengan PARM kemudian diluruhkan dengan *Molspin AF Demagnetizer*. Setelah itu, dilakukan pengukuran intensitas magnetisasi menggunakan *Minispin Magnetometer*. Penentuan ukuran bulir magnetik dilakukan dengan 2 cara, yaitu: *King's Plot* dan *Lowrie-Fuller Test*.

Dari hasil analisa data dengan metoda *King's Plot* didapatkan ukuran bulir magnetik untuk Gua Rantai adalah antara  $<0.1-19 \mu\text{m}$  dengan domain sedangkan Gua Solek antara  $2-25 \mu\text{m}$ . Penentuan ukuran bulir dengan *Lowrie-Fuller Test* untuk Gua Rantai diperoleh domain MD dengan ukuran bulir antara  $20->135 \mu\text{m}$ , sedangkan Gua Solek diperoleh ukuran bulir antara  $3-135 \mu\text{m}$  dengan domain PSD dan MD.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan izinNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik Guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten 50 Kota dengan Metode *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM)”. Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing tahun 2011 atas nama Dr. Hamdi, M.Si., Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si. dan Harman Amir, S.Si., M.Si. dengan judul “Kajian Perubahan Iklim Menggunakan Sifat Magnetik Guano Sumatera Barat”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dorongan dan uluran tangan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya atas bantuan, dukungan, masukan dan tambahan ilmu yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hamdi, M.Si. sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat kepada penulis.
2. Ibu Fatni Mufit, S.Pd., M.Si. sebagai pembimbing II yang dengan segenap kesabaran memberikan bimbingan, arahan dan semangat kepada penulis.

3. Bapak Drs. Mahrizal, M.Si., Bapak Drs. Asrul, M.A., Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd., M.Si. sebagai tim dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.
4. Bapak Muhammad Irvan, S.Si., M.Si. sebagai dosen Penasehat Akademik (PA) yang telah memberikan semangat dan arahan kepada penulis.
5. Bapak Drs. Akmam, M.Si. sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Ibu Dra. Hidayati, M.Si. sebagai Ketua Program Studi Fisika FMIPA UNP.
7. Kakak Tiwi Olintika, S.Si., dan Mila Novrilita, S.Si. yang telah mengambil sampel guano di Gua Rantai dan Gua Solek, Kecamatan Lareh Salaban, Kabupaten 50 Kota sehingga penulis dapat melakukan penelitian lanjutan dengan sampel tersebut.
8. Bapak Prof. Satria Bijaksana, Ph.D., Bapak Gerald Tamuntuan, M.Si., Ibu Eleonora Agustine, M.Si. dan Ibu Erni Rahman, M.Si. yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam melakukan pengukuran di Laboratorium Kemagnetan Batuan dan Paleomagnetik, ITB.
9. Rekan-rekan yang telah melakukan penelitian bersama penulis yang banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

Terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar skripsi ini jauh lebih bermanfaat.

Padang, Juli 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Pertanyaan Penelitian .....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II KERANGKA TEORITIS</b>	
A. Kajian Teoritis .....	5
1. Guano .....	5
2. Sifat Magnetik Bahan .....	6
a. Bahan Diamagnetik.....	7
b. Bahan Paramagnetik .....	8
c. Bahan Ferromagnetik.....	8
3. Mineral Magnetik .....	11
a. <i>Magnetite</i> .....	11
b. <i>Hematite</i> .....	12
c. <i>Maghemite</i> .....	12
4. Ukuran Bulir dan Domain Magnetik .....	13
a. <i>Single Domain</i> (SD).....	15
b. <i>Multi Domain</i> (MD).....	17

c. <i>Pseudo Single Domain (PSD)</i> .....	17
5. <i>AF Demagnetization</i> .....	18
6. Peluruhan <i>Anhyseretic Remanent Magnetization (ARM)</i> .....	19
7. Penentuan Ukuran Bulir Magnetik dengan <i>King's Plot</i> .....	20
8. Penentuan Ukuran Bulir Magnetik dengan <i>Lowrie-Fuller Test</i> .....	21
B. Penelitian yang Relevan .....	22
C. Kerangka Berfikir .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Jenis, Waktu, Tempat dan Variabel Penelitian.....	24
B. Desain Penelitian .....	25
1. Lokasi Pengambilan Sampel.....	25
2. Pemberian Nama dan Pemilihan Sampel.....	26
3. Prosedur Persiapan Sampel.....	27
C. Instrumen Penelitian .....	28
1. Neraca Digital .....	28
2. <i>Molspin AF Demagnetizer</i> dan <i>PARM</i> .....	29
3. Minispin Magnetometer .....	30
D. Teknik Pengumpulan Data .....	33
1. Pemberian ARM.....	33
2. Proses Demagnetisasi .....	34
E. Teknik Pengolahan Data .....	34
F. Teknik Analisa Data .....	36
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian.....	37
1. Kurva Peluruhan ARM Gua Rantai dan Gua Solek.....	37
2. Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik dengan <i>King's Plot</i> .....	39
3. Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik dengan <i>Lowrie-Fuller Test</i> .....	42

B. Pembahasan .....	46
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Posisi Geografis Lokasi Pengambilan Sampel .....	26
Tabel 2. Pemilihan 11 buah Sampel Berdasarkan Nilai Suseptibilitas .....	27
Tabel 3. Data <i>King's Plot</i> Gua Rantai .....	39
Tabel 4. Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik Gua Rantai.....	40
Tabel 5. Data <i>King's Plot</i> Gua Solek .....	41
Tabel 6. Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik Gua Solek .....	42
Tabel 7. Hasil Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis dan Domain Magnetik Sampel Gua Rantai dengan <i>Lowrie-Fuller Test</i> .....	45
Tabel 8. Hasil Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis dan Domain Magnetik Sampel Gua Solek dengan <i>Lowrie-Fuller Test</i> .....	46

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik Magnetisasi dan Suseptibilitas bahan Diamagnetik .....	7
Gambar 2. Grafik Magnetisasi dan Suseptibilitas bahan Paramagnetik .....	8
Gambar 3. Kurva Histerisis .....	9
Gambar 4. Perbedaan Struktur Momen Magnetik.....	11
Gambar 5. Domain Magnetik .....	14
Gambar 6. Dinding Domain .....	15
Gambar 7. Kurva Histerisis bulir SD .....	16
Gambar 8. Proses Demagnetisasi Sinusoidal Linier .....	18
Gambar 9. <i>King's Plot</i> untuk mengidentifikasi ukuran bulir magnetik .....	20
Gambar 10. Kurva Standar <i>Lowrie-Fuller Test</i> .....	21
Gambar 11. Kerangka berfikir.....	23
Gambar 12. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	25
Gambar 13. Neraca Digital dan Neraca <i>Ohaus</i> .....	28
Gambar 14. <i>Molspin AF Demagnetizer</i> dan PARM .....	30
Gambar 15. Minispin Magnetometer .....	31
Gambar 16. Posisi Sampel di dalam Minispin Magnetometer .....	32
Gambar 17. Kurva Peluruhan ARM Gua Rantai.....	37
Gambar 18. Kurva Peluruhan ARM Gua Solek .....	38
Gambar 19. <i>King's Plot</i> Gua Rantai.....	39

Gambar 20. <i>King's Plot</i> Gua Solek .....	41
Gambar 21. Hubungan nilai intensitas ternormalisasi terhadap medan yang diberikan pada sampel Gua Rantai.....	43
Gambar 22. Hubungan nilai intensitas ternormalisasi terhadap medan yang diberikan pada sampel Gua Solek .....	44
Gambar 23. Hubungan antara nilai suseptibilitas magnetik dan ukuran Bulir Magnetik pada Gua Rantai dan Gua Solek .....	47
Gambar 24. Hubungan antara ukuran bulir magnetik dengan kedalaman sampel pada Gua Rantai dan Gua Solek .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Suseptibilitas Magnetik Guano Gua Rantai dan Gua Solek	54
Lampiran 2. Plot Nilai Suseptibilitas Gua Rantai dan Gua Solek .....	56
Lampiran 3. Pengukuran Intensitas Peluruhan ARM Gua Rantai.....	59
Lampiran 4. Pengukuran Intensitas Peluruhan ARM Gua Solek .....	61
Lampiran 5. Kurva Hasil Pencocokan antara Kurva Peluruhan Masing-masing Sampel dengan Kurva Standar Lowrie-Fuller .....	63
Lampiran 6. Foto-foto Penelitian.....	74

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **A. Latar Belakang Masalah**

Perubahan iklim global atau yang sering dinamakan *Global Climate Change* sangat penting untuk diteliti atau dikaji baik oleh para ilmuwan maupun kalangan akademisi karena perubahan iklim global seringkali berkaitan dengan bencana alam. Ketidakteraturan siklus musim di daerah tropis merupakan salah satu dampak dari perubahan iklim global. Perubahan iklim global juga dapat dilihat dari tingginya curah hujan yang dapat menyebabkan banjir dan longsor. Perubahan yang terjadi di lingkungan seperti perubahan iklim dapat terekam dengan baik pada sedimen sungai, danau, laut, lingkaran tahun pohon (*tree ring*) dan sedimen gua.

Sedimen gua (*Speleothems*) merupakan endapan yang terbentuk dari tetesan atau rembesan air tanah dari batuan induk atau *host-rock*, dimana air tersebut masuk ke dalam gua melalui atap atau dinding gua (Zulaikah, 2005). Sedimen gua terdiri atas dua yaitu sedimen kimia dan sedimen klastik. Sedimen kimia adalah sedimen yang terbentuk di dalam gua, seperti: stalagtit dan stalagmit. Sedimen klastik adalah sedimen yang terbawa dari lingkungan luar ke dalam gua. Salah satu contoh sedimen klastik adalah guano.

Guano merupakan sisa proses pencernaan kelelawar atau burung yang mengandung bahan kimia kaya nitrogen, karbon, fosfat serta mengandung urea dari sisa pencernaan. Deposit guano menumpuk dan mengendap di lantai gua (Bird, 2007). Guano sebagian besar terdiri atas komponen serangga yang belum dicerna,

diantaranya adalah *chitin*. Di samping zat *chitin*, guano juga mengandung material debu yang berasal dari debu yang menempel pada serangga atau buah yang dikonsumsi oleh kelelawar sebelumnya. Debu ini juga dapat berasal dari lingkungan luar gua seperti aktivitas vulkanik.

Guano merupakan salah satu sedimen gua yang mempunyai sifat magnetik. Sifat magnetik guano dapat diketahui dari tiga hal, yaitu: suseptibilitas magnetik, ukuran bulir dan jenis mineral magnetik. Kajian sifat magnetik guano berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik telah dilakukan oleh Olintika (2009) dan Novrilita (2009), dimana sampel guano diambil dari Gua Rantai dan Gua Solek, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat. Dari penelitian tersebut diperoleh nilai suseptibilitas magnetik guano yang bervariasi dan cukup tinggi. Nilai suseptibilitas Gua Rantai berkisar antara  $11.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai dengan  $799.63 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$  dengan rata-rata  $430.09 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$  sedangkan nilai suseptibilitas Gua Solek berkisar antara  $14.2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai  $687 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$  dengan rata-rata  $426 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$  (Olintika, 2009). Oleh karena itu, penulis melanjutkan penelitian Olintika (2009) dan Novrilita (2009), dimana dalam penelitian ini penulis mengkaji sifat magnetik guano lainnya yaitu ukuran bulir dan jenis domain magnetik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu parameter dalam menjadikan sifat magnetik dalam guano sebagai *proxy paleoclimate*, dimana untuk dapat menjadikan sifat magnetik dalam guano sebagai *proxy paleoclimate* tidak dapat dilakukan dengan satu parameter saja tapi multiparameter.

Ukuran bulir dan jenis domain magnetik dapat diketahui melalui pengukuran *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM). ARM diberikan melalui pemberian medan magnetik searah yang lemah secara bersamaan dengan medan magnetik bolak-balik yang meluruh. Intensitas magnetisasinya diukur secara bertahap diselingi proses demagnetisasi dengan medan magnetik yang semakin tinggi. Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui ukuran bulir dan jenis domain magnetik dari pengukuran ARM, yaitu dengan *King's Plot* dan *Lowrie and Fuller Test*

Penentuan ukuran bulir dengan *King's Plot* berasal dari pengujian yang dilakukan secara sistematis dari hubungan antara nilai suseptibilitas ARM dan suseptibilitas DC sedangkan penentuan ukuran bulir magnetik dengan *Lowrie and Fuller Test* menggunakan konsep respon bahan apabila diberi medan bolak-balik atau demagnetisasi. Dari pengukuran nanti akan terlihat bagaimana pengurangan intensitas magnetisasi apabila diberi medan dengan *step* tertentu (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan suatu permasalahan, yaitu berapakah ukuran bulir dan apakah jenis domain magnetik guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kabupaten 50 Kota dengan metode *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM)?

## **C. Pertanyaan Penelitian**

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan beberapa pertanyaan penelitian yaitu:

1. berapakah ukuran bulir mineral magnetik guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kabupaten 50 Kota ?
2. apakah jenis domain magnetik guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kabupaten 50 Kota ?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui ukuran bulir mineral magnetik guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kabupaten 50 Kota,
2. mengetahui jenis domain magnetik guano dari Gua Rantai dan Gua Solek di Kabupaten 50 Kota.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Dari penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya:

1. mengetahui sifat dasar kemagnetan pada guano,
2. aplikasi dalam ilmu Fisika khususnya pada bidang kemagnetan sehingga bisa menambah pengetahuan dan wawasan,
3. merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata 1 Program Studi Fisika UNP,
4. sebagai informasi awal tentang informasi iklim masa lampau bagi BMKG,
5. sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian mengenai perubahan iklim masa lampau untuk memprediksi iklim masa mendatang.

## **BAB II**

### **KERANGKA TEORITIS**

#### **A. Kajian Teoritis**

##### **1. Guano**

Kata guano berasal dari bahasa Quinchua dari masyarakat Inka di sekitar pesisir Peru yang artinya kotoran kelelawar atau burung. Guano merupakan sisa proses pencernaan kelelawar atau burung yang mengandung bahan kimia kaya nitrogen, karbon, fosfat serta mengandung urea dari sisa pencernaan. Deposit guano menumpuk dan mengendap di lantai gua. Tingkat pengendapan sedimen ini bertambah beberapa meter setelah ribuan tahun mengendap di lantai gua (Bird, 2007).

Guano mengandung mineral magnetik yang berasal dari makanan kelelawar. Salah satu makanan kelelawar adalah serangga. Serangga-serangga yang dimakan kelelawar tidak dapat dicerna seluruhnya sehingga pada guano terdapat sisa-sisa serangga yang tidak tercerna. Tubuh serangga tersusun atas zat *chitin* ( $C_{18}H_{26}N_2O_{10}$ ) yang tidak larut dalam air, asam organik encer, alkali encer dan pekat, alkohol dan pelarut organik lainnya, tetapi larut dalam asam-asam mineral yang pekat. Zat *chitin* dari serangga yang belum tercerna tersebut menumpuk pada guano dan menyerap ion logam yang ada pada sedimen gua (Hirano, 1976). Di samping zat *chitin*, guano juga mengandung material debu yang berasal dari debu yang menempel pada serangga atau buah yang dikonsumsi oleh kelelawar sebelumnya. Debu ini juga dapat berasal dari lingkungan di luar gua

seperti debu aktivitas vulkanik. Debu tersebut terdistribusi ke dalam gua melalui media angin atau hanyut bersama air sehingga akan berpengaruh pada kandungan mineral magnetik pada guano.

Lareh Sago Halaban merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatra Barat. Topografi daerah Kabupaten Lima Puluh Kota bervariasi antara datar, bergelombang dan berbukit-bukit dengan ketinggian dari laut antara 110 meter dan 791 meter. Di daerah ini terdapat tiga buah gunung yang tidak aktif yaitu: Gunung Sago (2.261 meter), yang berlokasi di Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kecamatan Luak dan Kecamatan Situjuh Limo Nagari, Gunung Bungsu (1.253 meter) di Kecamatan Payakumbuh, Kecamatan Harau dan Kecamatan Mungka dan Gunung Sanggul (1495 m) di Kecamatan Harau ([www.limapuluhkota.go.id](http://www.limapuluhkota.go.id)). Kabupaten 50 kota terletak berdekatan dengan Kabupaten Agam, dimana di daerah ini terdapat satu gunung aktif, yaitu gunung Merapi dan satu gunung tidak aktif, yaitu gunung Singgalang. Dengan keberadaan gunung-gunung ini dapat diprediksi bahwa keberadaan mineral magnetik pada guano kemungkinan berasal dari debu vulkanik yang terdistribusi ke dalam gua ketika terjadi aktivitas vulkanik.

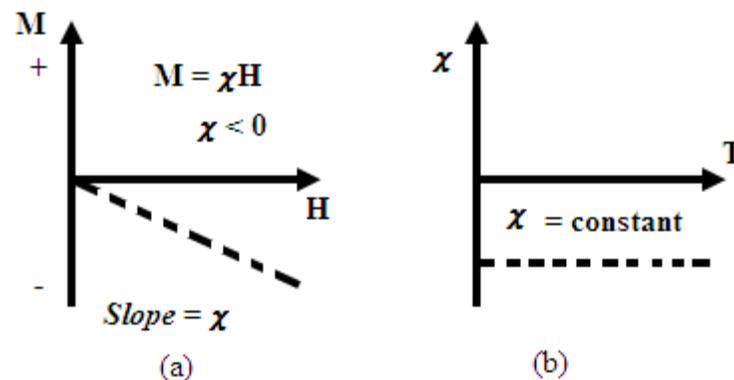
## **2. Sifat Magnetik Bahan**

Kemagnetan dapat dikatakan sebagai suatu fenomena alami yang paling dasar. Semua bahan bersifat magnet, hanya saja beberapa bahan lebih magnetis dari yang lain (Hunt, 1991). Sifat magnetik dari suatu bahan sangat bergantung pada kandungan mineral magnetik, ukuran bulir magnetik, temperatur dan

tekanan. Berdasarkan sifat magnetiknya, suatu bahan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

#### a. Bahan Diamagnetik

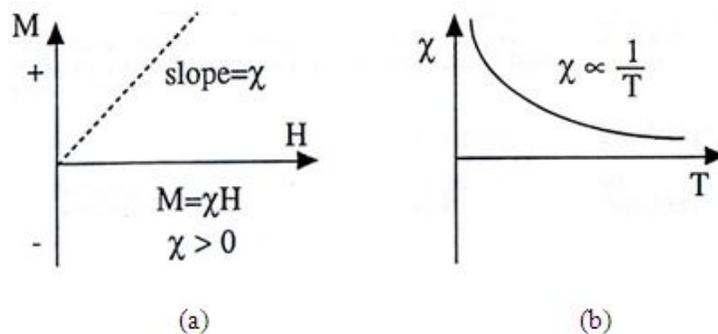
Sifat diamagnetik dimiliki oleh semua bahan, meskipun sifat ini sangat lemah (Hunt, 1991). Suseptibilitas magnetik ( $\chi$ ) untuk bahan diamagnetik tidak bergantung pada temperatur (Butler, 1998). Diamagnetik memiliki suseptibilitas magnetik ( $\chi$ ) kecil dan negatif ( $\chi \approx -10^{-5}$ ). Respon diamagnetik terhadap medan magnet yang dilewatkan padanya akan menghasilkan induksi magnetik yang kecil dan melawan arah medan magnet yang digunakan (Butler, 1998). Magnetisasinya sebanding dengan medan magnet ( $H$ ) yang digunakan. Magnetisasi tersebut akan berkurang atau nol jika medan magnet ( $H$ ) dihilangkan. Contoh bahan yang tergolong diamagnetik diantaranya: air, kayu, senyawa organik seperti minyak bumi dan beberapa jenis plastik serta beberapa logam seperti tembaga, merkuri, dan emas.



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

### b. Bahan Paramagnetik

Bahan paramagnetik mempunyai Suseptibilitas magnetik ( $\chi$ ) tergantung pada temperatur (Butler, 1998). Paramagnetik memiliki suseptibilitas magnetik ( $\chi$ ) kecil dan positif ( $\chi \approx 10^{-3}$  sampai  $10^{-5}$ ). Sifat material ini dapat memperoleh magnetisasi hanya dari induksi medan magnet eksternal. Magnetisasinya memiliki arah yang sama dengan medan magnet induksi. Paramagnetik menghasilkan induksi magnetik yang sejajar dengan medan magnet ( $H$ ) yang digunakan (Butler, 1998). Seperti bahan diamagnetik, magnetisasi paramagnetik nol jika medan luar dihilangkan. Sifat paramagnetik dapat ditemukan pada mangan, magnesium, wolfram dan aluminium.



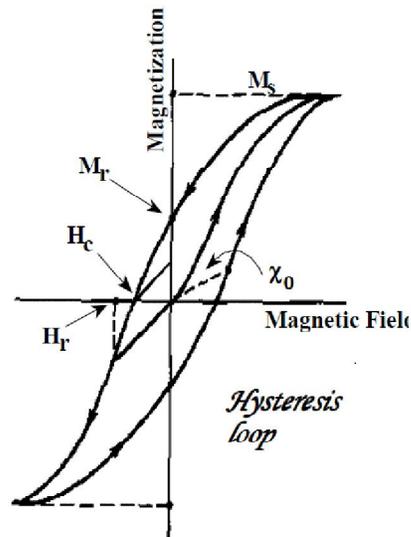
Gambar 2. (a) Grafik magnetisasi ( $M$ ) terhadap medan magnet ( $H$ ) yang diberikan dan ( $\chi > 0$ ). (b) Suseptibilitas ( $\chi$ ) tergantung pada temperatur ( $T$ ) untuk bahan paramagnetik (Hunt, 1991).

### c. Bahan Ferromagnetik

Bahan ferromagnetik memiliki suseptibilitas magnetik ( $\chi$ ) positif dan besar ( $\chi \approx 50$  sampai  $10000$ ). Merupakan kelompok bahan yang termagnetisasi secara spontan meskipun tidak diberikan medan magnetik. Bahan ferromagnetik

akan berubah sifat menjadi paramagnetik apabila dipanaskan di atas temperatur Curie (Butler, 1998). Meskipun medan magnetnya dihilangkan, bahan ini masih menyimpan remanen magnetik (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

Karakteristik seperti inilah yang membuat bahan ferromagnetik mempunyai kemampuan merekam medan magnet purba. Kemampuan merekam medan magnet walaupun medan magnetnya dihilangkan digambarkan melalui kurva histeresis (Hunt, 1991). Sifat ferromagnetik dapat dilihat pada besi, kobal, nikel, dan lain-lain.

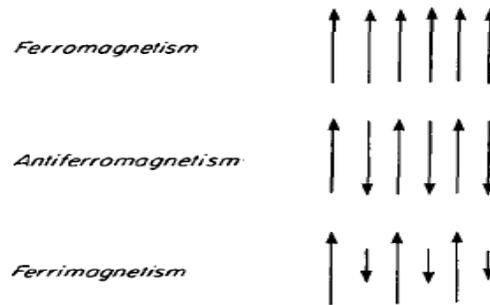


Gambar 3. Kurva Histeresis (Hunt, 1991)

Gambar 3 merupakan kurva histeresis. Pada Gambar 3 diperlihatkan bahwa jika sebuah bahan diberikan medan magnet, maka akan diperoleh magnetisasi saturasi ( $M_s$ ) yaitu magnetisasi menjadi konstan walaupun medan magnet ditambahkan terus menerus sedangkan jika medan magnet dikurangi hingga mencapai nol, didapatkan bahwa magnetisasinya berada pada saturasi

remanen ( $M_R$ ) dan tidak kembali ke nol. Jika diberikan medan magnet pada arah yang berlawanan, maka pada titik tertentu diperoleh induksi magnetiknya menjadi nol. Medan pada titik ini disebut koersivitas ( $H_c$ ) yaitu gaya yang dimiliki oleh bulir-bulir mineral yang terdapat di dalam bahan untuk mempertahankan momen-momen magnetiknya dari pengaruh medan luar. Karakteristik yang lain adalah koersivitas remanen ( $H_R$ ), yang terjadi jika medan diberikan dan kemudian dihilangkan sehingga saturasi remanen akan berkurang menjadi nol. Medan ini dikenal sebagai medan pembalikan.

Dua jenis kemagnetan lain yang erat hubungannya dengan ferromagnetik adalah antiferromagnetik dan ferrimagnetik. Pada gambar 4 dapat dilihat untuk bahan antiferromagnetik, saat medan luar bekerja, gaya antar atom-atom yang berdekatan menyebabkan momen dipol magnetik berbaris dalam pasangan antiparalel. Momen dipol magnetik totalnya adalah nol dan pada bahan ini tidak terdapat histerisis (Hunt, 1991). Ferrimagnetik tersusun dari atom-atom dengan momen dipol magnetik yang tidak sama (Hunt, 1991). Sama halnya dengan ferromagnetik, bahan ferrimagnetik mampu menghasilkan magnetisasi spontan dan memiliki histerisis karena terdapat remanen magnetik.



Gambar 4. Perbedaan struktur momen magnetik dari ferromagnetik, antiferromagnetik, dan ferrimagnetik (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

### 3. Mineral Magnetik

Mineral merupakan bahan padatan anorganik yang terbentuk melalui reaksi-reaksi kimia dan secara alamiah. Mineral termasuk material penyusun batuan. Oleh karena itu, mineral terdapat dalam berbagai jenis batuan. Dari ketiga sifat bahan magnetik, yakni: diamagnetik, paramagnetik dan ferromagnetik, istilah mineral magnetik biasanya digunakan hanya untuk mineral yang tergolong ferromagnetik (Bijaksana, 2002).

Mineral ferromagnetik umumnya berasal dari keluarga oksida titanium besi, sulfida besi dan hidroksi besi. Namun, yang paling banyak dijumpai dalam batuan adalah oksida titanium besi. Keluarga oksida titanium besi dianggap sebagai pembawa magnetisasi remanen yang paling dominan. Contohnya: *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematite* ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) dan *maghemite* ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ).

#### a. *Magnetite*

*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). *Magnetite* merupakan mineral berbentuk kubus, berwarna hitam gelap dengan permukaan kebiru-biruan. Batuannya keras dan sangat berat, tidak terbelah, tidak tembus cahaya dan menunjukkan kilauan logam. *Magnetite* bersifat feromagnetik dengan temperatur Curie  $580^{\circ}\text{C}$  dan magnetisasi  $90 \text{ Am}^2/\text{kg}$  sampai dengan  $93 \text{ Am}^2/\text{kg}$ . *Magnetite* dapat dilihat pada bekas daerah yang bertemperatur tinggi dan pada tekstur peninggalan batuan beku. Jenis *magnetite* yang dapat dilihat dari butirannya adalah pada oksida besi (Butler, 1998).

#### **b. Hematite**

Mineral ini tersebar luas di alam khususnya pada tanah dan sedimen, digunakan untuk kepentingan lingkungan. Mineral *hematite* bersifat feromagnetik dengan magnetisasi  $2.5 \text{ Am}^2/\text{kg}$  dan temperatur Curie  $675^{\circ}\text{C}$  (Evans, 2003). *Hematite* juga tidak tembus cahaya, mempunyai lapisan merah gelap yang membuatnya mudah dibedakan dengan *magnetite* dan meleleh bila dipanaskan dalam larutan asam hidrolik dan berubah menjadi *magnetite*. Secara umum, *hematite* berbentuk massif, massanya berisi butiran-butiran, permukaannya berwarna-warni, dan warna batuan merah kecoklat-coklatan.

#### **c. Maghemite**

Formula kimia *maghemite* hampir sama dengan *hematite*, akan tetapi kedua mineral ini tidak memiliki bentuk magnetik atau susunan kristal yang sama. Untuk membedakannya, *hematite* ditunjukkan dengan  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  sedangkan

*maghemite*  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. *Maghemite* merupakan mineral tak stabil dan berubah menjadi *hematite* pada temperatur di atas 300<sup>0</sup>C (Butler, 1998).

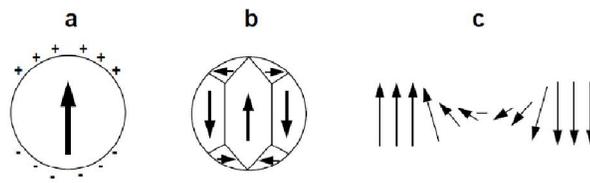
#### **4. Ukuran Bulir dan Domain Magnetik**

Sifat dari mineral magnetik sangat dipengaruhi oleh ukuran bulir magnetiknya. Ukuran bulir magnetik dari suatu bahan akan mempengaruhi kestabilannya. Bentuk mineral magnetik akan berpengaruh terhadap medan demagnetisasi, artinya bulir yang berbentuk lonjong akan berbeda dengan bulir yang berbentuk bola (Bijaksana, 2002). Bulir magnetik merupakan hal terpenting dalam domain magnetik.

Bulir ferromagnetik terdiri dari daerah yang magnetisasinya beragam tetapi berbeda arah antara satu daerah dengan daerah yang lainnya, daerah tersebut dinamakan domain magnetik. Daerah yang membatasi satu domain dengan domain yang lain disebut dinding domain (*domain wall*). Energi pertukaran akan menyebabkan momen dipol magnetik yang melalui dinding domain berbentuk spiral.

Konsep tentang domain magnetik berkaitan dengan tinjauan bulir sferis ferromagnetik kecil. Momen-momen atomik dimodelkan sebagai pasangan muatan magnetik. Langkah pertama untuk memperkenalkan konsep domain magnetik adalah dengan meninjau bulir sferis ferromagnetik kecil yang ditunjukkan oleh Gambar 5(a). Momen-momen magnetik atomik dimodelkan sebagai pasangan muatan magnetik. Muatan magnetik atom-atom tersebut terdistribusi seragam pada permukaan bulir yang sebagian bermuatan positif dan sebagian lain bermuatan

negatif, sehingga menghasilkan magnetisasi seragam  $M$  atau  $j$ . Karena magnetisasi yang terjadi dalam bulir tersebut merupakan magnetisasi saturasi  $j_s$ , maka  $j = j_s$ . Terdapat energi yang tersimpan dalam distribusi muatan ini yang disebut dengan energi magnetostatik  $e_m$  yang sebanding dengan  $j^2$  (Butler, 1998).

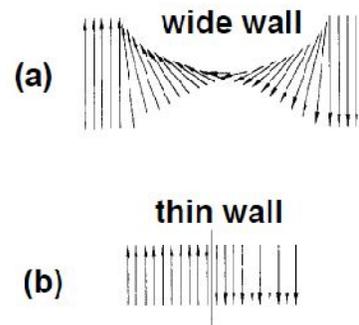


Gambar 5. Domain magnetik. (a). Material ferromagnetik sferis yang termagnetisasi seragam. (b). Material ferromagnetik sferis terbagi atas domain magnetik. (c). Rotasi momen-momen magnetik atomik dalam dinding domain (Butler, 1998).

Dalam bulir dengan formasi domain magnetik yang ditunjukkan dalam Gambar 5(b), terjadi magnetisasi saturasi  $j_s$ , sehingga energi magnetostatik bulir tersebut jauh lebih kecil dibandingkan bulir yang ditunjukkan oleh Gambar 5(a). Daerah yang memisahkan domain dalam bulir disebut dinding domain ditunjukkan oleh Gambar 5(b). Bulir multi domain (MD) terjadi karena adanya energi *exchange* yaitu energi interaksi antar momen-momen magnetik atomik yang berdekatan, momen-momen atomik berputar secara berangsur-angsur melalui dinding domain yang ditunjukkan pada Gambar 5(c) (Butler, 1998).

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, dinding domain merupakan perantara antara wilayah (satu domain ke domain yang lain) dimana magnetisasi memiliki arah yang berbeda. Dinding domain memiliki ketebalan yang ditentukan

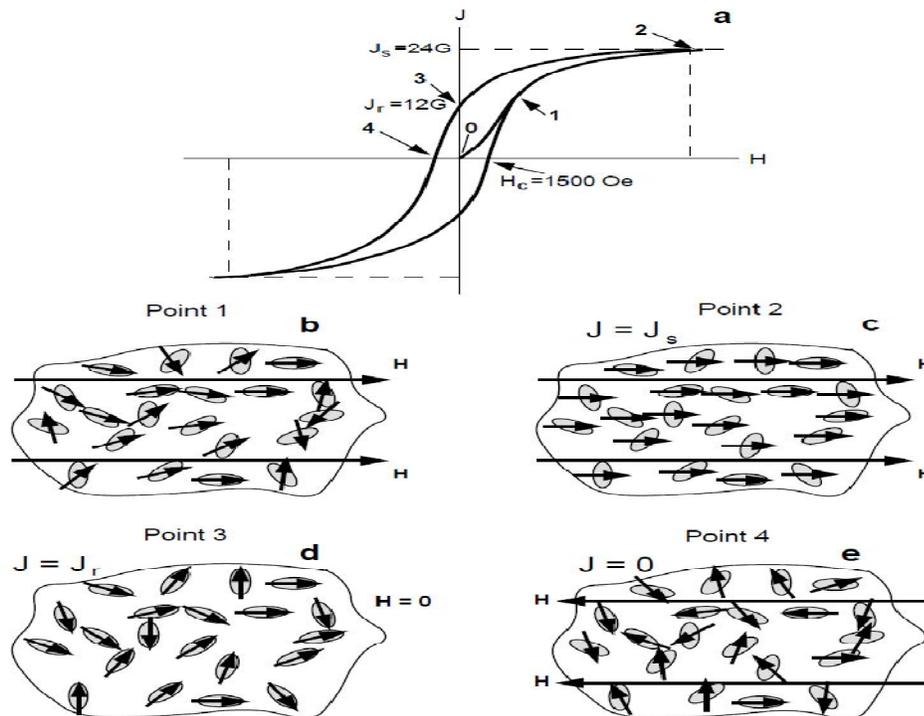
oleh energi *exchange* dan oleh energi magnetostatis (Hunt, 1991). Jadi, terdapat dinding domain yang besar dan yang kecil.



Gambar 6. (a). Dinding domain yang luas. Arah momen berubah  $180^{\circ}$  secara berangsur-angsur karena energi *exchange* yang kecil. (b). Dinding domain yang tipis. Arah momen magnet berubah dengan cepat karena energi *exchangenya* besar (Hunt, 1991).

#### a. *Single Domain (SD)*

*Single domain* adalah domain tunggal yang mempunyai ukuran bulir  $<0.1$   $\mu\text{m}$  yang momen magnetiknya searah (Butler, 1998). Stabilitas magnetisasi pada bulir *single domain* jauh lebih baik dibandingkan dengan bulir *multi domain*. Domain tunggal ini biasanya disebut *hard magnetic* (Dunlop dan Ozdemir, 1997). Respon material yang mengandung partikel *single domain* dapat digambarkan dalam kurva histeresis.



Gambar 7. (a) kurva histeresis material yang mengandung partikel-partikel SD memanjang. (b) arah magnetisasi dalam bulir-bulir SD pada titik 1 kurva histeresis. (c) arah magnetisasi dalam bulir-bulir SD pada titik 2 kurva histeresis. (d) magnetisasi dalam bulir-bulir SD pada titik 3 kurva histeresis. (e) magnetisasi dalam bulir-bulir SD pada titik 4 kurva histeresis (Butler, 1998).

Dari Gambar 7, dapat dilihat bahwa bulir SD sangat mudah memperoleh magnetisasi remanen. Jika medan dari luar diberikan, maka masing-masing bulir SD akan berputar ke arah medan luar. Jika medan luar dihilangkan maka magnetisasinya juga berkurang sampai pada saat medan luar bernilai nol, magnetisasinya tetap ada yang dinamakan magnetisasi sisa atau magnetisasi remanen (Gambar 7a). Untuk membuat magnetisasi menjadi nol, dapat dilakukan dengan memberi medan dalam arah yang berlawanan, sehingga magnetisasi terus

berkurang sampai akhirnya nol. Medan yang dibutuhkan untuk membuat magnetisasi ini menjadi nol disebut gaya koersif ( $H_c$ ) (Butler, 1998).

#### **b. *Multi Domain (MD)***

*Soft Magnetik* biasanya disebut juga untuk *multi domain*, karena sangat mudah dipengaruhi oleh medan luar (Dunlop dan Ozdemir, 1997). Bulir *multi domain* yaitu besar dari 10  $\mu\text{m}$  (Butler, 1998). Struktur bulirnya memiliki lebih dari satu domain dengan arah yang berbeda. Antara satu domain dengan domain yang lainnya biasanya dibatasi oleh dinding domain. Apabila medan magnetik diberikan pada bulir ini, maka magnetisasinya akan searah dengan medan, dan *domain wall* akan hancur dengan pemberian medan yang cukup kuat dan magnetisasi mencapai saturasi.

Saat medan magnetik dihilangkan, domain-domain magnetik akan bergerak menuju posisi semula, dan *domain wall* akan kembali terbentuk dengan energi minimum, tetapi domain-domain magnetik tadi tidak dapat dengan tepat kembali ke posisi semula, sehingga menghasilkan *magnetisasi remanen* yang bernilai kecil. Untuk membuat momen magnetik nol hanya dibutuhkan medan magnetik yang kecil.

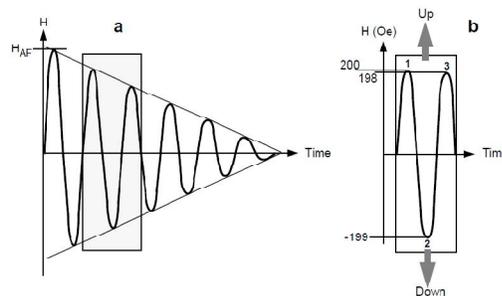
#### **c. *Pseudo Single Domain (PSD)***

Selain bulir-bulir *single domain* dan *multi domain*, ada juga bulir-bulir yang berukuran transisi. Bulir-bulir ini disebut dengan bulir berdomain tunggal semu atau *pseudo single domain (PSD)*. PSD mempunyai 2-3 domain saja, tetapi

kelakuannya lebih mirip *single domain* dibandingkan *multi domain* (MD). Interval ukuran bulir PSD untuk *magnetite* adalah 1-10 mikrometer (Butler, 1998).

### 5. AF Demagnetization

Teknik yang biasa digunakan dalam demagnetisasi adalah *Alternating-Field Demagnetization* (AF Demagnetization). AF Demagnetization menggunakan medan bolak-balik berupa sinusoidal yang meluruh secara linier terhadap waktu (Butler, 1998). Proses demagnetisasi sinusoidal linier dalam AF Demagnetization dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses Demagnetisasi Sinusoidal linier (Butler, 1998)

Misalkan medan magnet pada titik 1 besarnya 200 Oe (20 mT) dengan arah ke atas. Momen-momen magnetik yang mempunyai gaya koersif  $h_c < 200$  Oe (20 mT) akan mengarah ke atas. Medan magnetik kemudian berkurang melalui nol menuju medan magnetik maksimum dalam arah yang berlawanan maka medan pada titik 2 akan menjadi 199 Oe (19.9 mT) ke arah bawah. Momen-momen magnetik semua bulir yang memiliki gaya koersif  $h_c < 199$  Oe (19.9 mT) akan berarah ke bawah. Setelah titik 2, medan magnetik akan melalui nol menuju ke atas dan akan bertambah hingga 198 Oe (19.8 mT) dengan arah ke atas pada titik

3. Momen-momen magnetik semua bulir yang memiliki gaya koersif  $h_c < 198$  Oe (19.8 mT) akan berarah ke atas. Dari titik 1 ke titik 3, hanya NRM yang dibawa bulir-bulir yang memiliki  $h_c > H_{AF}$  yang tinggal (Butler, 1998).

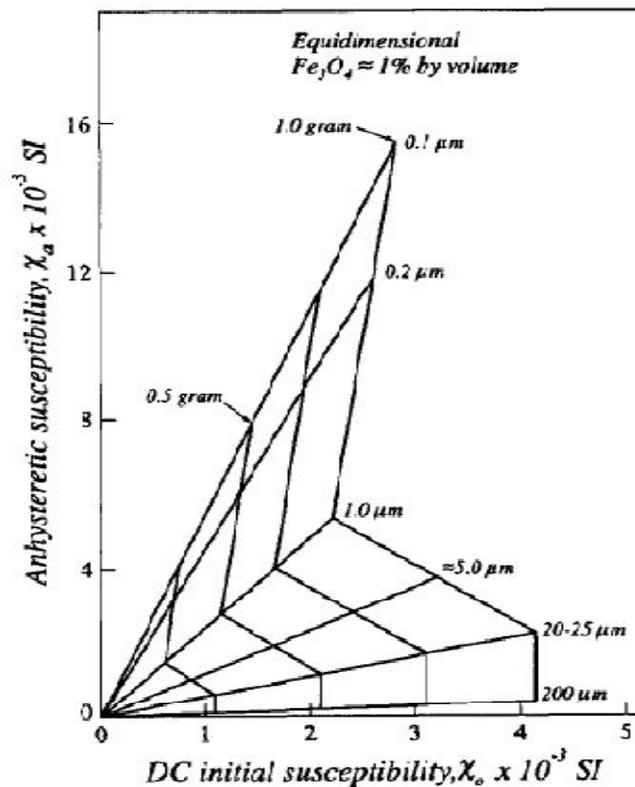
## **6. Peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM)**

*Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM) dihasilkan dari kombinasi medan bolak-balik dengan medan searah konstan yang kecil. Analisa magnetik pada pengukuran ini mencakup ukuran bulir magnetik, domain magnetik dan kestabilan intensitas magnetisasinya. Magnetisasi dapat berasal dari alam yaitu akibat medan magnet bumi dan buatan dengan memberikan medan magnetik di laboratorium. ARM diberikan dengan mengurangi secara perlahan dari titik puncak AF sampai nol bersamaan dengan pemberian medan DC dan merupakan teknik laboratorium yang digunakan untuk melihat karakteristik magnetik bahan (Hunt, 1991).

Pengukuran ARM dilakukan dengan memberikan medan magnetik lemah bersamaan dengan medan bolak-balik yang meluruh. Intensitas magnetisasinya diukur secara bertahap diselingi oleh proses demagnetisasi dengan medan magnetik yang semakin tinggi. Sampel yang didominasi oleh mineral magnetik berukuran *single domain* (SD) akan cenderung stabil dan sampel yang didominasi oleh mineral magnetik yang berukuran *multi domain* (MD) cenderung tidak stabil (Hunt, 1991).

## 7. Penentuan Ukuran Bulir Magnetik dengan *King's Plot*

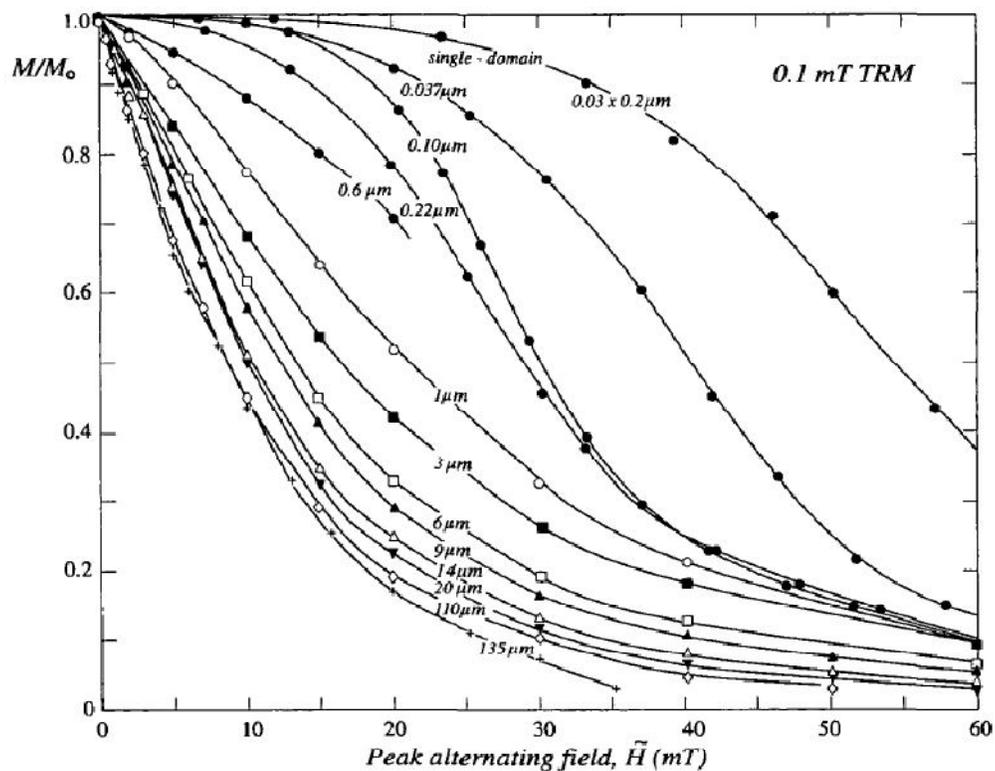
Penentuan ukuran bulir magnetik dengan cara *King's Plot*, berasal dari pengujian yang dilakukan secara sistematis melihat pengaruh variasi ukuran bulir mineral magnetik terhadap hubungan antara nilai suseptibilitas ARM dan suseptibilitas DC. Kurva King digunakan untuk sampel *magnetite* yang menempati fraksi 1% dari total sampel yang terukur. Dari pengujian yang dilakukan King ini diperoleh hubungan yang signifikan antara perubahan ukuran bulir dengan hubungan antara nilai suseptibilitas ARM dan suseptibilitas DC (Bijaksana, 2002).



Gambar 9. *King's Plot* untuk mengidentifikasi ukuran bulir magnetik (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

## 8. Penentuan Ukuran Bulir Magnetik dengan *Lowrie-Fuller Test*

Penentuan ukuran bulir magnetik dengan *Lowrie and Fuller Test* menggunakan konsep respon bahan apabila diberi medan bolak-balik atau demagnetisasi. Dari pengukuran nantinya akan terlihat bagaimana pengurangan nilai intensitas magnetisasi apabila diberi medan dengan *step* tertentu. Hasilnya akan dideskripsikan dalam bentuk kurva hubungan medan ( $H$ ) dengan nilai intensitas ternormalisasi (Dunlop dan Ozdemir, 1997).



Gambar 10. Kurva standar *Lowrie-Fuller Test* (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

## B. Penelitian yang Relevan

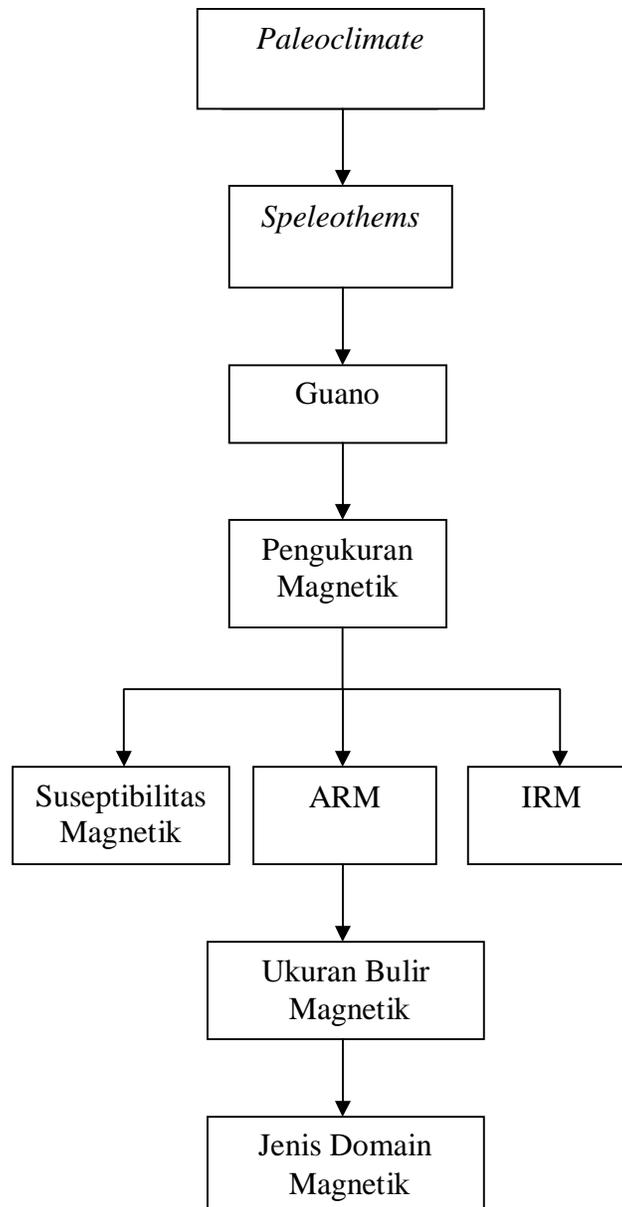
Dewasa ini, penelitian tentang kajian sifat magnetik telah banyak dilakukan. Siti Zulaikah (2005) telah melakukan penelitian kajian magnetik dari stalagmit yang diambil dari Gua di Trenggalek, Purworejo, Bantul dan Sulawesi Tenggara. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan jenis mineral magnetik stalagmit adalah *magnetite* dengan ukuran bulir antara  $10^{-2} - 10^2 \mu\text{m}$  dan didominasi bulir berukuran 100-200  $\mu\text{m}$  yang berdomain jamak.

Fatni Mufit, dkk (2006), telah melakukan serangkaian pengukuran magnetik terhadap sampel pasir besi dari pantai Sunur, Pariaman, Sumatra Barat. Beberapa metoda magnetik yang dilakukan adalah pengukuran suseptibilitas magnetik, pemberian dan peluruhan ARM serta pemberian saturasi IRM. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pasir besi tersebut mengandung suseptibilitas yang tinggi dengan jenis mineral utama penyusun pasir besi adalah *magnetite*. Sementara itu, dari kurva peluruhan ARM dapat dilihat bahwa ARM meluruh dengan cepat pada medan magnetik yang relatif rendah sehingga pasir besi tersebut mempunyai bulir-bulir magnetik berukuran besar dan bersifat domain jamak (*multi domain*).

Estevanus Kristian dan Satria Bijaksana (2007), telah melakukan penelitian tentang identifikasi mineral magnetik pada lindi di TPA Jelekong, Bandung. Contoh lindi dianalisa melalui pengukuran suseptibilitas magnetik, pengukuran saturasi IRM (*Isothermal Remanent Magnetization*) dan pengukuran peluruhan ARM (*Anhyseretic Remanent Magnetization*). Hasil analisa menunjukkan bahwa mineral magnetik yang

terkandung pada lindi adalah *magnetite* yang berukuran cukup besar dan memiliki domain jamak (*multidomain*).

### C. Kerangka Berfikir



Gambar 11. Kerangka Berfikir

## **BAB V PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

1. Hasil penentuan ukuran bulir dan jenis domain magnetik Gua Rantai bervariasi dengan rentang antara  $<0.1 \mu\text{m}->135 \mu\text{m}$  dengan jenis domain magnetik *single domain* (SD), *pseudo single domain* (PSD) dan *multi domain* (MD).
2. Sampel guano Gua Solek memiliki ukuran bulir magnetik antara  $2 \mu\text{m}-135 \mu\text{m}$ , dimana domain magnetiknya juga bervariasi, yaitu: *pseudo single domain* (PSD) dan *multi domain* (MD).

### **B. Saran**

Sedimen Gua merupakan objek yang menarik untuk diteliti. Dalam penelitian ini didapatkan hasil ukuran bulir magnetik dengan *King's Plot* berbeda dengan *Lowrie-Fuller Test*. Untuk itu penulis menyarankan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lanjutan guna mengetahui penyebab perbedaan hasil ukuran bulir magnetik tersebut dengan melakukan pengukuran magnetik yang lain, seperti susceptibilitas suhu tinggi atau suhu rendah.