

**ANALISA UKURAN BULIR MINERAL MAGNETIK PADA LINDI  
TPA SAMPAH KOTA PADANG MENGGUNAKAN METODA  
*ANHYSTERETIC REMANENT MAGNETIZATION (ARM)***

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**RISALDI PUTRA**

**NIM. 1101450 / 2011**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2015**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Analisa Ukuran Bulir Mineral Magnetik pada Lindi TPA  
Sampah Kota Padang Menggunakan Metoda *Anhysteretic  
Remanent Magnetization* (ARM)

Nama : Risaldi Putra

NIM : 1101450

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 24 Juni 2015

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Drs. Mahrizal, M.Si.  
NIP. 19510512 197603 1 005

Pembimbing II



Fatni Mufit, S.Pd, M.Si.  
NIP. 19731023 200012 2 002

PENGESAHAN LULUSAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Risaldi Putra  
NIM : 1101450  
Program Studi : Fisika  
Jurusan Fisika : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

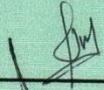
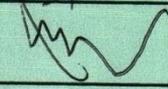
dengan judul

ANALISA UKURAN BULIR MINERAL MAGNETIK PADA LINDI TPA  
SAMPAH KOTA PADANG MENGGUNAKAN METODA *ANHYSTERETIC*  
*REMANENT MAGNETIZATION* (ARM)

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

Padang, 6 Juli 2015

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Drs. Mahrizal, M.Si.	 _____
Sekretaris	: Fatni Mufit, S.Pd, M.Si.	 _____
Anggota	: Syafriani, S.Si, M.Si, Ph.D.	 _____
Anggota	: Harman Amir, S.Si, M.Si.	 _____
Anggota	: Dra. Hidayati, 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 yang diterbitkan orang lain kecuali acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 6 Juli 2015

Yang menyatakan,



Risaldi Putra

## ABSTRAK

**Risaldi Putra** : **Analisa Ukuran Bulir Mineral Magnetik Pada Lindi TPA Sampah Kota Padang Menggunakan Metoda *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM)**

Kota Padang memiliki tempat pembuangan sampah yaitu TPA Sampah Kota Padang yang terletak di Air Dingin Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tengah, Padang. Di TPA ini terdapat beberapa kolam lindi. Kolam lindi merupakan tempat penampungan lindi yang dihasilkan dari sampah. Diduga ada rembesan lindi dari kolam lindi ke sungai dan selokan. Hasil pengamatan yang dilakukan di aliran sungai menunjukkan bahwa sungai berbau dan warnanya berubah sehingga perlu dilakukan penelitian tentang karakteristik pencemar lindi TPA sampah Kota Padang berbasis mineral magnetik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran bulir dan domain mineral magnetik pada lindi TPA Sampah Kota Padang.

Sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 10 sampel yaitu 6 sampel pada kolam lindi diantaranya TPAK 1A, TPAK 2D, TPAK 4E, TPAK.6C, TPAK.7C, TPAK 8E dan 2 sampel pada sungai diantaranya TPAS.0, TPAS.8 serta 2 sampel pada selokan yaitu TPASK 2, TPASK 7. Metoda yang digunakan pada penelitian ini adalah metoda ARM (*Anhyseretic Remanent Magnetization*) dengan menggunakan alat ukur yaitu *Ekman Grap*, *Susceptibility Meter*, *Molsfin AF demagnetizer*, *PARM* (*Partial Anhyseretic Remanent Magnetization*) dan *Minispin Magnetometer*. Analisa data dilakukan dengan memplot hubungan antara intensitas relatif ( $I/I_0$ ) dan medan magnet dengan menggunakan kurva *Lowrie and fuller test* sebagai kurva pembanding untuk menentukan ukuran bulir dan domain magnetik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran bulir pada sampel kolam lindi berkisar antara 6  $\mu\text{m}$  sampai 135  $\mu\text{m}$ . Sedangkan ukuran bulir pada sampel Sungai berkisar antara 110  $\mu\text{m}$  sampai >135  $\mu\text{m}$  serta ukuran bulir pada sampel selokan adalah 135  $\mu\text{m}$ . Domain Magnetik sampel yang diperoleh dari hasil penelitian adalah *pseudo single domain* (PSD) dan *multi domain* (MD). Ukuran bulir yang diperoleh dari sampel sungai dan selokan ternyata lebih besar dari ukuran bulir yang diperoleh dari sampel kolam lindi. Mineral magnetik pada kolam lindi lebih cenderung PSD sedangkan mineral magnetik pada sungai dan selokan lebih cenderung MD. Diduga bahwa sampel sungai dan selokan sudah tercampur mineral magnetik dari kolam lindi (*anthropogenic*).

**Kata Kunci** : Ukuran Bulir, Domain Magnetik, Mineral Magnetik, Lindi, ARM.

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang maha memiliki ilmu dan maha luas ilmu-Nya karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ Analisa Ukuran Bulir Mineral Magnetik Pada Lindi TPA Sampah Kota Padang Menggunakan Metoda *Anhyseretic Remanent Magnetization (ARM)* ”.

Kelancaran kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak baik secara moril maupun secara materil. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Mahrizal M.Si., sebagai pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, saran dan tenaga serta kesabarannya untuk membimbing penulis dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Fatni Mufit, S.Pd., M.Si., sebagai pembimbing II dan sekaligus sebagai ketua tim penelitian Penentuan Zona Pencemaran Air Tanah dan Karakterisasi Magnetik Logam Berat Sebagai Polutan Pada Lindi (*Leachate*) TPA Sampah Menggunakan Metoda Kemagnetan Batuan (*Rock Magnetic Methods*) dan Geolistrik (Studi Kasus pada TPA Sampah Air Dingin Kota Padang yang telah melibatkan penulis dalam penelitian ini.
3. Bapak Prof. Satria Bijaksana sebagai Kepala Laboratorium Kemagnetan Batuan dan Paleomagnetik ITB Bandung yang telah mengizinkan penulis

melakukan penelitian di Labor tersebut dan Ibu Silvia Jannatul Fajar M.Si yang telah memberikan bimbingan selama penulis melakukan penelitian di ITB.

4. Ibu Syafriani M.Si, Ph.D, Bapak Harman Amir S.Si, M.Si sebagai tim dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.
5. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si sebagai penasehat akademik yang telah memberikan arahan selama perkuliahan.
6. Bapak Drs. Akmam, M.Si., sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
7. Ibu Dra. Yurnetti, M.Pd sebagai Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.
8. Ibu Dra. Hidayati, M.Si. sebagai Ketua Prodi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang sekaligus sebagai tim dosen penguji yang telah meluangkan waktu serta memberikan arahan dan saran kepada penulis.
9. Kepada seluruh staf pengajar Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membekali ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
10. Yori Deswita S.Si, Yosi Permata Sari S.Si, Yosi Apri Malita S.Si, Iswandi S.Si, Robby Marcian dan Mulyandri, terima kasih atas bantuan teknis selama pengambilan data.

11. Khusus dan istimewa kepada kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan disertai dengan doanya untuk penulis dengan tiada henti-hentinya.
12. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian Ibu Fatni Mufit, S.Pd, M.Si dengan judul Penentuan Zona Pencemaran Air Tanah dan Karakterisasi Magnetik Logam Berat Sebagai Polutan Pada Lindi (*Leachate*) TPA Sampah Menggunakan Metoda Kemagnetan Batuan (*Rock Magnetic Methods*) dan Geolistrik (Studi Kasus pada TPA Sampah Air Dingin Kota Padang yang didanai oleh DP3M Dikti melalui BOPTN UNP Padang. Penulisan skripsi ini kemungkinan masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari karena keterbatasan. Oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis harapkan agar tugas ini dapat disempurnakan, akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca, Amin.

Padang, Juni 2015

Risaldi Putra  
Nim.1101450

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Pembatasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Mamfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II KAJIAN TEORI</b> .....	7
A. Sampah.....	7
1. Jenis-jenis Sampah.....	7
2. Dampak sampah bagi manusia dan lingkungan.....	9
B. Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah dan Lindi.....	11
C. Sifat Magnetik Bahan.....	13
1. Bahan Diamagnetik.....	13
2. Bahan Paramagnetik.....	14
3. Bahan Ferromagnetik.....	15
D. Mineral Magnetik.....	15
1. <i>Magnetite</i> ( $Fe_3O_4$ ).....	17
2. <i>Hematite</i> .....	17
E. Mineral Magnetik Sebagai Indikator Pencemaran Lingkungan.....	17
F. Domain Magnetik.....	19
1. <i>Single Domain</i> (SD).....	20
2. <i>Multi Domain</i> (MD).....	20
3. <i>Pseudo Single Domain</i> (PSD).....	21
G. <i>Anhysteretic Remanent Magnetization</i> (ARM).....	22
H. Metoda Identifikasi Ukuran Bulir.....	23
I. Kerangka Berpikir.....	24
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b> .....	26
A. Jenis Penelitian .....	26
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
C. Instrument Penelitian .....	27
1. <i>Ekman Grab</i> .....	27

2. <i>Bartington Susceptibility Meter</i> .....	28
3. <i>Molspin AF Demagnetizer</i> dan <i>PARM</i> .....	29
4. <i>Minispin Magnetometer</i> .....	30
D. Rancangan Penelitian.....	31
1. Lokasi Pengambilan sampel .....	31
2. Prosedur Persiapan sampel .....	32
E. Teknik Pengumpulan Data.....	38
1. Pemberian ARM .....	38
2. Proses Demagnetisasi .....	39
3. Pengukuran Intensitas Magnetisasi.....	40
F. Teknik Analisis Data .....	42
G. Teknik Interpretasi data .....	43
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	44
A. Hasil Pengukuran Peluruhan ARM.....	44
1. Sampel Lindi.....	44
2. Sampel sungai dan Selokan .....	53
B. Pembahasan .....	59
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	63
A. Kesimpulan .....	63
B. Saran.. .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	65
Lampiran 1. Surat pernyataan terlibat dalam penelitian dosen .....	67
Lampiran 2. Rumus proses pengolahan data.....	68
Lampiran 3. Data hasil pengukuran sampel kolam Lindi .....	69
Lampiran 5. Data hasil pengukuran sampel Sungai.....	71
Lampiran 5. Data hasil pengukuran sampel Selokan.....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Proses Terjadinya Lindi.....	12
Gambar 2. Diagram ternary $TiO_2$ -Feo- $Fe_2O_3$ .....	16
Gambar 3. Skema single Domain.....	20
Gambar 4. Skema multi domain.....	21
Gambar 5. Skema Pseudo Single Domain .....	21
Gambar 6. Kurva <i>Lowrie-fuller test</i> .....	23
Gambar 7. Skema kerangka berpikir.....	25
Gambar 8. Peta geologi Kota Padang .....	26
Gambar 9. <i>Ekman Grab</i> .....	28
Gambar 10. Seperangkat alat <i>Bartington Susceptibility Meter</i> .....	29
Gambar 11. <i>Molspin AF Demagnetizer</i> dan <i>PARM</i> .....	30
Gambar 12. Alat <i>Minispin Magnetometer</i> .....	31
Gambar 13. Sketsa kolam lindi TPA Air Dingin Kota Padang.....	34
Gambar 14. Posisi sampel pada pemberian ARM .....	39
Gambar 15. Posisi sampel dalam minispin magnetometer .....	42
Gambar 16. Kurva peluruhan pada sampel TPAK 1A.....	45
Gambar 17. Kurva peluruhan pada sampel TPAK 2D.....	46
Gambar 18. Kurva peluruhan pada sampel TPAK 4E .....	48
Gambar 19. Kurva peluruhan pada sampel TPAK 6C.....	49
Gambar 20. Kurva peluruhan pada sampel TPAK 7C.....	51
Gambar 21. Kurva peluruhan pada sampel TPAK 8E .....	52
Gambar 22. Kurva peluruhan pada sampel TPAS 0 .....	54
Gambar 23. Kurva peluruhan pada sampel TPAS 8 .....	55
Gambar 24. Kurva peluruhan pada sampel TPASK 2 .....	57
Gambar 25. Kurva peluruhan pada sampel TPASK 7 .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel.....	31
Tabel 2. Deskripsi kolam Lindi.....	32
Tabel 3. Data pengukuran suseptibilitas sampel kolam lindi TPA Air Dingin Kota Padang.....	35
Tabel 4. Data pengukuran suseptibilitas sampel sungai TPA Air Dingin Kota Padang.....	37
Tabel 5. Data pengukuran suseptibilitas sampel Selokan TPA Air Dingin Kota Padang.....	37
Tabel 6. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK 1A .....	44
Tabel 7. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK 2D .....	46
Tabel 8. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK 4E.....	47
Tabel 9. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK 6C.....	49
Tabel 10. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK7C.....	50
Tabel 11. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK 8E.....	52
Tabel 12. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAS 0.....	53
Tabel 13. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAS 8.....	55
Tabel 14. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPASK 2 .....	56
Tabel 15. Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPASK 7 .....	58
Tabel 16. Ukuran bulir dan domain magnetik pada masing-masing sampel kolam lindi.....	59
Tabel 17. Ukuran bulir dan domain magnetik pada sampel Sungai dan sampel Selokan.....	61

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kota Padang merupakan salah satu kota besar di propinsi Sumatera Barat, Indonesia. Tingkat kepadatan penduduknya juga sangat besar yaitu sekitar 1.101 jiwa/km<sup>2</sup>. Menurut Jones (1989) dalam Rukmana et.al (1993:32) ada dua faktor yang menyebabkan pesatnya pertumbuhan penduduk perkotaan di Indonesia yaitu: penambahan alami penduduk perkotaan, dan migrasi dari desa ke kota. Dari faktor-faktor tersebut, faktor utama yang menyebabkan kepadatan penduduk kota adalah adanya migrasi dari desa ke kota.

Pertumbuhan kota yang semakin padat tentu akan menyebabkan beberapa hal yang harus dihadapi oleh penduduk kota itu sendiri. Di satu sisi, perkembangan penduduk perkotaan dapat mempermudah akses ekonomi dan ketersediaan tenaga kerja. Sedangkan pada sisi yang lain akan timbul masalah yang sangat umum yaitu masalah tata ruang kota dan masalah sampah perkotaan. Masalah sampah merupakan masalah yang paling serius yang harus dikaji ulang agar dapat mencegah dampak buruk yang ditimbulkan sampah tersebut.

Menurut Huliselan dan Bijaksana (2006), aktifitas rumah tangga dan sampah dapat menghasilkan mineral-mineral magnetik bagi lingkungan. Mineral-mineral magnetik tersebut berasal dari cairan hasil dekomposisi materi sampah atau sering juga dikenal dengan lindi (*leachate*). Menurut Zouboulis, dkk (2004), Lindi merupakan suatu cairan yang berwarna kuning, coklat atau hitam. Cairan ini dapat muncul di tempat penampungan sampah terbuka ataupun yang disertai lapisan tanah tertutup (Aziz, dkk., 2007). Lindi mengandung bahan-bahan organik dan

anorganik dalam konsentrasi yang tinggi termasuk logam berat (Vilomet, dkk., 2003; Acworth dan Jorstad, 2006; Huliselan dan Bijaksana, 2006; oygard., dkk, 2006).

Menurut Pontoh (2003), lindi dapat melarutkan batuan karena kadar organik yang tinggi sehingga mampu melunakkan batuan. Dengan sifat seperti itu, lindi dapat melarutkan seluruh materi sampah baik organik maupun anorganik. Sejalan dengan proses ini, mineral-mineral magnetik yang terkandung dalam sampah akan terlepas kemudian dipindahkan ke kolam penampungan bersama lindi.

Salah satu jenis logam yang ada dalam lindi dapat berupa logam berat seperti timbal (Pb) dan Kadmium (Cd). Kandungan logam berat ini mengalir bersama lindi dan masuk ke dalam sistem perairan Sungai. Pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah industri juga mengandung logam berat misalnya As, Cd, Pb, dan Hg dapat berakumulasi dalam tanaman misalnya padi, rumput, sayuran, dan jenis tanaman lain yang digunakan makanan ternak. Semua logam berat dapat dikatakan sebagai bahan beracun yang akan meracuni makhluk hidup. Sebagai contoh logam berat air raksa (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), dan krom (Cr). Keberadaan lindi ini banyak sekali ditemui di daerah sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

TPA Air Dingin Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah merupakan tempat pembuangan akhir sampah kota Padang. TPA yang berjarak ±17 km dari pusat kota dengan luas areal 30 ha ini telah beroperasi sejak tahun 1989. Pada awal beroperasinya TPA ini menggunakan sistem open dumping dalam menangani sampah di TPA. Open dumping yaitu metode penimbunan

terbuka dan sering disebut metode kuno. Pada tahap ini sampah dikumpulkan dan ditimbun begitu saja dalam lubang yang dibuat pada suatu lahan, biasanya di TPA. Cara ini cukup sederhana yaitu dengan membuang sampah pada suatu legokan atau cekungan tanpa menggunakan tanah sebagai penutup sampah, cara ini sudah tidak direkomendasi lagi oleh Pemerintah RI karena tidak memenuhi syarat teknis suatu TPA Sampah, Open dumping sangat potensial dalam mencemari lingkungan, baik itu dari pencemaran air tanah oleh Leachate (air sampah yang dapat menyerap kedalam tanah), lalat, bau serta binatang seperti tikus, kecoa, nyamuk dan lain-lain.

Selama tahun 1993-1996 TPA beralih menggunakan sistem *sanitary landfill*. *Sanitary landfill* adalah sistem pengolahan sampah yang mengembangkan lahan cekungan dengan syarat tertentu yaitu jenis dan porositas tanah, dimana pada dasar cekungan dilapisi Geotekstil untuk menahan peresapan lindi pada tanah serta dilengkapi dengan saluran lindi. Namun selanjutnya pada tahun 1996 sampai sekarang TPA Air Dingin Kota Padang kembali mengolah sampah secara *open dumping* karena alasan biaya.

Pada TPA Sampah Kota Padang ini terdapat 8 kolam lindi yang digunakan untuk menampung cairan lindi yang dihasilkan oleh sampah. Kolam lindi ini terdiri dari kolam kolam 1 sampai kolam 6 yang dilapisi dengan beton dan kolam 7 sampai kolam 8 yang tidak dilapisi oleh beton. Aliran lindi dari kolam 8 ini berakhir ke aliran sungai. Diduga pada TPA Air Dingin ini terjadi rembesan lindi ke daerah aliran sungai. Hasil pengamatan yang dilakukan di aliran sungai

menunjukkan bahwa sungai berbau dan warnanya berubah. Hal ini dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan masyarakat.

TPA Air Dingin telah beroperasi selama 28 tahun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Huliselan dan Bijaksana (2008) pada lindi yang berasal dari TPA Jalekong Bandung yang telah beroperasi selama 15 tahun menunjukkan bahwa adanya kandungan mineral magnetik yang terdapat pada lindi TPA yaitu *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang memiliki domain jamak (*multi domain*).

Selain untuk mengetahui sifat magnetik dari suatu pencemar, maka penelitian juga berusaha untuk mengidentifikasi bentuk dan ukuran bulir (*grain sizes and shapes*) dari mineral tersebut. Bentuk dan ukuran bulir juga mempengaruhi sifat magnetik dari pencemar. Bulir magnetik yang berukuran besar ( $39 \mu\text{m} - 1.5 \text{mm}$ ) biasanya bersifat domain jamak (*multi-domain*) sedangkan bulir magnetik yang berukuran lebih kecil biasanya bersifat domain tunggal (*single domain*) dan domain tunggal semu (*pseudosingle-domain*). Single domain (SD) adalah domain tunggal yang mempunyai ukuran bulir  $<0.1 \mu\text{m}$  yang momen magnetiknya searah sedangkan multi domain (MD) memiliki ukuran bulir yaitu lebih besar dari  $10 \mu\text{m}$  dan interval ukuran bulir pseudosingle-domain (PSD) untuk *magnetite* yaitu kira-kira sebesar 1-10 mm (Butler : 1992).

Pengukuran ARM (*Anhyseretic Remanent Magnetization*) merupakan metode kemagnetan batuan yang lazim dilakukan untuk menentukan karakterisasi mineral magnetik. Analisa mineral magnetik yang akan dilakukan adalah menentukan ukuran bulir, domain magnetik dan peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization*. Hasil pengukuran ARM adalah berbentuk kurva peluruhan.

Dimana, berdasarkan kurva peluruhan tersebut akan didapatkan ukuran bulir dan domain magnetiknya dengan menggunakan kurva *lowrie-fuller test* sebagai kurva pembandingnya. Menurut Huliselan (2008) menyatakan bahwa mineral magnetik berasosiasi dengan logam berat dan tampak bahwa mineral magnetik dan logam berat berada bersama-sama. Hubungan antara mineral magnetik dan logam berat terjadi melalui masuknya atau terasobsinya logam berat dalam bulir-bulir magnetik.

Berdasarkan uraian diatas, penulis sangat tertarik untuk melakukan pengkajian lebih dalam tentang pengukuran *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM) dalam menentukan ukuran bulir dan domain mineral magnetik pada lindi TPA sampah kota Padang.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang penulis kemukakan maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:” berapa ukuran bulir dan jenis domain mineral magnetik pada lindi di TPA sampah Kota Padang ?”.

### **C. Pembatasan Masalah**

Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini yaitu: Sampel yang diambil pada penelitian ini berjumlah 65 sampel. Sedangkan sampel yang diukur dalam penelitian ini dibatasi sebanyak 10 sampel yang mewakili masing-masing 6 sampel Lindi, 2 Sungai, dan 2 Selokan. Pembatasan banyak sampel yang diukur ini berdasarkan pemilihan terhadap sampel yang memiliki nilai suseptibilitas yang tinggi. Sampel yang memiliki nilai suseptibilitas positif dan tinggi di indikasikan

sebagai bahan ferromagnetik yang diduga ada logam berat yang terkandung pada sampel tersebut.

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

Adapun tujuan penelitian ini adalah menentukan ukuran bulir dan jenis domain mineral magnetik pada lindi di TPA sampah Kota Padang.

#### **E. Mamfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini hendaknya dapat bermamfaat untuk :

1. Bagi masyarakat, memberikan informasi yang berkaitan dengan karakteristik pencemar yang terdapat pada lindi TPA sampah Kota padang yang dapat mencemari lingkungan sekitarnya serta sebagai peringatan awal dalam upaya memantau pencemaran lingkungan sekitar TPA sampah dan bahan pertimbangan bagi Pemerintah Daerah untuk pengelolaan TPA sampah.
2. Bagi peneliti, memberikan informasi dan pengalaman mengenai cara penggunaan metode ARM agar dapat mengetahui ukuran bulir mineral magnetik yang terdapat pada lindi TPA sampah kota Padang.
3. Peneliti lain, sebagai sumber atau acuan bagi peneliti selanjutnya.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Sampah**

Sampah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomis. (Ecolink:1996). Sampah juga merupakan bahan sisa dari kehidupan sehari-hari masyarakat yang dapat berasal dari kegiatan rumah tangga, kegiatan komersial seperti pusat perdagangan, pasar, pertokoan, hotel, restoran, dan tempat hiburan. Sampah juga berasal dari fasilitas sosial seperti rumah ibadah, asrama, rumah tahanan/penjara, rumah sakit, klinik, dan puskesmas.

Fasilitas umum seperti terminal, pelabuhan, bandara, halte kendaraan umum, taman, dan jalan juga dapat menghasilkan berbagai jenis sampah. Serta sampah dari kegiatan Industri dan hasil pembersihan saluran terbuka umum, seperti sungai, danau, dan pantai.

#### **1. Jenis-Jenis Sampah**

Pada umumnya sampah padat dapat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu:

##### **a. Sampah Organik**

Sampah organik (biasa disebut sampah basah) terdiri dari bahan-bahan penyusunnya tumbuhan dan hewan yang diambil dari alam atau dihasilkan dari kegiatan pertanian, perikanan atau yang lain. Sampah ini dengan mudah diuraikan dalam proses alami. Sampah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik, misalnya sampah dari dapur, sisa tepung, sayuran dan lain-lain.

### **b. Sampah Anorganik**

Sampah Anorganik (biasanya disebut sampah kering) berasal dari sumber daya alam tak terbarui seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Beberapa dari bahan ini tidak terdapat di alam seperti plastik dan aluminium. Sebagian zat anorganik secara keseluruhan tidak dapat diuraikan oleh alam, sedang sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga, misalnya berupa botol, botol, tas plastik. Kertas, koran, dan karton merupakan pengecualian. Berdasarkan asalnya, kertas, koran, dan karton termasuk sampah organik. Tetapi karena kertas, koran, dan karton dapat didaur ulang seperti sampah anorganik lain (misalnya gelas, kaleng, dan plastik), maka dimasukkan ke dalam kelompok sampah anorganik.

Sampah anorganik juga banyak berasal dari kegiatan industri seperti besi/logam, timbal dan sebagainya. Timbal banyak dimanfaatkan oleh kehidupan manusia seperti sebagai bahan pembuat baterai, amunisi, produk logam (logam lembaran, solder, dan pipa), perlengkapan medis (penangkal radiasi dan alat bedah), cat, keramik, peralatan kegiatan ilmiah/praktek (papan sirkuit/CB untuk komputer) untuk campuran minyak bahan - bahan untuk meningkatkan nilai oktan. Setelah bahan-bahan yang terbuat dari logam atau timbal tidak dipergunakan lagi maka bahan tersebut akan dibuang ke TPA sampah.

## 2. Dampak Sampah bagi Manusia dan Lingkungan

Keberadaan sampah yang tidak terkelola dengan baik akan memberikan dampak negatif yang sangat merugikan makhluk hidup disekitarnya. Adapun dampak negatif sampah bagi manusia dan lingkungan adalah:

### a. Dampak Sampah terhadap Kesehatan

Potensi bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh sampah adalah seperti Penyakit diare, kolera, tifus dapat menyebar dengan cepat karena virus yang berasal dari sampah dengan pengelolaan tidak tepat dapat bercampur dengan air minum. Penyakit demam berdarah (*haemorrhagic fever*) dapat juga meningkat dengan cepat di daerah yang pengelolaan sampahnya kurang memadai. Penyakit jamur dapat juga menyebar (misalnya jamur kulit). Penyakit yang dapat menyebar melalui rantai makanan. Salah satu contohnya adalah suatu penyakit yang dijangkitkan oleh cacing pita (*taenia*). Cacing ini sebelumnya masuk ke dalam pencernaan binatang ternak melalui makanannya yang berupa sisa makanan atau sampah.

Sampah yang berasal dari logam berat juga sangat berbahaya bagi kesehatan. Sistem syaraf yang kena pengaruh logam berat atau timbal dengan konsentrasi logam berat/timbal dalam darah di atas 80 µg/100 ml, dapat terjadi enselopati. Hal ini dapat dilihat melalui gejala seperti gangguan mental yang parah, kebutaan dan epilepsi dengan atrofikortikal atau dapat secara tidak langsung berkurangnya persepsi sensorik sehingga

menyebabkan kurangnya kemampuan belajar, penurunan intelegensia (IQ), atau mengalami gangguan perilaku seperti sifat agresif, destruktif, serta ketidakstabilan emosi dan iritabilitas yang sangat tinggi.

#### **b. Dampak Sampah terhadap Lingkungan**

Cairan rembesan sampah yang masuk ke dalam drainase atau sungai akan mencemari air. Berbagai organisme termasuk ikan dapat mati sehingga beberapa spesies akan lenyap, hal ini mengakibatkan berubahnya ekosistem perairan biologis. Penguraian sampah yang dibuang ke dalam air akan menghasilkan asam organik dan gas-cair organik, seperti metana. Selain berbau kurang sedap, gas ini dalam konsentrasi tinggi dapat meledak.

#### **c. Dampak Sampah terhadap Keadaan Social Dan Ekonomi**

Pengelolaan sampah yang kurang baik akan membentuk lingkungan yang kurang menyenangkan bagi masyarakat: bau yang tidak sedap dan pemandangan yang buruk karena sampah bertebaran dimana-mana. Memberikan dampak negatif terhadap kepariwisataan. Pengelolaan sampah yang tidak memadai menyebabkan rendahnya tingkat kesehatan masyarakat. Hal penting di sini adalah meningkatnya pembiayaan secara langsung (untuk mengobati orang sakit) dan pembiayaan secara tidak langsung (tidak masuk kerja, rendahnya produktivitas). Pembuangan sampah padat ke badan air dapat menyebabkan banjir dan akan memberikan dampak bagi fasilitas pelayanan umum seperti jalan, jembatan, drainase, dan lain-lain. Infrastruktur lain dapat juga dipengaruhi

oleh pengelolaan sampah yang tidak memadai, seperti tingginya biaya yang diperlukan untuk pengolahan air. Jika sarana penampungan sampah kurang atau tidak efisien, orang akan cenderung membuang sampahnya di jalan. Hal ini mengakibatkan jalan perlu lebih sering dibersihkan dan diperbaiki.

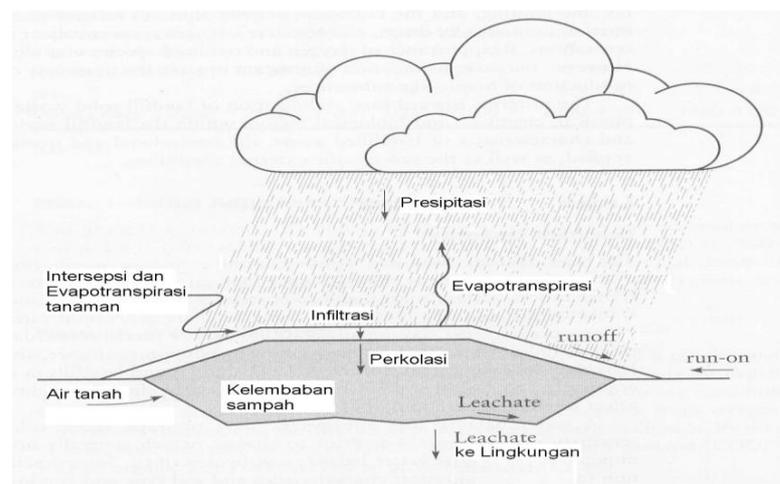
### **B. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah dan Lindi**

Biasanya sampah di suatu daerah akan dikumpulkan di suatu tempat yang sering disebut tempat pembuangan akhir (TPA). TPA Sampah adalah tempat mengkarantinakan sampah atau menimbun sampah yang di angkut dari sumber sampah sehingga tidak mengganggu lingkungan. Menurut SNI 03-3241-1994, tempat pembuangan akhir (TPA) sampah adalah sarana fisik untuk berlangsungnya kegiatan pembuangan akhir sampah berupa tempat yang digunakan untuk mengkarantina sampah kota secara aman. Lokasi TPA sampah biasanya jauh dari pemukiman penduduk. Ini dilakukan untuk menghindari dampak-dampak negatif terhadap aktifitas penduduk.

Cairan pekat dari TPA yang berbahaya terhadap lingkungan dikenal dengan istilah *leachate* atau lindi. Cairan ini berasal dari proses perkolasi/percampuran (umumnya dari air hujan yang masuk kedalam tumpukan sampah), sehingga bahan-bahan terlarut dari sampah akan terekstraksi atau berbaur. Cairan ini harus diolah dari suatu unit pengolahan *aerobik* atau *anaerobik* sebelum dibuang ke lingkungan. Tingginya kadar COD dan *ammonia* pada lindi (bisa mencapai ribuan mg/L), sehingga pengolahan air lindi tidak boleh dilakukan sembarangan.

Lindi didefinisikan sebagai suatu cairan yang dihasilkan dari pemaparan air hujan pada timbunan sampah. Lindi membawa materi tersuspensi dan terlarut yang merupakan produk degradasi sampah. Komposisi lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis sampah terdeposit, jumlah curah hujan di daerah TPA dan kondisi spesifik tempat pembuangan tersebut.

Lindi pada umumnya mengandung senyawa-senyawa organik (Hidrokarbon, Asam Humat, Sulfat, Tanat dan Galat) dan anorganik (Natrium, Kalium, Kalsium, Magnesium, Klor, Sulfat, Fosfat, Fenol, Nitrogen dan senyawa logam berat) yang tinggi.



Gambar 1. Skema Proses Terjadinya Lindi (Damanhuri, 2008)

Gambar 1 merupakan skema proses terjadinya lindi. Lindi merupakan larutan yang terjadi akibat proses *infiltrasi* dan proses *perkolasi* terhadap sampah. Menurut Soemirat (1996), *Leachate* adalah larutan yang terjadi akibat bercampurnya air limpasan hujan (baik melalui proses *infiltrasi* maupun proses *perkolasi*) dengan sampah yang telah membusuk dan mengandung zat tersuspensi

yang sangat halus serta mikroba patogen. *Leachate* dapat menyebabkan kontaminasi yang potensial baik bagi air permukaan maupun air tanah. Hal ini diakibatkan karena kandungan BOD yang tinggi yaitu sekitar 3.500 mg/L.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Estevanus Kristian Huliselan dan Satria Bijaksana (2007) pada lindi yang berasal dari TPA Jelesong di luar kota Bandung, diketahui bahwa mineral magnetik pada lindi sebagai salah satu pencemar lingkungan adalah *magnetite* ( $Fe_3O_4$ ) yang memiliki ukuran bulir yang cukup besar dan memiliki domain jamak (*multidomain*, MD).

### **C. Sifat Magnetik Bahan**

Bahan yang ada dilapisan bumi ini, baik dipermukaan maupun di lapisan bawah permukaan bumi ini tersusun dari atom-atom dan molekul-molekul yang berbeda. Atom-atom tersebut terdiri dari inti dan elektron yang selalu bergerak mengelilingi inti. Akibatnya timbul momen dipol yang dapat menimbulkan arus listrik. Akibat dari timbulnya arus listrik tersebut maka dapat menimbulkan medan magnet.

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

#### **1. Bahan Diamagnetik**

Bahan diamagnetik ini merupakan bahan atau material yang mempunyai sifat kemagnetan paling rendah dari bahan lainnya. Menurut Hunt (1991), bahan diamagnetik mempunyai medan magnet yang masing-masing atom dan molekulnya adalah nol. Sifat diamagnetik dimiliki oleh semua bahan, walaupun sifat magnetiknya sangat lemah. Bahan diamagnetik terdiri atas

atom-atom atau molekul-molekul yang tidak memiliki dipol magnet permanen. Jika bahan tersebut di dalam medan magnet, terinduksi momen dipol sedemikian rupa maka medan magnet didalam bahan lebih kecil daripada medan luar .

Adapun contoh bahan atau logam yang mempunyai sifat diamagnetik adalah timah, emas (Au), dan perak (Ag). Logam-logam tersebut mempunyai nilai suseptibilitas yang berharga kecil dan negatif ( $\chi < 0$ ). Diamagnetik memiliki nilai suseptibilitas ( $\chi$ ) rendah dan negatif (Sulistijo, dkk : 2002). Suseptibilitas ( $\chi$ ) merupakan suatu harga yang menyatakan kerentanan suatu bahan terhadap sifat magnet yang diberikan kepadanya.

## **2. Bahan Paramagnetik**

Karakteristik dari bahan yang bersifat paramagnetik yaitu memiliki momen magnetik permanen yang akan cenderung menyearahkan diri sejajar dengan arah medan magnet dan harga suseptibilitas magnetiknya berbanding terbalik dengan suhu (T). Bahan paramagnetik mempunyai resultan momen magnet masing-masing atom atau molekulnya yaitu nol dengan nilai suseptibilitas ( $\chi$ ) berharga positif dan kecil yaitu :  $\chi > 0$  , namun  $\chi \ll 1$  (Sulistijo,dkk : 2002).

Jika medan magnetik luarnya tidak ada maka sifat kemagnetan dari bahan paramagnetik tidak akan memperlihatkan efek magnetiknya. Magnetisasi pada bahan paramagnetik ini hanya dapat terjadi jika adanya induksi medan magnet eksternal. Magnetisasi dari bahan paramagnetik akan berkurang menuju nol saat medan magnetnya dihilangkan (Hunt:1991).

Adapun contoh bahan yang termasuk kedalam bahan paramagnetik yaitu tembaga dan mangan.

### **3. Bahan Ferromagnetik**

Ferromagnetik memiliki elektron tidak berpasangan sehingga atom mereka memiliki momen magnet yang baik. Mereka mendapatkan sifat magnet yang kuat karena keberadaan domain magnetik. Dalam domain ini, sejumlah besar atomnya adalah sejajar paralel sehingga gaya magnet dalam domain yang kuat.

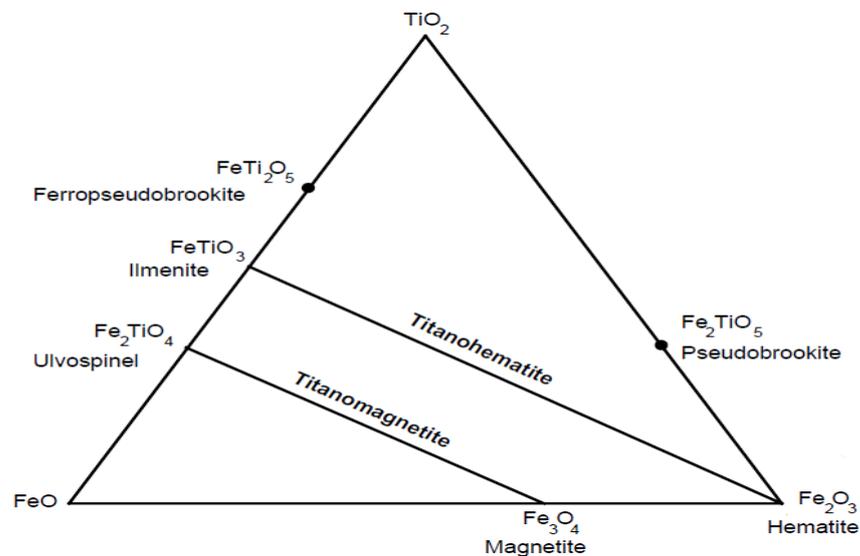
Menurut Hunt (1991), bahan ferromagnetik akan menunjukkan kurva histerisis jika diberi medan dari luar kemudian medan tersebut dikurangi sampai nol. Bahan ferromagnetik mempunyai harga suseptibilitas ( $\chi$ ) positif dan besar yaitu 106 kali lebih besar dari bahan diamagnetik dan paramagnetik yaitu :  $\chi > 0$  , dan  $\chi \gg 1$  (Sulistijo, dkk : 2002). Pada bahan ferromagnetik ini, magnetisasinya akan berkurang jika suhu dinaikkan dan akan menjadi nol pada temperatur *curie* ( $T_c$ ). Saat dimana magnetisasinya mencapai harga maksimum disebut dengan magnetisasi saturasi. Contoh bahan ferromagnetik adalah besi, nikel, dan kobalt.

#### **D. Mineral Magnetik**

Mineral magnetik biasanya sering ditujukan untuk bahan atau mineral yang bersifat ferromagnetik saja. hal ini dikarenakan bahan ferromagnetik merupakan bahan yang memiliki sifat magnet yang kuat. Mineral ferromagnetik pada umumnya berasal dari keluarga besi titanium oksida, sulfida besi dan hidroksi besi. *pyrite* ( $FeS_2$ ) dan *pyrrhotite* ( $Fe_7S_8$ ) adalah mineral magnetik yang berasal

dari keluarga sulfida besi. Mineral magnetik yang berasal dari keluarga hidroksida besi adalah *gothite*. Sedangkan mineral magnetik yang termasuk keluarga besi titanium oksida adalah *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematite* ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), dan *maghemite* ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ).

Mineral magnetik yang paling dominan terdapat pada keluarga besi titanium oksida, sehingga besi titanium oksida dianggap mineral magnetik yang paling penting di bumi ini. Komposisi besi oksida titanium (*FeTi*) dapat digambarkan dalam diagram ternary  $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$ . (Buttler,1998:20)



Gambar 2. Diagram Ternary  $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$  (Buttler, 1998)

Gambar diatas menjelaskan posisi dari bawah ke atas menunjukkan peningkatan  $\text{Ti}^{4+}$  terhadap besi, sedangkan posisi dari kiri ke kanan menandakan meningkatnya rasio  $\text{Fe}^{3+}$  terhadap  $\text{Fe}^{2+}$ . (Butler, 1998). Artinya, sifat magnetik akan bertambah dengan bertambahnya kandungan Fe dan berkurangnya kandungan Ti, demikian sebaliknya. Sifat magnetik yang menonjol dibawah oleh deret titanomagnetit yaitu mineral magnetit. Mineral ini banyak ditemukan pada

berbagai batuan beku, metamorf, dan sedimen. Pasir besi adalah salah satu contoh batuan sedimen yang didominasi oleh mineral magnetit.

### 1. *Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)*

*Magnetite* memiliki komposisi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang berwarna hitam mengkilat dengan permukaan yang mengkilat. *Magnetite* merupakan mineral magnetik yang paling kuat dengan saturasi pada medan  $\leq 300 \text{ mT}$ . *Magnetite* bersifat ferromagnetik dengan temperatur curie 580<sup>0</sup> dan magnetisasi 90 Am<sup>2</sup>/kg sampai dengan 93 Am<sup>2</sup>/kg. Oksida besi merupakan jenis dari *magnetite* yang dapat dilihat dari butirannya. (Butler : 1998)

### 2. *Hematite*

*Hematite* mempunyai struktur hexagonal dan bersifat rapuh, sangat berat dan tidak terbelah-belah. Mineral *hematite* bersifat ferromagnetik dengan magnetisasi saturasinya 0.2 sampai dengan 0.2 Am<sup>2</sup>/kg. (Butler:1998)

Mineral *hematite* sangat banyak dijumpai di alam, khususnya banyak terdapat pada tanah dan sedimen yang biasanya digunakan untuk kepentingan lingkungan. Massa mineral *hematite* ini berisi butiran-butiran dengan mineralnya berwarna merah kecoklatan.

## E. Mineral Magnetik Sebagai Indikator Pencemaran Lingkungan

Metode kemagnetan batuan saat ini sudah banyak di kembangkan secara luas untuk mencari masalah lingkungan. Prinsip yang mendasarinya adalah adanya asumsi bahwa kehadiran dan kelimpahan mineral magnetik mungkin mencerminkan kondisi lingkungannya (Fitriani dan Huliselan,2010). Keberadaan mineral magnetik pada lingkungan salah satunya disebabkan oleh berbagai

macam polutan seperti pada pencemaran air tanah yang disebabkan oleh suatu cairan yang dihasilkan dari pemaparan air hujan pada timbunan sampah yang disebut lindi.

Jenis mineral magnetik yang pernah ditemukan sebagai polutan adalah *magnetite* ( $Fe_3O_4$ ). Kajian mineral magnetik dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran lingkungan salah satunya dilihat pada sampel lindi yang diidentifikasi jenis mineral magnetiknya. Sejumlah penelitian membuktikan bahwa semakin tinggi kandungan logam berat, maka makin tinggi pula parameter magnetik, terutama nilai suseptibilitas dan memiliki ukuran bulir yang besar.

Menurut Huliselan dan Bijaksana (2007), Lindi yang berasal dari TPA Sarimukti memiliki suseptibilitas magnetik bervariasi pada kisaran 58.50-203.13 dan mengandung *magnetite* ( $Fe_3O_4$ ) sebagai salah satu pencemar lingkungan yang cenderung berbulir jamak (*multi domain*) dengan ukuran bulir  $> 10 \mu m$ . Penelitian yang dilakukan oleh Silvia Candra (2013) tentang pemetaan nilai suseptibilitas magnetik pada *Top Soil* sebagai indikator penyebaran logam berat di sekitar jalan Soekarno-Hatta Malang menyatakan bahwa munculnya logam berat pada pengujian XRF dengan nilai suseptibilitas yang tinggi yaitu dengan rentang  $592,7 \times 10^{-8} m^3/kg$  sampai  $9847 \times 10^{-8} m^3/kg$ .

Menurut Huliselan (2008), mineral magnetik dan logam berat berasal sumber-sumber yang bersifat anthropogenic seperti sampah rumah tangga dan aktifitas lalu lintas. Selain itu dalam penelitian ini diperoleh bahwa mineral magnetik berasosiasi dengan logam berat dan tampak bahwa mineral magnetik dan logam berat berada bersama-sama. Beberapa asumsi yang digunakan menyatakan bahwa

kandungan logam berat dan kandungan mineral magnetik pada lumpur lindi dipengaruhi oleh komposisi sampah, lapisan tanah penutup, alas tumpukan sampah (*liner*), dan umur TPA. Mineral magnetik yang bersifat antropogenik mempunyai sifat-sifat magnetik yang berbeda dengan mineral magnetik alamiah, diantaranya sampah-sampah bahan industri. Lindi yang diambil dari kolam lindi di sekitar TPA, tidak saja terdiri dari bagian cair tetapi juga mempunyai bagian padat berupa endapan lumpur yang dihasilkan oleh proses pengendapan partikel-partikel padatan yang terikut dalam aliran lindi.

Sampah-sampah dari bahan industri ini dapat berupa sampah anorganik yang tidak dapat diuraikan oleh alam, sedangkan sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang cukup lama. Logam berat merupakan salah satu jenis sampah anorganik yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

#### **F. Domain Magnetik**

Bentuk dan sifat suatu bahan yang bersifat mineral magnetik di muka bumi ini sangat dipengaruhi oleh bentuk serta ukuran bulir dari mineral magnetik tersebut. Ukuran dari bulir magnetik suatu bahan akan mempengaruhi kestabilannya (Hunt : 1991).

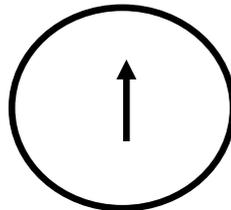
Bulir ferromagnetik mempunyai sifat kemagnetan yang kuat dan terdiri dari daerah yang magnetisasinya spontan dan seragam yang sering dikenal dengan domain magnetik. Domain magnetik biasanya terdiri dari lebih dari satu domain dan setiap domain terdiri dari jutaan dipol (Griffiths:1999). Antara satu domain dengan domain yang lainnya dibatasi oleh suatu dinding yang disebut dinding

domain (domain wall). Energi pertukarannya akan menyebabkan momen dipol magnetik yang melalui dinding domain akan berbentuk spiral (Butler. F:1991).

Domain magnetik ada 3 yaitu :

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

Single domain adalah domain magnetik yang mengacu kepada keadaan ferromagnetik, dimana memiliki satu ruang dan satu arah medan magnetik. Single domain merupakan pembawa informasi magnetik yang baik. Single domain adalah domain tunggal yang mempunyai ukuran bulir  $< 1 \mu\text{m}$  yang momen magnetiknya searah (Butler : 1992). Bulir-bulir SD mempunyai sifat magnetik yang sangat berbeda dengan bulir-bulir MD. Stabilitas magnetisasi pada bulir SD jauh lebih baik dibandingkan dengan hal yang sama pada bulir MD. Biasanya single domain ini sering disebut *hard magnetic* (magnetik keras) (Dunlop dan Ozdemir : 1997).



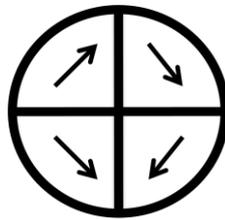
Gambar 3. Skema Single Domain (Tauxe:1998).

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

Multi domain adalah domain magnetik yang memiliki banyak ruang dan banyak pola arah medan magnetik yang berbeda dalam tiap ruang. Domain jamak ini mempunyai ukuran bulir yang besar yaitu  $> 10 \mu\text{m}$  (Butler:1992). Magnetisasi yang terjadi pada bulir ini akan searah dengan medan jika bulir ini diberi medan magnetik dan akan mengakibatkan domain wall hancur

dengan pemberian medan yang kuat dan magnetisasi mencapai keadaan saturasi. Stabilisasi pada bulir multi domain sangat mudah dipengaruhi medan luar.

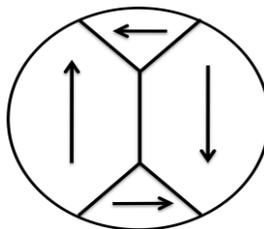
Domain-domain magnetik akan menuju ke tempat semula saat medan magnet dihilangkan dan akibatnya domain wall akan kembali ke keadaan semula dan menghasilkan magnetisasi remanen yang kecil. Biasanya domain jamak ini sering disebut soft magnetic (Dunlop dan Ozdemir:1997).



Gambar 4. Skema Multi Domain (Tauxe:1998).

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

*Pseudo single domain* adalah domain magnetik, dimana domainnya memiliki banyak ruang namun hanya memiliki satu pola arah medan magnetik. PSD merupakan bulir-bulir yang berukuran transisi yang mempunyai hanya 2 sampai 3 domain saja. kelakuan PSD lebih mirip dengan SD sehingga sering disebut bulir domain tunggal semu. Ukuran bulir PSD untuk magnetite berkisar antara 1-10  $\mu\text{m}$  (Butler : 1992).



Gambar 5. Skema Pseudo Single Domain (Tauxe:1998).

### ***G. Anhysteretic Remanent Magnetization (ARM)***

ARM diperoleh dari hasil kombinasi medan bolak balik (AF) yang besar dengan medan searah (DC) yang kecil. ARM diberikan dengan mengurangi secara perlahan dari titik puncak *Alternating-field* (AF) sampai nol yang bersamaan dengan pemberian medan DC dan merupakan teknik laboratorium yang digunakan untuk mengkarakteristik magnetik suatu bahan (Hunt:1991). Analisa magnetik yang dapat dilakukan pada pengukuran ini yaitu mencakup ukuran bulir, domain magnetik dan kestabilan intensitas magnetisasinya.

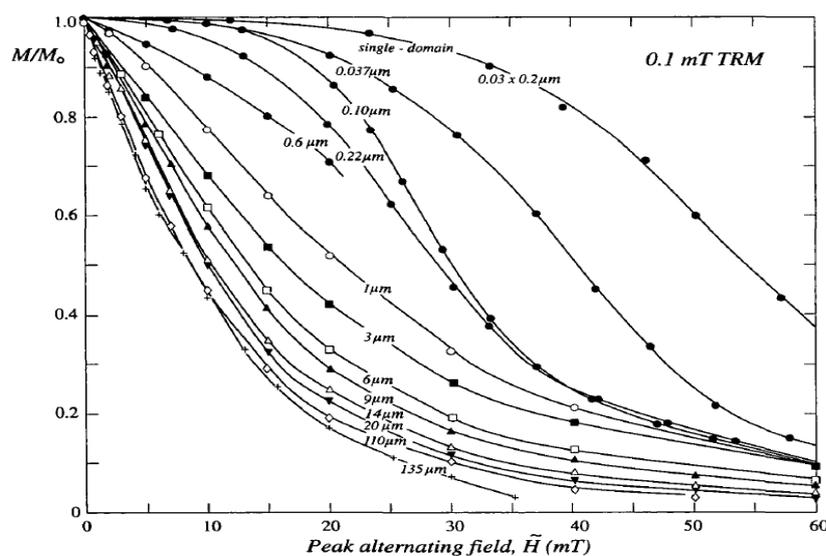
Bulir ferromagnetik yang dibawa ARM merupakan bulir dengan gaya koersif mikroskopik sampai amplitudo maksimum dari medan magnetik AF yang digunakan untuk memberikan ARM. Bulir SD dan PSD jauh lebih efektif dibandingkan dari bulir MD (Butler. F:1991). *Anhysteretic remanent magnetization* merupakan salah satu magnetisasi yang diperoleh dilaboratorium dengan sumber remanen semu dalam demagnetisasi medan bolak balik (AF) dan elektromagnetik analog dari *termoremanent*.

ARM paralel terhadap arah medan. Peralatan untuk pengukuran ARM terdiri dari kumpuran untuk menghasilkan arah dan medan bolak-balik. Arah medan biasanya dalam *range* 50-500  $\mu\text{T}$ , sedangkan puncak medan bolak-balik mencapai 200 mT. Untuk memberikan magnitudo pada puncak medan bolak-balik dengan intensitas maksimum akan tercapai jika arah kedua medannya paralel (Collinson:1997).

## H. Metoda Identifikasi Ukuran Bulir

Untuk mengetahui kestabilan suatu bahan maka terlebih dahulu kita harus mengetahui ukuran bulir magnetik pada bahan tersebut. Dalam kemagnetan dikenal dua cara yang dapat digunakan untuk mengetahui ukuran bulir dan jenis domain magnetik dari suatu bahan yaitu dengan menggunakan kurva *Lowrie and Fuller Test* dan dengan menggunakan *King's Plot*. Kedua cara ini mempunyai perbedaan yang sangat mendasar. Penelitian ini menggunakan kurva *Lowrie and Fuller Test* yang dihasilkan dari ARM..

Penentuan ukuran bulir dengan menggunakan kurva *Lowrie and Fuller Test* yaitu menggunakan konsep respon bahan apabila diberi medan bolak-balik atau demagnetisasi. Dari hasil pengukuran 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 relatif (Dunlop:1973).



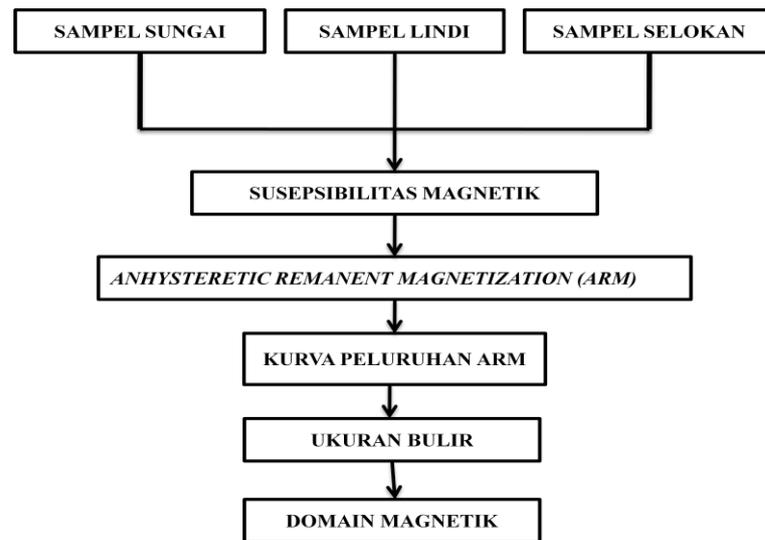
Gambar 6. Kurva *Lowrie and Fuller Test* (Dunlop,D., O. Ozdemir)

*Lowrie-fuller test* digunakan untuk menentukan ukuran bulir magnetik pada magnetite pembawa NRM dari TRM dalam suatu sampel. Selain itu, kurva *lowrie-fuller test* juga dapat digunakan untuk menentukan domain magnetik. Sampel yang berukuran bulir magnetik  $< 1 \mu\text{m}$  mempunyai domain magnetik SD. Sampel yang berukuran bulir  $1 - 10 \mu\text{m}$  mempunyai domain magnetik PSD dan sampel yang berukuran bulir magnetik  $> 10 \mu\text{m}$  mempunyai domain magnetik MD.

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

### **I. Kerangka Berpikir**

Untuk mengetahui ukuran bulir dan domain magnetik pada lindi TPA sampah Kota Padang dapat dilakukan beberapa langkah pengukuran seperti Gambar 7.



Gambar 7. Skema Kerangka Berpikir

Sampel yang diukur pada penelitian ini diambil dari tiga jenis sampel yang berbeda yaitu sampel Lindi, sampel Sungai dan sampel Selokan. Semua sampel yang diambil kemudian diukur nilai suseptibilitasnya. Berdasarkan sampel yang telah diukur nilai suseptibilitas magnetiknya maka akan dipilih 10 sampel yang mewakili masing-masing titik pengambilan sampel dan memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang tinggi untuk dilakukan pengukuran ARM.

Hasil data pengukuran ARM akan menghasilkan kurva peluruhan, dimana dari hasil kurva peluruhan tersebut akan didapatkan ukuran bulir dengan menggunakan kurva *Lowrie-fuller test* sebagai kurva pembandingnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal yakni:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap semua sampel, dapat diperoleh kurva peluruhan yang menurun secara drastis dan MDF yang cepat meluruh sehingga mengindikasikan bahwa mineral magnetik lindi tersebut cenderung tidak stabil terhadap medan demagnetisasi.
2. Ukuran bulir yang diperoleh dari penelitian ini cukup beragam yaitu berkisar antara 6  $\mu\text{m}$  - besar dari 135  $\mu\text{m}$ . Ukuran bulir pada sampel lindi yaitu pada sampel TPAK 1A yaitu 6  $\mu\text{m}$ , pada sampel TPAK 2D yaitu 6  $\mu\text{m}$ , pada sampel TPAK 4E yaitu 9  $\mu\text{m}$ , Pada sampel TPAK.6C yaitu 9  $\mu\text{m}$ , pada sampel TPAK.7C yaitu 20  $\mu\text{m}$ , dan pada sampel TPAK 8E yaitu 135  $\mu\text{m}$ . Ukuran bulir pada sampel Sungai yaitu : pada sampel TPAS.0 yaitu 110  $\mu\text{m}$  dan pada sampel TPAS.8 yaitu >135  $\mu\text{m}$ . Sedangkan ukuran bulir pada sampel Selokan yaitu : pada sampel TPASK 2 yaitu 135  $\mu\text{m}$  dan pada sampel TPASK.7 yaitu 135  $\mu\text{m}$ .
3. Domain Magnetik yang diperoleh dari hasil penelitian semua sampel adalah *pseudo single domain* (PSD) dan *multi domain* (MD). Hal ini dapat dilihat dari penurunan kurva peluruhan yang drastis dan ukuran bulirnya yang besar yaitu > 1  $\mu\text{m}$ .

**B. Saran**

Sampel yang diambil pada penelitian ini adalah sampel lindi di sekitar TPA sampah Kota Padang. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar menggunakan sampel yang lebih jauh dari daerah sekitar TPA untuk mengetahui pencemaran yang terjadi akibat lindi tersebut.