

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

Risaldi Putra^{*)}, Mahrizal^{**)}, Fatni Mufit^{**)}

^{*)}Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

^{**)}Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

email: Risaldiputra@gmail.com

ABSTRACT

Padang city has landfill located in Air Dingin Village Balai Gadang Koto Tengah Subdistrict of Padang. This landfill has some leachates that assumed there is seepage from leachate pond to the river and drain. The results observation present that the river is decomposed and its color is changed so it obliged to research about Pollutants of Landfill (TPA) Padang City Mineral Magnetic Basis. The purpose of the research is to determinate grain size and mineral magnetic domain in Leachates of Landfill (TPA) Padang City by using ARM (Anhysteretic Remanent Magnetization) Method. The samples research were 6 samples that taken from leachate pond, the river, and drain at landfill (TPA) area. Measuring instruments that utilized were Ekman Grab, Susceptibility Meter, Molsfin AF demagnetizer, PARM (Partial Anhysteretic Remanent Magnetization) and Minispin Magnetometer. The data collection was analyzed by plotting the correlation between relative intensity (I/I_0) and magnetic field by using Lowrie and Fuller Kurve Test as comparative kurve for measuring grain size and magnetic domain. The research results showed that grain size of leachate pond sample is about $6\ \mu\text{m}$ up to $135\ \mu\text{m}$, whereas grain size of river and drain samples are about $110\ \mu\text{m}$ up to $135\ \mu\text{m}$. Magnetic domain sample was obtained of the research result is pseudo single domain (PSD) and multi domain (MD). Grain size was obtained from river and drain sample bigger than grain size of leachate pond sample. Mineral magnetic of leachate pond is more disposed to PSD whereas mineral magnetic of river and drain is more disposed to MD. Based on the results, the river and drain samples are expected that it has contaminated mineral magnetic of leachate pond (anthropogenic).

Keywords : Grain Size, Magnetic Domain, Mineral Magnetic, Leachate, ARM.

PENDAHULUAN

Permasalahan yang sangat umum di kota besar 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. Aktivitas rumah tangga dan sampah dapat menghasilkan berbagai jenis mineral-mineral magnetik bagi lingkungan. Mineral-mineral magnetik ini berasal dari cairan hasil dekomposisi materi sampah atau sering juga dikenal dengan lindi (*leachate*)^[1].

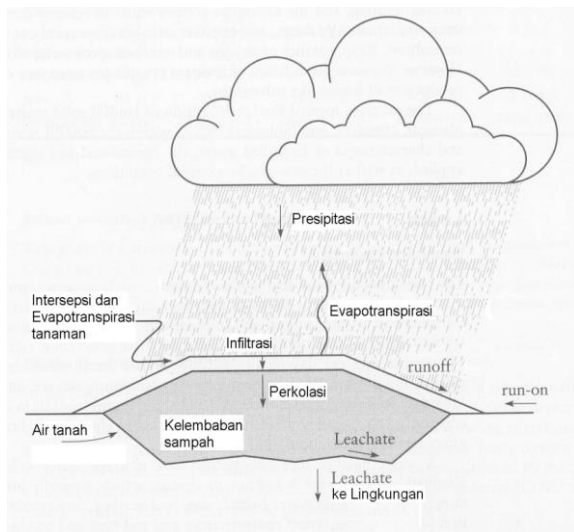
Pengelolaan akhir sampah biasanya dilakukan di suatu tempat yang dinamakan dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). TPA Sampah Air Dingin Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tengah merupakan tempat pembuangan akhir sampah kota Padang. TPA yang berjarak $\pm 17\ \text{km}$ dari pusat kota dengan luas areal $30\ \text{ha}$ ini telah beroperasi sejak tahun 1989. Pada awal beroperasinya TPA ini menggunakan sistem open dumping dalam menangani sampah di TPA.

Selama tahun 1993-1996 di TPA ini beralih menggunakan sistem *sanitary landfill* yang telah dilengkapi oleh saluran lindi. *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. 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 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 sekitar TPA.

Lindi merupakan cairan pekat yang berasal dari TPA sampah dan berbahaya terhadap lingkungan. Cairan ini berasal dari proses pencampuran dari air hujan yang masuk ke dalam tumpukan sampah, sehingga bahan-bahan terlarut dari sampah akan terekstraksi atau berbau. Tingginya kadar COD dan ammonia pada lindi (bisa mencapai ribuan mg/L), sehingga pengolahan lindi tidak boleh dilakukan sembarangan. Lindi dapat digolongkan sebagai senyawa yang sulit didegradasi, yang mengandung bahan-bahan polimer (makro molekul) dan bahan organik sintetik^[2].



Gambar 1. Skema Proses Terjadinya Lindi^[3].

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 di pindahkan ke kolam penampungan bersama lindi^[4]. 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^[5].

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).

Mineral magnetik dan logam berat berasal sumber-sumber yang bersifat anthropogenic seperti sampah rumah tangga dan aktifitas lalu lintas. Mineral magnetik juga berasosiasi dengan logam berat dan tampak bahwa mineral magnetik dan logam berat berada bersama-sama^[1].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat magnetik yang terdapat pada suatu pencemar dengan mengidentifikasi bentuk dan ukuran bulir (*grain sizes and shapes*) dari mineral tersebut. Bentuk dan ukuran bulir juga mempengaruhi sifat magnetik dari suatu pencemar.

Bulir magnetik yang berukuran besar (besar dari 10 μ m) 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 0.1-1 μ m yang momen magnetiknya searah. *Multi Domain* (MD) adalah domain magnetik yang memiliki banyak ruang dan banyak pola arah medan magnetik yang berbeda dalam tiap ruang. MD memiliki ukuran bulir yaitu lebih besar dari 10 μ m. *Pseudo Single Domain* (PSD) adalah domain magnetik, dimana domainnya memiliki banyak ruang namun hanya memiliki satu pola arah medan magnetik. Interval ukuran bulir *Pseudo Single Domain* (PSD) untuk *magnetite* yaitu kira-kira sebesar 1-10 μ m^[6].

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 ARM. 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.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran bulir dan domain mineral magnetik pada lindi TPA Sampah Kota Padang.

METODELOGI PENELITIAN

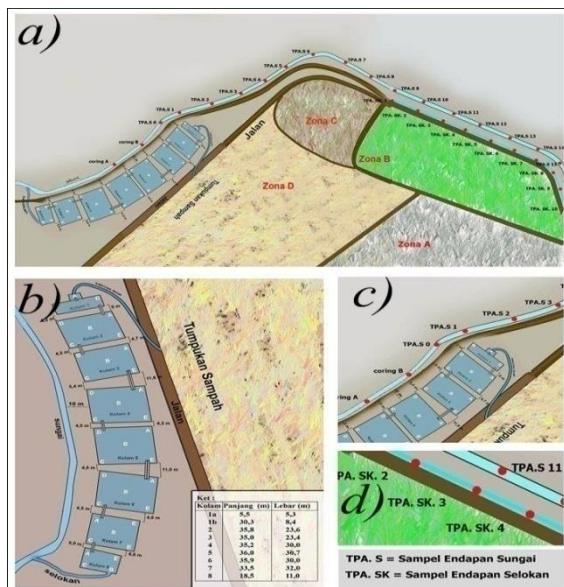
Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, dimana penelitian ini tidak hanya dilakukan dengan mengukur jenis sampel yang di ambil di lapangan tetapi juga mencakup analisa dan interpretasi data. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kemagnetan Batuan ITB dan pengambilan sampelnya diambil di TPA Sampah Kota Padang.

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Susceptibility meter*, *Molspin AF Demagnetizer*, *PARM* (*Partial Anhyseretic Remanent Magnetization*), serta *Minispin Magnetometer*. *Bartington Susceptibility meter* digunakan untuk mengukur nilai suseptibilitas magnetik suatu bahan. *Molspin AF Demagnetizer* digunakan untuk mendemagnetisasi sampel dengan memberikan medan bolak-balik. *PARM* (*Partial Anhyseretic Remanent Magnetization*) ini digunakan untuk menentukan nilai suseptibilitas ARM. *Minispin Magnetometer* digunakan untuk mengukur intensitas ARM. Sedangkan sampel endapan lindi diambil menggunakan alat *Ekman Grab*.



Gambar 2. Proses Pengambilan Sampel Lindi di Kolam Lindi

Sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 6 sampel yaitu TPAK.1A untuk kolam 1, TPAK.4E untuk kolam 4, TPAK.6C untuk kolam 6, TPAK.8E untuk kolam 8, TPAS.0 untuk sungai awal dan TPASK.2 untuk selokan 2. Adapun sketsa tempat pengambilan sampel seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Gambar Sketsa Tempat Pengambilan Sampel Lindi TPA Air Dingin Kota Padang. a) Lokasi Pengambilan Sampel Lindi Secara Keseluruhan. b) Lokasi Pengambilan Sampel pada Kolam Lindi. c) Lokasi Pengambilan Sampel di Sungai. d) Lokasi pengambilan sampel Selokan.

Sebelum dilakukan pengukuran sampel dengan menggunakan metode ARM maka perlu dipertimbangkan dalam memilih sampel yang akan diukur tersebut. Adapun sampel yang dipilih adalah sampel lindi yang sudah dikeringkan, diayak dan

diukur nilai suseptibilitasnya. Sampel yang mempunyai nilai suseptibilitas tinggi dan mewakili masing-masing tempat pengambilan sampel merupakan sampel yang akan diukur dengan menggunakan metode ARM. Setelah pemilihan sampel ini, maka sampel tersebut dimasukkan kedalam holder yang berbentuk silinder dengan ukuran diameter 2.54 cm dan tingginya 2.2 cm dan terbuat dari bahan non magnetik.

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan pemberian ARM pada sampel lindi dengan menggunakan PARM yang diberikan melalui medan magnetik searah yang lemah 0.1 mT bersamaan dengan medan bolak balik yang meluruh 70 mT. Kemudian dilakukan pengukuran magnetik berupa demagnetisasi dengan menggunakan alat *Molspin AF Demagnetizer* yang menggunakan medan bolak balik. Pengukuran intensitas ARM dan peluruhannya dilakukan dengan menggunakan alat *minispin magnetometer*. Pada pengukuran nilai intensitas magnetic, posisi sampel ini diatur dalam empat arah yang berbeda. Dari empat kali pengukuran dengan arah yang berubah ini maka akan diperoleh data komponen utara, timur, deklinasi dan intensitas dari momen magnetik sampel. Setelah data ke-empat arah tersebut diproses dengan mengklik sp4 maka akan diperoleh nilai intensitas.

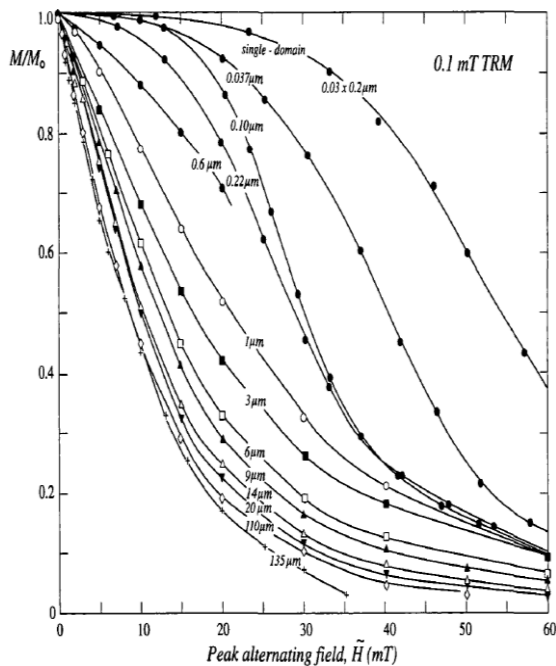
Pengolahan data dilakukan agar diperoleh arah dan distribusi data dari hasil pengukuran. Pada pengukuran sampel ini didapatkan nilai medan magnetik dan intensitas magnetik. Kemudian dengan menggunakan excel, diplot hubungan kuat medan dengan nilai intensitas relatif, sehingga didapatkan kurva peluruhan.

Pada analisis data, data yang ditampilkan adalah berbentuk grafik yang dihasilkan dari kurva peluruhan plot data hubungan kuat medan dengan intensitas relatif. Intensitas magnetik pada pengukuran ini merupakan nilai intensitas magnetik sampai 10% dari intensitas mula-mula. Intensitas relatif dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Intensitas Relatif} = I / I_0$$

Dimana, I merupakan intensitas magnetik yang diperoleh pada saat pengukuran dengan menggunakan step medan magnet (mT) tertentu. Sedangkan I_0 adalah intensitas magnetik mula-mula.

Pada interpretasi data dengan menggunakan nilai MDF (*mediandestructive field*), yaitu nilai medan demagnetisasi yang diperlukan untuk menurunkan intensitas ARM hingga menjadi setengahnya. Makin kecil MDF maka makin tidak stabil mineral magnetik itu atau sebaliknya^[7]. Berdasarkan kurva peluruhan ARM maka dapat ditentukan ukuran bulir magnetik dan domain magnetik pada lindi sampah dengan menggunakan kurva pembandingan yaitu *Lowrie and Fuller Test*.



Gambar 4. Kurva *Lowrie and Fuller Test*^[8].

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL PENELITIAN

Hasil yang didapatkan setelah pengukuran ARM ini adalah perubahan nilai intensitas magnetisasi terhadap medan yang diberikan. Untuk mendapatkan kurva peluruhanannya yaitu dengan memplot hasil intensitas magnetisasi relatif dengan medan yang diberikan. Dari kurva peluruhan ini akan didapatkan ukuran bulir dan jenis domain magnetik dari sampel yang digunakan dengan kurva *Lowrie-Fuller Test* sebagai kurva pembandingnya.

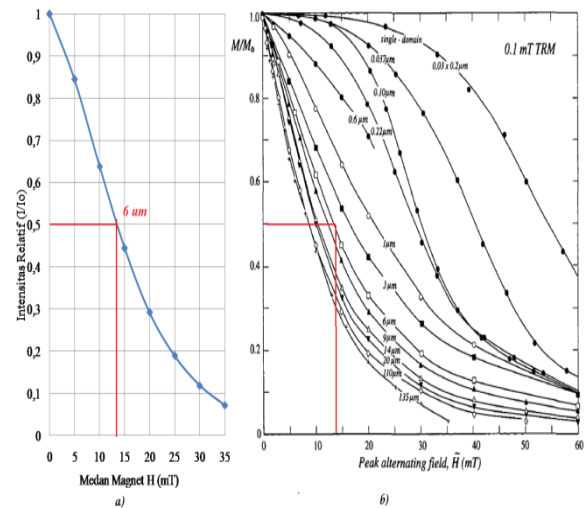
Sampel Endapan Lindi 1A (TPAK 1A)

Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK 1A dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Medan Magnetik dan Intensitas Magnetik pada TPAK 1A.

Medan (mT)	I(mA/m)	I/Io
0	349,1	1
5	295,1	0,845317
10	223	0,638785
15	155,1	0,444285
20	102	0,29218
25	66,2	0,18963
30	41,5	0,118877
35	25,1	0,071899

Berdasarkan nilai medan magnetik dan intensitas relatif (I/I_0) dari Tabel 1 didapatkan bentuk kurva peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* pada sampel TPAK 1A seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. a) Kurva Peluruhan Sampel TPAK 1A.
b) Pencocokan dengan Kurva *Lowrie-Fuller Test*

Gambar 5.a menunjukkan kurva peluruhan pada sampel TPAK 1A. Terlihat bahwa ARM dapat meluruh dengan cukup cepat. Pada medan demagnetisasi 35 mT, intensitas ARM telah meluruh hingga 10 % dari intensitas mula-mula. Identifikasi ukuran bulir dilakukan dengan memplot hubungan Intensitas Relatif (I/I_0) dengan nilai MDF. Gambar 5.b merupakan pencocokan kurva peluruhan pada sampel TPAK 1A. Berdasarkan kurva peluruhan tersebut maka didapatkan ukuran bulir pada sampel TPAK 1A adalah 6 μ m.

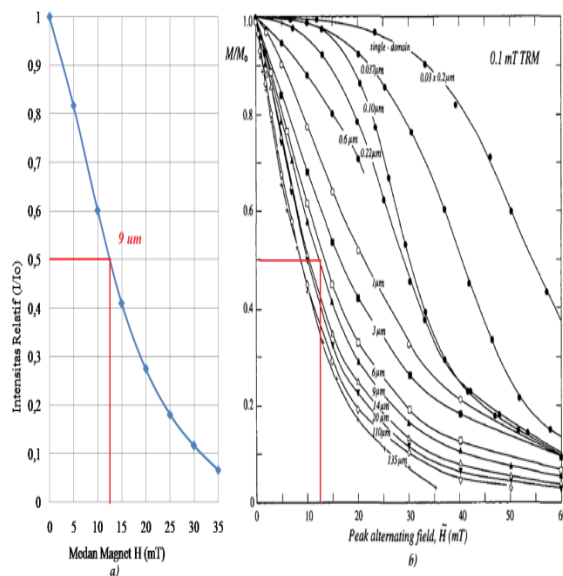
Sampel Endapan Lindi 4E (TPAK 4E)

Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK 4E dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Medan Magnetik dan Intensitas Magnetik pada TPAK 4E.

Medan (mT)	I (mA/m)	I/Io
0	297,8	1
5	243,5	0,817663
10	178,8	0,600403
15	121,9	0,409335
20	81,8	0,274681
25	53,7	0,180322
30	34,6	0,116185
35	19,8	0,066488

Berdasarkan nilai medan magnetik dan intensitas relatif (I/I_0) dari Tabel 2 didapatkan bentuk kurva peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* pada sampel TPAK 4E seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. a) Kurva Peluruhan Sampel TPAK 4E.
b) Pencocokan dengan Kurva *Lowrie-Fuller Test*

Gambar 6.a menunjukkan kurva peluruhan pada sampel TPAK 4E. Terlihat bahwa ARM dapat meluruh dengan cukup cepat yaitu pada medan demagnetisasi 35 mT, intensitas ARM telah meluruh hingga 10 % dari intensitas mula-mula. Identifikasi ukuran bulir dilakukan dengan memplot hubungan Intensitas Relatif (I/I_0) dengan nilai MDF. Gambar 6.b merupakan pencocokan kurva peluruhan pada sampel TPAK 4E. Berdasarkan kurva peluruhan tersebut maka didapatkan ukuran bulir pada sampel TPAK 4E adalah 9 μm .

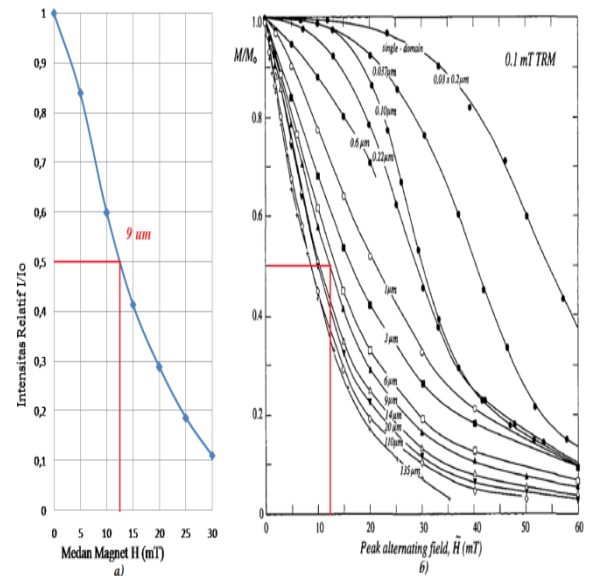
Sampel Endapan Lindi 6C (TPAK 6C)

Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada lindi sampah TPA Air Dingin pada kolam 6 (TPAK.6C) dapat di lihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Medan Magnetik dan Intensitas Magnetik pada sampel TPAK.6C.

Medan (mT)	I (mA/m)	I/I_0
0	91,243	1
5	76,5173	0,83861
10	54,5913	0,59831
15	37,7639	0,41388
20	26,2973	0,28821
25	16,9447	0,18571
30	10,0613	0,11027

Berdasarkan nilai medan magnetik dan intensitas relatif (I/I_0) dari Tabel 3 didapatkan bentuk kurva peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* pada sampel TPAK 6C seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. a) Kurva Peluruhan Sampel TPAK.6C.
b) Pencocokan dengan Kurva *Lowrie-Fuller Test*.

Gambar 7.a menunjukkan kurva peluruhan pada sampel TPAK 6C. Terlihat bahwa ARM dapat meluruh dengan cukup cepat yaitu pada medan demagnetisasi 30 mT, intensitas ARM telah meluruh hingga 10 % dari intensitas mula-mula. Identifikasi ukuran bulir dilakukan dengan memplot hubungan Intensitas Relatif (I/I_0) dengan nilai MDF. Gambar 7.b merupakan pencocokan kurva peluruhan pada sampel TPAK 4E. Berdasarkan kurva peluruhan tersebut maka didapatkan ukuran bulir pada sampel TPAK 6C adalah 9 μm .

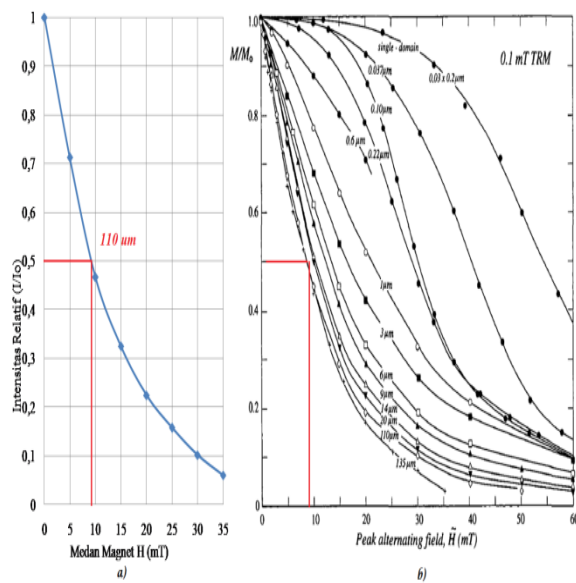
Sampel Endapan Lindi 8E (TPAK 8E)

Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAK 8E dapat di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Medan Magnetik dan Intensitas Magnetik pada TPAK 8E.

Medan (mT)	I (mA/m)	I/I_0
0	361,3	1
5	257,3	0,711874
10	168,5	0,466371
15	117,3	0,324661
20	80,9	0,223914
25	56,9	0,157487
30	36,6	0,101301
35	21,7	0,060061

Berdasarkan nilai medan magnetik dan intensitas relatif (I/I_0) dari Tabel 4 diatas maka didapatkan bentuk kurva peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* pada sampel TPAK 7C seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. a) Kurva Peluruhan Sampel TPAK 8E.
b) Pencocokan dengan Kurva *Lowrie-Fuller Test*.

Gambar 8.a menunjukkan kurva peluruhan pada sampel TPAK 8E. Terlihat bahwa ARM dapat meluruh dengan cukup cepat yaitu pada medan demagnetisasi 35 mT, intensitas ARM telah meluruh hingga 10 % dari intensitas mula-mula. Identifikasi ukuran bulir dilakukan dengan memplot hubungan Intensitas Relatif (I/I_0) dengan nilai MDF. Gambar 8.b merupakan pencocokan kurva peluruhan pada sampel TPAK 8E. Berdasarkan kurva peluruhan tersebut maka didapatkan ukuran bulir pada sampel TPAK 8E adalah 110 μm .

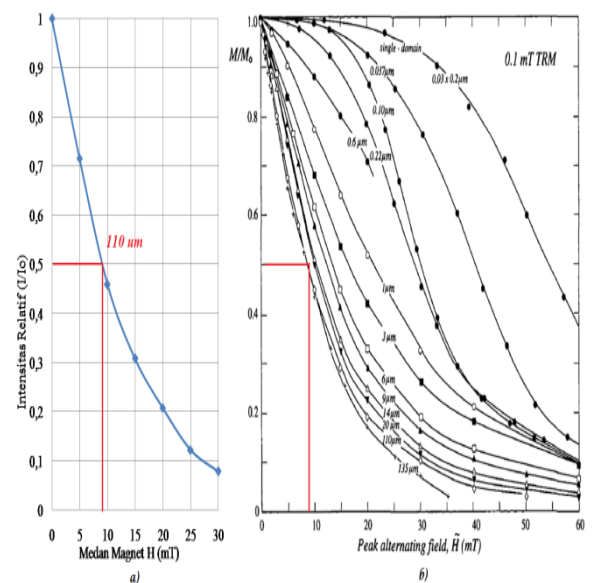
Sampel Endapan Sungai S 0 (TPA S 0)

Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPAS.0 dapat di lihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Medan Magnetik dan Intensitas Magnetik pada TPAS.0.

Medan (mT)	I(mA/m)	I/I ₀
0	358,925	1
5	256,9867	0,71599
10	164,9742	0,459634
15	110,7609	0,308591
20	74,88518	0,208637
25	44,09445	0,122851
30	28,35701	0,079005

Berdasarkan nilai medan magnetik dan intensitas relatif (I/I_0) dari Tabel 5 didapatkan bentuk kurva peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* pada sampel TPAS.0 seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. a) Kurva Peluruhan Sampel TPAS.0.
b) Pencocokan dengan Kurva *Lowrie-Fuller Test*.

Gambar 9.a menunjukkan kurva peluruhan pada sampel TPAS.0. Terlihat bahwa ARM dapat meluruh dengan cukup cepat yaitu pada medan demagnetisasi 30 mT, intensitas ARM telah meluruh hingga 10 % dari intensitas mula-mula. Identifikasi ukuran bulir dilakukan dengan memplot hubungan Intensitas Relatif (I/I_0) dengan nilai MDF. Gambar 9.b merupakan pencocokan kurva peluruhan pada sampel TPAS.0. Berdasarkan kurva peluruhan tersebut maka didapatkan ukuran bulir pada sampel TPAS.0 adalah 110 μm .

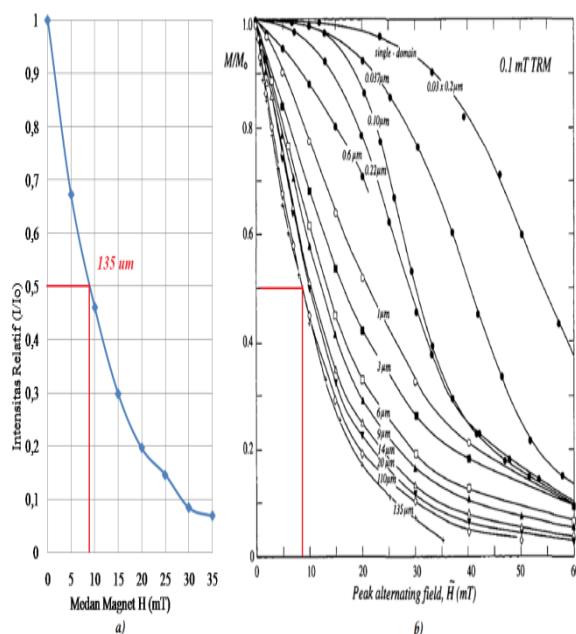
Sampel Endapan Selokan SK 2 (TPA SK 2)

Nilai medan magnetik dan intensitas magnetik pada TPASK.2 dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Medan Magnetik dan Intensitas Magnetik pada TPASK.2.

Medan (mT)	I (mA/m)	I/I ₀
0	269,8323	1
5	210,3437	0,671407
10	144,1615	0,459792
15	100,2794	0,326237
20	62,93871	0,221538
25	39,26272	0,14835
30	22,60323	0,083049
35	18,43559	0,068322

Berdasarkan nilai medan magnetik dan intensitas relatif (I/I_0) dari Tabel 6 didapatkan bentuk kurva peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* pada sampel TPASK 2 seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. a) Kurva Peluruhan Sampel TPASK.2.
b) Pencocokan dengan Kurva *Lowrie-Fuller Test*.

Gambar 9.a menunjukkan kurva peluruhan pada sampel TPASK.2. Terlihat bahwa ARM dapat meluruh dengan cukup cepat yaitu pada medan demagnetisasi 35 mT, intensitas ARM telah meluruh hingga 10 % dari intensitas mula-mula. Identifikasi ukuran bulir dilakukan dengan memplot hubungan Intensitas Relatif (I/I_0) dengan nilai MDF. Gambar 9.b merupakan pencocokan kurva peluruhan pada sampel TPASK.2. Berdasarkan kurva peluruhan tersebut maka didapatkan ukuran bulir pada sampel TPASK.2 adalah 135 μm .

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil plot medan magnetik (mT) dan intensitas relatif (I/I_0) pada setiap sampel lindi TPA Sampah Kota Padang maka dapat dilihat ukuran bulir dan domain magnetik pada sampel tersebut. Adapun sebagai kurva pembandingan yang digunakan untuk menentukan ukuran bulir dan domain magnetik adalah kurva *Lowrie and Fuller Test*.

Sampel Kolam Lindi

Sampel yang diambil pada kolam lindi adalah sebanyak 4 sampel yang diambil berdasarkan nilai suseptibilitas dan mewakili masing-masing kolam lindi. Masing-masing sampel pada kolam lindi ini memiliki ukuran bulir dan domain magnetik yang beragam. Berdasarkan kurva peluruhan yang didapatkan dari hasil pengukuran peluruhan ARM maka didapatkan ukuran bulir dan domain magnetik pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Ukuran Bulir dan Domain Magnetik Pada Masing-Masing Sampel Kolam Lindi.

Nama sampel	Ukuran Bulir (μm)	Domain Magnetik
TPAK 1A	6	PSD
TPAK 4E	9	PSD
TPAK 6C	9	PSD
TPAK 8E	110	MD

Berdasarkan kurva peluruhan yang didapatkan pada kurva peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM) mengindikasikan bahwa mineral magnetik lindi tidak begitu stabil terhadap medan demagnetisasi yang diberikan. Hal ini dapat dilihat dari penurunan intensitas peluruhan yang cukup drastis. Artinya, mineral magnetik yang berada dalam lindi didominasi oleh ukuran bulir yang cukup besar yaitu berkisar antara 6 μm sampai 110 μm dengan domain magnetiknya yaitu *pseudo single domain* (PSD) dan *multi domain* (MD).

Sampel kolam lindi ke 8 memiliki ukuran bulir dan domain magnetik yang berbeda dengan sampel kolam lindi 1,4 dan 6. Kolam lindi 8 memiliki kecenderungan ukuran bulir yang besar dari 10 μm dan berdomain magnetik *multi domain* (MD), sedangkan kolam lindi 1,4 dan 6 memiliki kecenderungan ukuran bulir antara 1 μm sampai dengan 10 μm dengan domain magnetiknya yaitu *Pseudo Single Domain* (PSD). Hal ini terjadi karena pada kolam lindi 8 tidak dilapisi dinding beton untuk menahan peresapan lindi pada tanah. Sedangkan pada kolam lindi 1,4 dan 6 telah dilapisi oleh lapisan dinding beton. Diduga pada kolam lindi 8 telah terjadi peresapan lindi ke dalam permukaan tanah. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan antara ukuran bulir dan domain magnetik pada kolam lindi 8 dengan kolam lindi 1,4 dan 6.

Ini juga didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Huliselan dan Bijaksana pada sampel lindi TPA Sarimukti dan Jelesong, Bandung menyatakan bahwa mineral *magnetite* lindi ternyata tidak begitu stabil. Dimana, intensitas *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM) berkurang secara cukup drastis pada medan demagnetisasi yang relatif rendah. Ini berarti bahwa mineral *magnetite* yang berada dalam lindi didominasi oleh bulir-bulir berukuran besar dari 1 μm atau *multi-domain* (MD).

Sampel Sungai dan Selokan

Berdasarkan kurva peluruhan yang didapatkan dari hasil pengukuran peluruhan ARM maka didapatkan ukuran bulir yang cukup beragam untuk masing-masing sampel baik pada sampel sungai maupun pada sampel selokan dengan menggunakan kurva *Lowrie and Fuller Test* sebagai kurva pembandingnya. Ukuran bulir dan domain magnetik pada masing-masing sampel pada sampel sungai dan selokan dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Ukuran Bulir dan Domain Magnetik Pada Sampel Sungai Dan Sampel Selokan.

Nama Sampel	Ukuran Bulir (μm)	Domain Magnetik
TPAS.0	110	MD
TPASK.2	135	MD

Berdasarkan ukuran bulir dari sampel Sungai dan sampel Selokan yang telah diperoleh maka didapatkan domain magnetiknya yaitu multi domain (MD). Hal ini juga dapat dilihat dari ukuran bulirnya yang sangat besar yaitu $> 10 \mu\text{m}$ dan penurunan kurva peluruhan yang cukup drastis.

Ukuran bulir yang diperoleh dari sampel sungai dan selokan ternyata lebih besar dari ukuran bulir yang diperoleh dari sampel lindi. Mineral *magnetite* pada kolam lindi lebih cenderung PSD karena sampel yang diambil adalah murni sampel lindi sedangkan mineral *magnetite* pada sungai dan selokan lebih cenderung MD. Hal ini diduga bahwa sampel sungai dan selokan sudah tercampur dan dipengaruhi oleh mineral magnetik yang berasal dari kolam lindi serta diduga telah terjadi rembesan lindi ke dalam selokan dan sungai yang merupakan tempat mengalirnya lindi dari kolam ke sungai dan selokan. Ini juga mengindikasikan bahwa bulir-bulir mineral *magnetite* lindi dihasilkan oleh proses *anthropogenic*.

Hasil ini didukung oleh penelitian Iswandi (2014) di TPA sampah Kota Padang yang menyatakan bahwa terdapat mineral magnetik dan unsur logam berat di kolam lindi, sungai dan selokan. Berdasarkan jenisnya, terdapat jenis unsur logam berat yang sama terkandung dalam kolam lindi, sungai dan selokan yaitu unsur besi (Fe) dengan persentase rata-rata 33.664 % dan unsur rodium (Rh) dengan persentase rata-rata 30.587 %^[9].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Huliselan dan Bijaksana di TPA Bandung dan penelitian yang dilakukan di TPA sampah Kota Padang maka semakin meyakinkan bahwa mineral *magnetite* lindi cenderung tidak stabil terhadap medan demagnetisasi serta memiliki ukuran bulir yang cukup besar yaitu $> 1 \mu\text{m}$ (PSD dan MD). Sehingga dapat disimpulkan bahwa lindi pada TPA sampah Kota Padang didominasi oleh mineral *magnetite* dengan ukuran cukup besar yang merupakan mineral magnetik utama pada pencemar-pencemar lainnya seperti yang diungkapkan oleh Huliselan dan bijaksana pada penelitian yang dilakukan di TPA Jelekong, Bandung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kurva peluruhan pada sampel menurun secara drastis sehingga mengindikasikan bahwa mineral magnetik lindi tersebut cenderung tidak stabil terhadap medan demagnetisasi. 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 kolam lindi yaitu pada sampel TPAK 1A yaitu $6 \mu\text{m}$, pada sampel TPAK 4E yaitu $9 \mu\text{m}$, pada sampel TPAK.6C yaitu $9 \mu\text{m}$, 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 ukuran bulir pada sampel Selokan yaitu : pada sampel TPASK 2 yaitu $135 \mu\text{m}$. 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 $> 1 \mu\text{m}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada DP3M Dikti melalui penelitian Hibah Bersaing tahun 2014 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 telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Huliselan, Estavanus Kristian dan Satria Bijaksana. 2007. *Identifikasi Mineral Magnetik pada Lindi (Leachate)*. Jurnal Geofisika, Vol.2.
- [2] Sulinda, D. 2004. *Penentuan Nilai Parameter Kinetika Lumpur Aktif Pada Pengolahan Air Lindi Sampah Secara Aerobik*. Skripsi. Fakultas teknologi pertanian. IPB. Bogor.
- [3] Damanhuri, E., 2008. *Teknik Pembuangan Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan ITB, Bandung
- [4] Pontoh, M.S., 2003, *Pengaruh Polutan Lindi Terhadap Resistivitas Tanah*, Tugas Akhir Sarjana, Institut Teknologi Bandung, p. 49.
- [5] Huliselan, E. K. dan Bijaksana, S., 2006. *Magnetic Properties as Proxy Indicators of Heavy Metals in Leachate : A Case Study from Jekekong Solid Waste Disposal Site*, Bandung. ITB. Jurnal ICMNS November 29-30, 2006
- [6] Butler, Robert F. 1992. *Magnetic Domains to Geologic Terranes*. Blackwell Scientific Publications : Boston.
- [7] Moskowitz, B.M., 1991, *Hitchhiker's Guide to Magnetism*, Environmental Magnetism Workshop, p 1-40.
- [8] Dunlop, D., O. Ozdemir. 1997. *Rock Magnetism : fundamental and Frontiers*, Cambridge University Press.
- [9] Iswandi. 2014. *Identifikasi Unsur Logam Berat pada Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kota Padang Menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF)*. Skripsi. UNP.