

**IDENTIFIKASI UNSUR LOGAM BERAT PADA LINDI TEMPAT  
PEMROSESAN AKHIR (TPA) SAMPAH KOTA PADANG  
MENGUNAKAN X – RAY FLUORESCENCE (XRF)**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**Oleh**

**ISWANDI**

**NIM. 17501**

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

## PERSETUJUAN SKRIPSI

### IDENTIFIKASI UNSUR LOGAM BERAT PADA LINDI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) SAMPAH KOTA PADANG MENGUNAKAN X - RAY FLUORESCENCE (XRF)

Nama : Iswandi  
NIM : 17501  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 5 Februari 2015

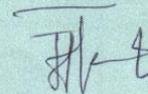
Disetujui oleh

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

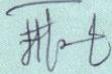
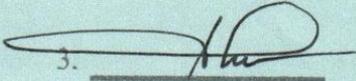
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

**Judul** : Identifikasi Unsur Logam Berat Pada Lindi Tempat  
Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kota Padang  
Menggunakan X - Ray Fluorescence (XRF)

**Nama** : Iswandi  
**NIM** : 17501  
**Program Studi** : Fisika  
**Jurusan** : Fisika  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 5 Februari 2015

Tim Penguji

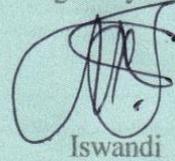
|               | Nama                       | Tanda Tangan   |
|---------------|----------------------------|--|
| 1. Ketua      | : Drs. Mahrizal, M.Si.     | 1.  |
| 2. Sekretaris | : Fatni Mufit, S.Pd, M.Si. | 2.  |
| 3. Anggota    | : Drs. Akmam, M.Si.        | 3.   |
| 4. Anggota    | : Syafriani, M.Si, Ph.D.   | 4.  |
| 5. Anggota    | : Dra. Hidayati, M.Si.     | 5.  |

## 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 acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 5 Februari 2015

Yang menyatakan,



Iswandi

## ABSTRAK

**Iswandi : Identifikasi Unsur Logam Berat Pada Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kota Padang Menggunakan X – Ray Fluorescence (XRF)**

Lindi merupakan air hasil degradasi dari sampah yang dapat menimbulkan pencemaran apabila tidak diolah terlebih dahulu sebelum di buang ke lingkungan. Umumnya lindi mengandung mikroorganisme dalam jumlah tinggi dan mengandung logam berat. Logam berat merupakan jenis logam yang bersifat toksit atau racun, apabila masuk kedalam tubuh manusia dalam jumlah berlebihan dapat mengganggu kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi unsur logam berat yang terkandung pada lindi tempat pemrosesan akhir (TPA). Untuk menentukan komposisi unsur logam berat pada sampel endapan lindi, sampel endapan selokan dan sampel endapan sungai digunakan alat X – Ray Fluorescence (XRF). Sebelum ditentukan komposisi unsur logam berat pada sampel, diukur nilai suseptibilitas magnetiknya. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 37 sampel endapan lindi, 17 sampel endapan sungai dan 10 sampel endapan selokan. Dari sampel ini dipilih 6 sampel lindi, 2 sampel sungai dan 2 sampel endapan selokan yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang tinggi untuk ditentukan komposisi unsur logam beratnya. Analisis data dari hasil pengukuran dilakukan dengan mencocokkan hasil pengukuran dengan tabel sisitem periodik unsur kemudian dimasukkan kedalam tabel data dan memplot data hasil pengukuran dalam bentuk grafik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi unsur logam berat pada lindi TPA sampah Air Dingin Kota Padang adalah unsur Titan (Ti), Vanadium (V), Khrom (Cr), Mangan (Mn), Besi (Fe), Kobalt (Co), Seng (Zn), Rodium (Rh), Neodinium (Nd), Eopium (Eu), Iterbium (Yb), Indium(In) dan Sirkon (Zr). Unsur logam berat yang dominan terdapat pada sampel lindi tersebut adalah unsur besi (Fe) dengan persentase rata-rata 33.664 % dan unsur rodium (Rh) dengan persentase rata-rata 30.587 %. Unsur yang sama juga ditemukan pada sampel endapan sungai dan endapan selokan, pada sampel endapan sungai unsure yang tidak ditemukan adalah Iterbium (Yb), Indium (In) dan Neodinium (Nd) sedangkan pada pada sampel endapan sungai unsur yang tidak ditemukan adalah unsur Indium (In). Unsur logam berat ini diperkirakan masuk melalui sampah – sampah logam dan limbah kimia seperti sampah dari pabrik besi dan baja, sampah ronsokan kendaraan, besi – besi bekas, baja- baja bekas, baterai, alat – alat listrik dan sisa – sisa insektisida yang tidak terpilah dengan baik.

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang maha memiliki ilmu dan maha luas ilmu-Nya berkat rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Identifikasi Unsur Logam Berat Pada Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kota Padang Menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF)”**.

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 yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, saran dan tenaga serta kesabarannya untuk membimbing penulis dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Akmam, M.Si, sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang sekaligus dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.

4. Ibu Dra. Hidayati, M.Si. sebagai Ketua Prodi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang sekaligus tim dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.
5. Ibu Syafriani, M.Si, Phd, sebagai tim dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.
6. Ibu Dra. Yurnetti, M.Pd sebagai Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si sebagai penasehat akademis yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membekali ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
9. Staf labor Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Staf labor Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Khusus dan teristimewa kepada kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan disertai dengan do'anya untuk penulis dengan tiada henti-hentinya.
12. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan ( Prodi Fisika 2010).

13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

Padang, Februari 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

|   | Halaman    |
|---|------------|
| <b>ABSTRAK .....</b>  | <b>i</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>  | <b>ii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>  | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>   | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>   | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                      | <b>xi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>  |            |
| A. Latar Belakang Masalah.....                                    | 1          |
| B. Rumusan Masalah .....  | 4          |
| C. Batasan Masalah .....  | 4          |
| D. Tujuan Penelitian .....  | 4          |
| E. Manfaat Penelitian .....                                       | 5          |
| <b>BAB II KAJIAN TEORI</b>  |            |
| A. Sampah .....   | 6          |
| 1. Defenisi Sampah.....   | 6          |
| 2. Jenis Sampah .....   | 6          |
| B. Lindi .....  | 11         |
| 1. Pengertian Lindi .....   | 12         |
| 2. Karakteristik Air Lindi .....                                  | 13         |
| C. Suseptibilitas Magnetik .....                                  | 14         |
| D. Logam Berat .....  | 16         |
| E. Sinar - X .....  | 21         |
| F. X – Ray Fluorescence .....                                     | 23         |
| G. Topografi Daerah TPA Smpah Air Dingin, Koto Tengah Kota Padang | 25         |
| H. Penelitian Yang Relevan .....                                  | 26         |
| I. Kerangka Berfikir.....   | 27         |

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

|   |    |
|---|----|
| A. Jenis Penelitian .....                     | 29 |
| B. Tempat dan Waktu Penelitian .....          | 29 |
| C. Instrumen Penelitian .....                 | 30 |
| D. Bahan.....                                 | 33 |
| E. Prosedur Penelitian.....                   | 33 |
| F. Teknik Pengumpulan Data .....              | 36 |
| G. Teknik Analisa dan Interpretasi Data ..... | 38 |

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

|  |    |
|--|----|
| A. Hasil Penelitian.....                   | 38 |
| 1. Suseptibilitas Magnetik ( $\chi$ )..... | 38 |
| 2. X –Ray Fluorescence (XRF) .....         | 41 |
| B. Pembahasan .....                        | 58 |

### **BAB V PENUTUP**

|                    |    |
|--------------------|----|
| A. Kesimpulan..... | 60 |
| B. Saran.....      | 60 |

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Gambar 1. Proses Masuknya Lindi ke TPA .....                                | 12             |
| Gambar 2. Spektrum Sinar - X .....  | 21             |
| Gambar 3. Tumbukan Antara Elektron .....                                    | 22             |
| Gambar 4. Interaksi Elektron dengan Atom Anoda .....                        | 22             |
| Gambar 5. Prinsip Kerja Alat X- Ray Flouresense .....                       | 24             |
| Gambar 6. Skema Kerangka Berfikir.....                                      | 27             |
| Gambar 7. <i>Bartington Susceptibility Meter type MS</i> .....              | 29             |
| Gambar 8. X - Ray Fluorescence (XRF) merek Panalitical type Epsilon 3 ..... | 30             |
| Gambar 9. Alat Ekman Grab .....   | 31             |
| Gambar 10. Gambar Titik Pengambilan Sampel.....                             | 35             |
| Gambar 11. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA K 2D.....            | 43             |
| Gambar 12. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA K 4E .....           | 44             |
| Gambar 13. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA K 1A .....           | 46             |
| Gambar 14. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA K 6C.....            | 47             |
| Gambar 15. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA K 8E .....           | 49             |
| Gambar 16. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA K 7C.....            | 50             |
| Gambar 17. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA S 0 .....            | 52             |
| Gambar 18. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA S 8 .....            | 53             |
| Gambar 19. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA SK 2 .....           | 55             |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 20. Grafik Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA SK 7 ..... | 57 |
|---|----|

## DAFTAR TABEL

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik Sampel Lindi .....  | 39             |
| Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik Sampel Sungai ....  | 40             |
| Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik Sampel Selokan..... | 41             |
| Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 2D .....                     | 42             |
| Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 4E .....                     | 44             |
| Tabel 6. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 1A .....                     | 45             |
| Tabel 7. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 6C .....                     | 46             |
| Tabel 8. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 7C .....                     | 48             |
| Tabel 9. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 8E .....                     | 49             |
| Tabel 10. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA S 0.....                     | 51             |
| Tabel 11. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA S 8.....                     | 52             |
| Tabel 12. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA SK 2.....                    | 54             |
| Tabel 13. Data Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA SK 7.....                    | 56             |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Lampiran 1. Mineral – Mineral Suseptibilitas Magnetik .....   | 65             |
| Lampiran 2. Koordinat Titik Pengambilan Sampel Endapan Sungai .....   | 67             |
| Lampiran 3. Koordinat Titik Pengambilan Kolam Lindi .....   | 68             |
| Lampiran 4. Koordinat Titik Pengambilan Sampel Endapan Selokan .....  | 69             |
| Lampiran 5. Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik Sampel Lindi TPA Air<br>Dingin Kota Padang .....           | 70             |
| Lampiran 6. Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik Sampel Endapan Sungai<br>TPA Air Dingin Kota Padang .....  | 71             |
| Lampiran 7. Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik Sampel Endapan Selokan<br>TPA Air Dingin Kota Padang ..... | 72             |
| Lampiran 8. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 1A .....  | 73             |
| Lampiran 9. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPADK 2D .....   | 74             |
| Lampiran 10. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 4E .....   | 75             |
| Lampiran 11. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 6C .....   | 76             |
| Lampiran 12. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 7C .....   | 77             |
| Lampiran 13. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPAK 8E .....   | 78             |
| Lampiran 14. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA S 0 .....   | 79             |
| Lampiran 15. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA S 8 .....   | 80             |
| Lampiran 16. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA SK 2 .....  | 81             |

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 17. Hasil Pengukuran Komposisi Unsur TPA SK 7 ..... | 82 |
| Lampiran 18. Dokumentasi Penelitian .....                    | 83 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kegiatan yang dilakukan oleh manusia tidak bisa dilepaskan dari alam, manusia membutuhkan alam untuk menjalankan seluruh kegiatannya begitu sebaliknya, alam membutuhkan manusia untuk melindungi dan merawatnya. Aktivitas manusia memanfaatkan alam selalu meninggalkan sisa yang dianggap sudah tidak berguna lagi sehingga diperlakukan sebagai barang buangan, yaitu sampah dan limbah (Widiyatmoko dan Sintorini 2002). Dikota besar sisa-sisa aktivitas manusia ini volumenya meningkat setiap harinya. Aktivitas pasar misalnya, setiap hari berton - ton sampah dan limbah pasar dihasilkan dari bermacam aktivitas manusia dipasar.

Sampah dan limbah ini jika dibiarkan menumpuk akan membusuk dan akan mengganggu lingkungan sekitar. Untuk mengurangi penumpukan sampah maka didirikan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah di setiap daerah guna menampung volume sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia sehari-hari. Tumpukan sampah ini terdiri dari berbagai jenis sampah, baik sampah organik maupun sampah non organik. Di TPA sampah-sampah ini sebagian ada yang diolah menjadi pupuk, kompos, dan sebagian lagi akan terurai dengan sendirinya. Sampah yang terurai di TPA secara otomatis akan bercampur dengan tanah disekitar penampungan Sampah.

Menurut Sulinda (2004) bahwa proses penguraian bahan organik menjadi komponen yang lebih sederhana oleh mikroorganisme aerobik dan anaerobik pada lokasi pembuangan sampah dapat menjadi penyebab terbentuknya gas dan air lindi. Lindi (*leachate*) merupakan air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak sekali senyawa yang ada sehingga memiliki kandungan pencemar khususnya zat organik yang sangat tinggi. Lindi sangat berpotensi menyebabkan pencemaran air, baik air tanah maupun permukaan sehingga perlu ditangani dengan baik (Darmasetiawan, 2004).

Air lindi sampah hasil dari proses pembusukan umumnya mengandung bahan kimia, bakteri, mineral magnetik, logam berat dan bahan lainnya yang dapat merembes masuk ke dalam tanah dan akhirnya akan mencemari lingkungan sekitar. Menurut Huliselan dan Bijaksana (2009) kandungan logam berat yang terkandung pada lindi di antaranya: Fe, Cu, Mn, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, dan Zn. Menurut Arbain (1994) dalam Slamet (2008) bahwa, pengelolaan sampah belum dapat disebut berhasil secara keseluruhan dengan baik, tanpa menyelesaikan persoalannya atau mengatasi permasalahan sampah hingga ke tahap pembuangan akhir dengan baik.

TPA sampah Kota Padang terletak di kelurahan Balai Gadang, Kec. Koto Tangah. Sistem pengelolaan sampah pada TPA Air Dingin ini dilakukan secara *Open Dumping*. Sistem *Open Dumping* merupakan cara pembuangan sederhana dimana sampah hanya dihamparkan pada suatu lokasi dibiarkan terbuka tanpa pengamanan. Dalam operasionalnya juga dilakukan perataan dan pemadatan sampah untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan

kestabilan permukaan TPA menggunakan alat berat. Lokasi TPA ini berada tidak jauh dari pemukiman penduduk dan berdekatan dengan aliran sungai yang bermuara ke sungai Batang Kandis.

Lindi yang dihasilkan dari penumpukan sampah pada tempat penampungan sampah dialirkan ke kolam lindi melalui pipa. Pada TPA Air Dingin air lindi dialirkan ke 8 kolam lindi yang terdiri dari 6 kolam ( kolam 1 – 6 ) dilapisi dengan beton dan 2 kolam ( kolam 7- 8 ) tidak dilapisi dengan beton. Pada kolam terakhir ( kolam 8 ) air lindi dialirkan ke sungai disamping TPA. Seharusnya air lindi tidak dialirkan langsung ke sungai karna jika air lindi mengalir ke sungai bercampur dengan air sungai dan masuk ke dalam tanah, ini akan mencemari air tanah dan lingkungan disekitarnya. Penduduk di sekitar TPA sampah Air Dingin sebagian besar memanfaatkan air sungai dan air sumur sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan sehari-hari, air sungai dan air sumur ini diduga mengandung logam berat yang apabila dikonsumsi oleh tubuh manusia akan membahaya kesehatan manusia. Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang *“Identifikasi Unsur Logam Berat Pada Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kota Padang Menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF)”*.

## **B. Batasan Masalah**

Mengingat luasnya permasalahan dalam penelitian ini dan agar penelitian ini lebih terarah, maka penulis membatasi masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Sampel untuk penelitian ini diambil endapan lindi dari 8 kolam lindi, endapan sungai yang mengalir disepanjang TPA dan endapan selokan di samping tempat penampungan sampah .
2. Sampel yang diidentifikasi unsur logam beratnya adalah sampel endapan lindi , endapan sungai dan endapan selokan yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang tinggi yaitu 6 sampel endapan lindi, 2 sampel endapan sungai dan 2 sampel endapan selokan.

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah dari penelitian ini yaitu unsur logam berat apakah yang terkandung pada lindi di tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Air Dingin, Kota Padang?

### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi unsur logam berat pada kolam endapan lindi, endapan sungai dan endapan selokan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah Air Dingin, Kota Padang.

### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu :

1. Sebagai masukan bagi dinas terkait dalam upaya memantau pencemaran lingkungan sekitar tempat pemrosesan akhir sampah serta dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan dan evaluasi TPA Sampah.

2. Sebagai aplikasi ilmu fisika khususnya dibidang Geofisika dan ilmu pengetahuan pada umumnya.
3. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Fisika FMIPA UNP.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Sampah**

##### **1. Defenisi Sampah**

Sampah dapat didefenisikan sebagai semua buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan hewan berupa padatan, yang dibuang karena sudah tidak berguna atau diperlukan lagi ( Tchobanoglous,et,el., 1993 ). Sampah adalah sebagian dari sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan manusia ( termasuk kegiatan industry ) tetapi bukan biologis karena kotoran manusia ( *human waste* ) tidak termasuk kedalamnya ( Azwar, 1990 )

##### **2. Jenis – Jenis Sampah**

Menurut Departemen Kesehatan RI (1987:3) penggolongan sampah adalah sebagai berikut:

a. Penggolongan sampah berdasarkan karakteristiknya:

1) Sisa makanan atau sampah basah (*Garbage*).

Sisa makanan yang dimaksud adalah sampah basah yang dihasilkan dalam proses pengolahan makanan. Karakteristik dari sampah jenis ini ialah dapat membusuk atau terurai dengan cepat khususnya bila cuaca panas. Proses pembusukan sering kali menimbulkan bau yang busuk. Sampah jenis ini bisa dihasilkan

pada tempat pemukiman, rumah makan atau warung, rumah sakit, pasar dan sebagainya.

2) Sampah kering (*Rubbish*)

Sampah kering terdiri dari sampah yang dapat terbakar ataupun yang tidak dapat terbakar yang dihasilkan oleh rumah tangga, kantor-kantor, perdagangan dan sebagainya, tidak termasuk sisa makanan dan benda-benda yang sangat mudah membusuk. Jenis sampah kering yang dapat terbakar ini misalnya kertas, plastik, tekstil, karet, kulit, kayu, daun-daun kering. Jenis sampah kering yang tidak dapat terbakar misalnya kaleng dan lain-lain logam. Sampah jenis ini kalau dikelola dengan tepat tidak begitu berpotensi pada pencemaran lingkungan karena sampah jenis ini bisa didaur ulang maupun diolah menjadi barang-barang yang masih bermanfaat bagi kehidupan manusia.

3) Abu (*Ashes*)

Abu merupakan sisa pembakaran dari bahan yang mudah terbakar baik di rumah, di kantor maupun industri.

4) Sampah jalan (*Street Cleaning*)

Sampah yang berasal dari jalan, biasanya sampah daun-daun dan pembungkus. Sampah ini bisa dikelola dengan memisahkan menjadi dua yaitu untuk sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik dapat diolah menjadi kompos

sedangkan sampah anorganik dapat didaur ulang sehingga masih bisa dimanfaatkan.

5) Bangkai binatang (*Dead Animals*)

Merupakan sampah biologis berupa bangkai kecil dan binatang piaraan.

6) Rongsokan kendaraan (*Abandoned Vehicles*)

Bekas-bekas kendaraan milik umum dan pribadi yang tidak bisa digunakan kembali seperti bak mobil, becak dan lain-lain.

7) Sampah industri (*Industrial Wastes*)

Sampah industri merupakan sampah padat sebagai hasil buangan industri. Dampak limbah industri ini juga sama bahayanya dengan yang lain, seperti industri logam juga penyumbang polusi suara berupa kebisingan yang dalam jarak tertentu dapat melebihi batas toleransi yang diterima pendengaran manusia. Baik industri logam atau industri elektronika menghasilkan gas buang yang dapat mencemari udara, salah satunya adalah karbon monoksida atau CO. Seperti yang disebutkan di atas, dalam kadar tertentu, gas ini berbahaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Selain CO, ada juga gas belerang yang dihasilkan dari industri baja dan elektronika dapat mengganggu ekosistem lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

8) Sampah dari bangunan (*Demolition Wastes*)

Sampah disini dimaksudkan terjadi karena penghancuran atau pembangunan suatu gedung. Sering kali diklasifikasikan dalam sampah kering, misalnya batu, beton, batu merah, papan, sisa pipa-pipa dan sebagainya.

9) Sampah khusus atau berbahaya (*Hazardous wastes*)

Sampah ini terdiri dari bahan kimia beracun, pestisida, pupuk, radio aktif, biologi dari rumah sakit yang dapat membahayakan manusia. Sampah jenis ini perlu pengelolaan khusus karena dalam dosis tertentu tidak menimbulkan pengaruh langsung bagi makhluk hidup tetapi jika terhirup atau mengenai secara tidak langsung pada manusia dalam jangka waktu yang lama akan berpengaruh buruk bagi kesehatan manusia dengan terserangnya berbagai macam penyakit akibat bahan-bahan berbahaya tersebut.

10) Sampah pengolahan air minum atau air kotor (*water treatment residu*). Sampah yang berupa lumpur dari perusahaan air minum atau pengolahan air kotor.

b. Penggolongan sampah berdasar sifat mengurai

1) Sampah *degradable*

Sampah *degradable* merupakan sampah yang secara alami mudah terurai, misalnya sisa makanan (nasi, sayuran, buah-buahan), daun dan sebagainya.

## 2) Sampah *non degradable*

Sampah *non degradable* merupakan sampah yang sukar terurai, misalnya plastik, kaleng, mika, besi dan lain-lain.

### c. Penggolongan sampah berdasarkan sumber sampah

#### 1) Pemukiman penduduk

Pada tempat pemukiman penduduk, sampah dihasilkan oleh suatu keluarga tunggal atau beberapa keluarga yang tinggal dalam suatu bangunan atau asrama. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya sisa makanan, bahan-bahan sisa dari pengolahan makanan atau sampah basah, sampah kering, abu dan sampah-sampah khusus.

#### 2) Tempat-tempat umum dan tempat-tempat perdagangan

Tempat umum adalah tempat yang dimungkinkan banyaknya orang berkumpul dan melakukan kegiatan, termasuk tempat-tempat perdagangan. Tempat-tempat tersebut mempunyai potensi yang cukup besar dalam menghasilkan sampah. Jenis sampah yang dihasilkan dapat berupa sisa-sisa makanan atau sampah basah, sampah kering, abu, sisa-sisa bahan bangunan, sampah khusus dan kadang-kadang juga terdapat sampah berbahaya.

#### 3) Sarana pelayanan masyarakat

Sarana pelayanan masyarakat disini misalnya tempat-tempat hiburan umum atau taman, jalan umum, tempat-tempat parkir, tempat-tempat pelayanan kesehatan, kompleks militer, gedung-gedung pertemuan, pantai tempat berlibur, sarana pemerintah yang

lain. Jenis sampah yang dihasilkan adalah sampah kering dan sampah khusus.

#### 4) Industri berat-ringan

Industri berat-ringan diantaranya adalah pabrik-pabrik produksi bahan- bahan, sumber-sumber alam misalnya sumber energi, perusahaan kimia, perusahaan kayu, perusahaan logam, tempat pengolahan air kotor/air minum, dan lain-lain kegiatan industri, baik yang hanya bersifat distribusi ataupun memproses suatu bahan mentah.

#### 5) Pertanian

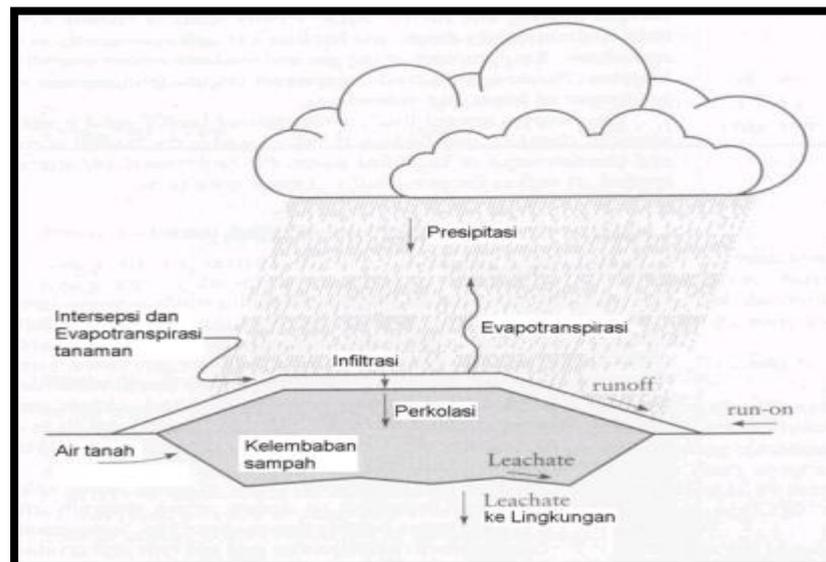
Sampah dihasilkan dari tanaman atau binatang. Dari daerah pertanian ini misalnya sampah dari kebun, kandang, ladang atau sawah. Sampah yang dihasilkan dapat berupa bahan-bahan makanan yang membusuk, sampah pertanian, pupuk maupun bahan pembasmi serangga tanaman.

## **B. Lindi**

### **1. Pengertian Lindi**

Lindi adalah air hasil degradasi dari sampah dan dapat menimbulkan pencemaran apabila tidak diolah terlebih dahulu sebelum di buang ke lingkungan. Lindi ini pada umumnya bersifat toksik karena mengandung mikroorganisme dalam jumlah tinggi, mengandung logam berat yang berbahaya jika terpapar ke lingkungan, dan lain-lain. Selain itu tingkat kemampuan degradasi air lindi di alam rendah, hal ini ditandai dengan rendahnya nilai rasio BOD/COD (Trihadiningrum, 1995).

Lindi terbentuk dari proses dekomposisi sampah akibat aktivitas mikrobia yang mengubahnya menjadi bentuk organik yang lebih mikroorganisme fakultatif aerob sederhana, pada mulanya sampah terdekomposisi secara aerobik tetapi setelah oksigen di dalamnya habis maka mikroorganisme utama yang bekerja adalah yang menghasilkan gas metan yang tidak berbau dan berwarna (Chen, 1975). Sampah yang tertimbun di lokasi TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) mengandung zat organik, jika hujan turun akan menghasilkan air lindi dengan kandungan mineral dan zat organik tinggi, bila kondisi aliran air lindi dibiarkan mengalir ke permukaan tanah dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan sekitarnya termasuk bagi manusia. Gambar 1 merupakan proses masuknya lindi ke TPA sampah.



Gambar 1. Gambar Proses Masuknya Lindi ke TPA ( Damanhuri, 2008)

## 2. Karakteristik Air Lindi

Air lindi dapat digolongkan sebagai senyawa yang sulit didegradasi, yang mengandung bahan-bahan polimer (makro molekul) dan bahan organik sintetik (Sulinda, 2004). Pada umumnya air lindi memiliki nilai rasio BOD<sub>5</sub>/COD sangat rendah (<0,4). COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan kebutuhan oksigen kimia untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan di dalam air sedangkan BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan kebutuhan oksigen biologis untuk memecah bahan buangan di dalam air oleh mikroorganisme. Nilai rasio yang sangat rendah ini mengindikasikan bahwa bahan organik yang terdapat dalam air lindi bersifat sulit untuk didegradasi secara biologis. Angka perbandingan yang semakin rendah mengindikasikan bahan organik yang sulit terurai tinggi (Alaerts dan Santika, 1984).

Kuantitas dan kualitas air lindi juga dapat dipengaruhi oleh iklim. Infiltrasi air hujan dapat membawa kontaminan dari tumpukan sampah dan memberikan kelembaban yang dibutuhkan bagi proses penguraian biologis dalam pembentukan air lindi. Meskipun sumber dari kelembabannya mungkin di bawa oleh sampah masukannya, tetapi sumber utama dari pembentukan air lindi ini adalah adanya infiltrasi air hujan. Jumlah hujan yang tinggi dan sifat timbunan yang tidak solid akan mempercepat pembentukan dan meningkatkan kuantitas air lindi yang dihasilkan (Pohland dan Harper, 1985).

Air lindi yang berasal dari timbunan sampah yang masih baru, biasanya ditandai oleh kandungan asam lemak volatile dan rasio BOD dan COD yang tinggi, sementara air lindi dari timbunan sampah yang lama akan mengandung BOD, COD dan konsentrasi pencemar yang lebih rendah. Hal ini disebabkan karena dari timbunan sampah yang masih baru, biodegradasi umumnya berlangsung cepat yang ditandai dengan kenaikan produksi asam dan penurunan pH air lindi yang mengakibatkan kemampuan pelarutan bahan-bahan pada sampah oleh air menjadi tinggi. Perbandingan BOD dengan COD pada timbunan sampah yang masih baru akan berkisar 0,4 % sampai 0,8 %, nilai akan lebih besar pada fase methanogenesis. Degradasi material sampah di landfill disebabkan karena proses biologi (Munawar, 2011)

Perubahan secara fisik dan kimiawi dan juga produksi air lindi dan produksi gas berhubungan langsung dengan aktivitas biologis di dalam landfill (Munawar, 2011). Sebagian besar limbah yang dibuang pada lokasi pembuangan sampah adalah padatan. Limbah tersebut berasal dari berbagai sumber yang berbeda dengan tipe limbah yang berbeda pula, sehingga setiap air lindi memiliki karakteristik tertentu (Pohland dan Harper, 1985).

### **C. Suseptibilitas Magnetik**

Parameter yang paling umum digunakan sebagai indikator sifat magnetik bahan adalah suseptibilitas magnetik atau kerentanan magnetik yang terlihat pada respon bahan terhadap medan magnetik yang diberikan. Suseptibilitas

magnetik merupakan ukuran mudah tidaknya suatu bahan untuk termagnetisasi. Formulasi umum hubungan antara medan yang dikenakan pada sampel, magnetisasi yang diperoleh sampel dan suseptibilitas magnetik dirumuskan sebagai berikut:

$$M = \chi \cdot H \quad (1)$$

Dimana H adalah medan yang dikenakan pada bahan (merupakan vektor), M adalah magnetisasi yang diterima bahan (merupakan vektor) dan  $\chi$  adalah suseptibilitas magnetik yang merupakan tensor. Untuk material alam, besarnya harga suseptibilitas suatu sampel, selalu berubah pada setiap arah pengukuran (Tarling dan Hrouda, 1993).

Perbedaan harga suseptibilitas magnetik dalam setiap arah yang berbeda menunjukkan adanya sifat anisotropi magnetik. Anisotropi tergantung pada anisotropi bulir secara individual dan derajat penjajaran. Anisotropi dari partikel secara individual merupakan kontribusi dari dua komponen yaitu shape anisotropy dan magnetocrystallin anisotropy (Tarling and Hrouda, 1993). Pengukuran menggunakan susceptibility meter mempunyai dua cara pengukuran yaitu dengan *high field susceptibility* dan *low field susceptibility*. *High field susceptibility* merupakan pengukuran nilai susceptibility bahan pada frekuensi tinggi sedangkan *low field susceptibility* merupakan pengukuran nilai suseptibilitas bahan pada frekuensi rendah. Pengukuran  $\chi_{lf}$  menggunakan frekuensi 0,46 kHz dan pengukuran  $\chi_{hf}$  menggunakan frekuensi 46 kHz. Dearing (1999), menyatakan bahwa nilai suseptibilitas magnetik pada high field selalu lebih rendah dari nilai suseptibilitas magnetik pada low field.

Nilai suseptibilitas magnetik dari masing-masing material berbeda dan memiliki nilai bervariasi. Lampiran 1 merupakan nilai suseptibilitas magnetik dari berbagai jenis material.

#### **D. Logam Berat**

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria- kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini masuk atau diberikan ke dalam tubuh organisme hidup (Heryanto, 2004). Istilah logam berat sebetulnya sudah dipergunakan secara luas, terutama dalam perpustakaan ilmiah, sebagai unsur yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut:

1. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4).
2. Mempunyai nomor atom 22 - 23 dan 40 - 50 serta unsur laktanida dan aktinida.
3. Mempunyai respon biokimia yang khas (spesifik) pada organisme hidup.

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). Namun demikian, meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, sebagian dari logam - logam berat tersebut dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut dalam jumlah yang sangat kecil atau sedikit. Tetapi

apabila kebutuhan yang sangat kecil tersebut tidak terpenuhi dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan makhluk hidup. Karena tingkat kebutuhan yang sangat dipentingkan maka logam - logam tersebut juga dinamakan sebagai logam - logam esensial tubuh.

Bila logam - logam esensial yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan, maka berubah fungsi menjadi racun atau toksit. Contoh dari logam berat esensial ini adalah tembaga (Cu), seng (Zn), dan nikel (Ni) (Fardiaz, 1995). Sumber- sumber pencemar logam berat antara lain:

a. Sumber dari Alam

Kadar Pb yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus Pb yang tercampur dengan batufosfat dan terdapat didalam batu pasir (*sand stone*) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Pb yang terdapat di tanah berkadar sekitar 5 -25 mg/kg dan di air bawah tanah (*ground water*) berkisar antara 1 -60 µg/liter. Secara alami Pb juga ditemukan di air permukaan. Kadar Pb pada air telaga dan air sungai adalah sebesar 1 -10 µg/liter. Dalam airlaut kadar Pb lebih rendah dari dalam air tawar. Laut Bermuda yang dikatakan terbebas dari pencemaran mengandung Pb sekitar 0,07 µg/liter. Kandungan Pb dalam air danau dan sungai di USA berkisar antara 1-10 µg/liter. Secara alami Pb juga ditemukan di udara yang kadarnya berkisar antara 0,0001 - 0,001 µg/m.

Tumbuh - tumbuhan termasuk sayur-mayur dan padi-padian dapat mengandung Pb, penelitian yang dilakukan di USA kadarnya berkisar

antara 0,1 -1,0 µg/kg berat kering. Logam berat Pb yang berasal dari tambang dapat berubah menjadi PbS (golena), PbCO<sub>3</sub> (cerusite) dan PbSO<sub>4</sub> (anglesite) dan ternyata golena merupakan sumber utama Pb yang berasal dari tambang. Logam berat Pb yang berasal dari tambang tersebut bercampur dengan Zn (seng) dengan kontribusi 70%, kandungan Pb murni sekitar 20% dan sisanya 10% terdiri dari campuran seng dan tembaga. Secara alami Hg dapat berasal dari gas gunung berapi dan penguapan dari air laut. Dilaporkan kandungan kadmium (Cd) dalam air laut di dunia di bawah 20 mg/l. Variasi lain kandungan kadmium dari air hujan, fresh water dan air permukaan di perkotaan dan daerah industri, kadmium pada level 10 –4000 mg/l tergantung pada spesifikasi lokasi atau saat pengukuran larutan kadmium (WHO 1992).

b. Sumber dari industri

Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Pb adalah semua industri yang memakai Pb sebagai bahan baku maupun bahan penolong, misalnya: Industri pengecoran maupun pemurnian. Industri ini menghasilkan timbal konsentrat (*primary lead*), maupun secondary lead yang berasal dari potongan logam (*scrap*). Industri battery, industri ini banyak menggunakan logam Pb terutama leadantimony alloy dan lead oxides sebagai bahan dasarnya. Industri bahan bakar Pb berupa tetra ethyl lead dan tetra methyl lead banyak dipakai sebagai anti knock pada bahan bakar, sehingga baik industri maupun bahan bakar yang dihasilkan merupakan sumber pencemaran Pb. Industri kabel, industri kabel memerlukan Pb untuk melapisi kabel.

Saat ini pemakaian Pb di industri kabel mulai berkurang, walaupun masih digunakan campuran logam Cd, Fe, Cr, Au dan arsenik yang juga membahayakan untuk kehidupan makhluk hidup. Industri kimia, yang menggunakan bahan pewarna. Pada industri ini seringkali dipakai Pb karena toksisitasnya relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan logam pigmen yang lain. Sebagai pewarna merah pada cat biasanya dipakai red lead, sedangkan untuk warna kuning dipakai lead chromate. Industri pengecoran logam dan semua industri yang menggunakan Hg sebagai bahan baku maupun bahan penolong, limbahnya merupakan sumber pencemaran Hg. Sebagai contoh antara lain adalah industri klor alkali, peralatan listrik, cat, termometer, tensimeter, industri pertanian, dan pabrik detonator. Kegiatan lain yang merupakan sumber pencemaran Hg adalah praktek dokter gigi yang menggunakan amalgam sebagai bahan penambal gigi. Selain itu, bahan bakar fosil juga merupakan sumber Hg.

c. Sumber dari Transportasi

Hasil pembakaran dari bahan tambahan (aditive) Pb pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi Pb in organik. Logam berat Pb yang bercampur dengan bahan bakar tersebut akan bercampur dengan oli dan melalui proses di dalam mesin maka logam berat Pb akan keluar dari knalpot bersama dengan gas buang lainnya (mukono, 2002). Menurut (Notohadiprawiro, 2006) Logam berat dapat masuk kedalam lingkungan karna longgokan alami didalam bumi tersingkap sehingga berada dipermukaan bumi, pelapukan batuan yang

mengandung logam berat yang melonggokan logam berat secara residual didalam saprolit dan selanjutnya berada didalam tanah, penggunaan bahan alami untuk pupuk dan pembuangan sisa dan limbah pabrik serta sampah. Sedangkan logam berat masuk ke TPA melalui tumpukan sampah logam di TPA yang terbawa oleh air seperti besi, aluminium, tembaga dan lain-lain.

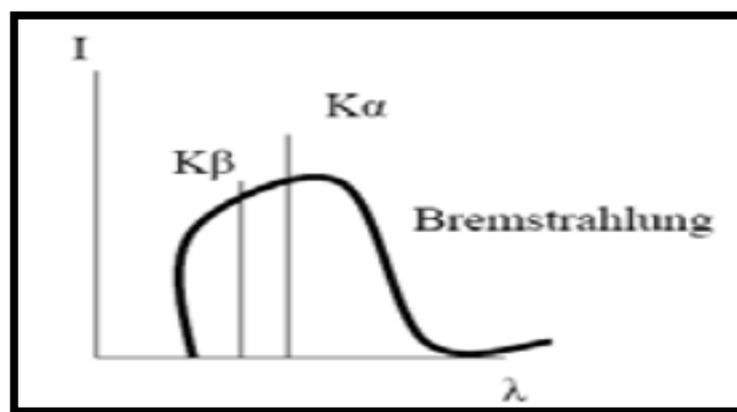
Kandungan logam berat dan kandungan mineral magnetik yang sifatnya antropogenik diakibatkan oleh mekanisme pembentukan lindi yang sama. Dengan menggunakan beberapa asumsi bahwa kandungan logam berat dan kandungan mineral magnetik pada lumpur lindi dipengaruhi oleh komposisi sampah, lapisan tanah penutup, alas tumpukan sampah (liner), 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 lumpur yang dihasilkan oleh proses pengendapan partikel-partikel padatan yang terikut dalam aliran lindi. Kandungan logam berat pada lindi di antaranya: Fe, Cu, Mn, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, dan Zn (Huliselan, 2009).

#### **E. Sinar - X**

Sinar-x ditemukan oleh Wilhelm Conrad Rontgen (1845-1923). Rontgen menemukan sejenis radiasi yang keluar dari sebuah tabung, karena misterius sinar tersebut diberi nama sinar-x. Sinar-x merupakan gelombang

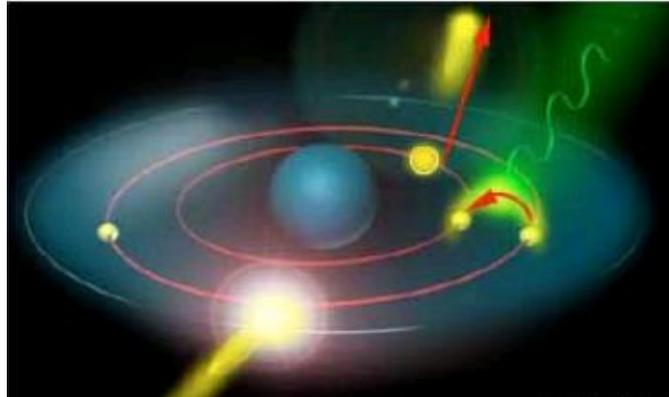
elektromagnetik dengan panjang gelombang sekitar  $1\text{\AA}$  ( $10^{-10}m$ ). Panjang gelombang sinar-x hampir sama dengan jarak antara atom-atom dalam kristal. Hal ini menyebabkan kristal dapat digunakan untuk mendifraksi sinar-x dengan kisi kristal (Beiser, 1998).

Ketika terjadi peristiwa tumbukan antara elektron dengan atom anoda akan terjadi dua hal yaitu terjadi radiasi yang dikenal dengan “bremsstrahlung” yaitu elektron yang mendekati atom target (anoda) akan berinteraksi dengan atom bahan anoda, tepatnya dengan elektron luar atom tersebut. Ia mengalami perlambatan sehingga mengeluarkan radiasi. Radiasi ini memiliki aneka ragam panjang gelombang, oleh karena itu proses bremsstrahlung dapat dialami elektron berulang kali, sehingga spektrum radiasi ini bersifat kontinu. Spektrum sinar-X bremsstrahlung seperti terlihat pada Gambar 2 dibawah ini.



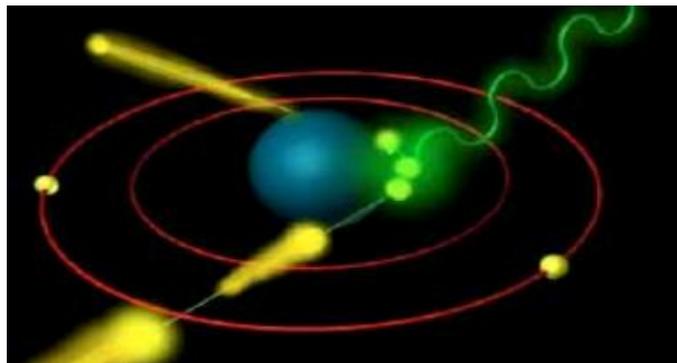
Gambar 2. Spektrum Sinar-X Bremsstrahlung

Elektron yang mendekati atom di dalam anoda berinteraksi dengan elektron dalam atom tersebut, berupa tumbukan tak kenyal sempurna, akibatnya elektron anoda terlepas dari kulitnya. Peristiwa tumbukan antara elektron dengan atom anoda dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tumbukan Antara Elektron dengan Anoda

Atom yang tertinggal dalam keadaan bereksitasi yang dalam keadaan tidak stabil. Maka terjadilah (dalam waktu  $10^{-8}$  detik) pengisian kekosongan itu oleh elektron-elektron yang lebih luar. Perpindahan kulit yang luar ke kulit yang dalam disertai pancaran radiasi dengan panjang gelombang tertentu, maka radiasi ini bersifat diskrit (Darmawan, 1987). Gambar 4 menunjukkan interaksi elektron dengan atom anoda.



Gambar 4. Interaksi Elektron dengan Atom Anoda

## F. X-Ray Fluorescence

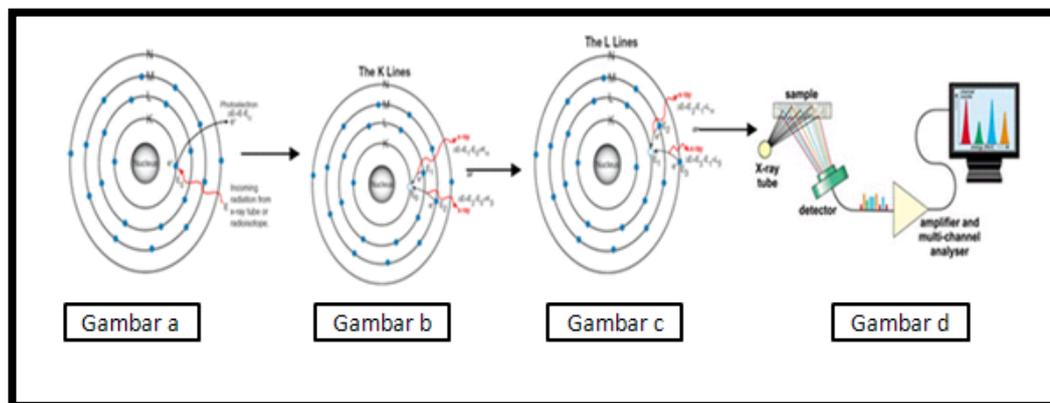
*X-Ray Fluorescence* (XRF) merupakan salah satu metode untuk menentukan komposisi kimiawi dari semua macam mineral. Mineral yang

dimaksud dapat berupa tanah, cairan, bubuk, bahan saringan atau bentuk lainnya. XRF kadang-kadang juga bisa digunakan untuk menentukan ketebalan dan komposisi dari lapisan atau pembuntalan. XRF merupakan salah satu metode analisis tidak merusak digunakan untuk analisis unsur dalam bahan secara kualitatif dan kuantitatif. Prinsip Kerja metode analisis XRF berdasarkan terjadinya tumbukan atom –atom pada permukaan sampel (bahan) oleh sinar–X dari sumber sinar–X (Jengkin, 1988).

Analisis XRF dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi kandungan logam berat baik secara kualitatif ataupun secara kuantitatif dalam sampel lingkungan atau sampel-sampel lainnya yang mempunyai matriks yang sama. Metode ini mempunyai kelebihan dibandingkan metode lainnya, yaitu dapat digunakan untuk analisis sampel dalam bentuk padatan dan cairan tanpa merusak komposisi sampel (non destructive method). Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material. Tergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energi yang tinggi.

Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi akibat efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target pada sample terkena sinar

berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X), berikut penjelasannya pada Gambar 5:



Gambar 5. Prinsip Kerja Alat X-Ray Fluorescence

Elektron di kulit K terpenyal keluar dari atom akibat dari radiasi sinar X yang datang. Akibatnya, terjadi kekosongan atau vakansi elektron pada orbital (Gambar 5a). Elektron dari kulit L atau M “turun” untuk mengisi vakansi tersebut disertai oleh emisi sinar X yang khas dan meninggalkan vakansi lain di kulit L atau M (Gambar 5b). Saat vakansi terbentuk di kulit L, elektron dari kulit M or N “turun” untuk mengisi vakansi tersebut sambil melepaskan Sinar X yang khas (Gambar 5c). Spektrometri XRF memanfaatkan sinar-X yang dipancarkan oleh bahan yang selanjutnya ditangkap detector untuk dianalisis kandungan unsur dalam bahan (Gambar 5d).

### G. Topografi Daerah TPA Sampah Air Dingin, Koto Tengah Kota Padang

TPA Sampah Air Dingin terletak di Kec. Koto Tengah Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia. Sebelumnya wilayah Kec. Koto Tengah masuk ke dalam wilayah kabupaten Padang Pariaman, namun berdasarkan PP nomor 17 tahun 1980, sejak 21 Maret 1980 menjadi wilayah administrasi kota

Padang, dengan kota kecamatan terletak di Lubuk Buaya. Sedangkan TPA Air Dingin berjarak 18 km dari pusat kota Padang. Keadaan wilayah pada kecamatan ini, dimana 87,67 % dari total luas wilayah kecamatan adalah jalan, sungai dan hutan negara, hutan rakyat dan padang rumputan sisanya telah dimanfaatkan masyarakat seperti sawah, bangunan dan sebagainya.

Lokasi TPA Air Dingin ini mempunyai luas 33 Ha dan mulai dioperasikan semenjak tahun 1989 dengan system pengoperasian yang dilakukan adalah *open dumping*. Dengan lahan yang telah dioperasikan sekitar 50 % dari luas lahan yang ada, sebagian besar lokasi TPA Air Dingin dikelilingi oleh deretan Bukit Barisan. Sampah yang berada pada lokasi ini merupakan sampah padat yang berasal dari TPS, transfer dipo, pasar-pasar, dan industry yang tersebar di Padang dan sekitarnya. Setiap hari berdasarkan data dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan, TPA Air Dingin menerima 331 m<sup>3</sup> sampah yang dibawa oleh truk maupun kontainer yang jumlahnya dicatat oleh petugas setiap harinya.

Sebagai sarana pelengkap, di TPA Air Dingin terdapat instalasi pengolahan air lindi untuk mencegah terjadinya pencemaran air. Instalasi tersebut terdiri atas 8 kolam penampungan. Semua *effluent* dari proses pengolahan sistem kolam ini akan dibuang ke Sungai Balik yang berada tak jauh dari lokasi TPA. Sungai ini bermuara pada Sungai Batang Kandis yang merupakan aliran sungai yang berada di sebelah selatan TPA Air Dingin. Selain pengolahan lindi, TPA Air Dingin juga mempunyai sarana pengomposan. Kegiatan ini sudah dilakukan oleh Pemerintah Kota Padang

bersama masyarakat di sekitar lokasi TPA Air Dingin sejak tahun 1990. Lokasi kegiatan pengomposan memiliki luas masing-masing areal sekitar 20 x 10 m ([www. dkp Kota Padang. go. id](http://www.dkpKotaPadang.go.id)).

## H. Penelitian Yang Relevan

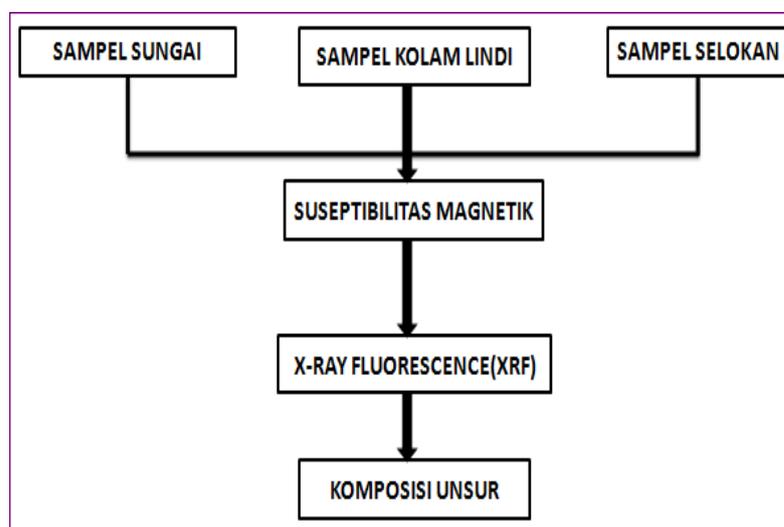
Huliselan dan Bijaksana (2007) mengidentifikasi jenis mineral magnetik pada Lindi (*Leachate*) di tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Jelesong yang menyimpulkan bahwa karakteristik mineral magnetik pada lindi sangat ditentukan oleh sumber dan mekanisme pembentukannya. Melalui pengukuran kurva saturasi IRM yang dikombinasikan dengan pengamatan melalui EDS dan XRD, diketahui bahwa mineral magnetik pada lindi, sebagai salah satu pencemar lingkungan, adalah magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Selain itu, hasil analisa morfologi dengan SEM pada moda BSE menunjukkan bahwa mineral-mineral magnetik pada lindi cenderung berbentuk bulat (*spherules*) atau framboid sehingga diyakini berasal dari sumber-sumber antropogenik. Dengan demikian, berdasarkan karakteristik dan morfologi mineral magnetik ini, diketahui bahwa sumber utama pencemar pada lindi berasal dari sampah padat yang ditimbun di TPA.

Huliselan dan Bijaksana (2008) melakukan kajian sifat magnetik pada lindi tempat pembuangan akhir sampah (TPA) Sari Mukti Bandung Barat yang menyimpulkan bahwa mineral magnetik pada lindi, sebagai salah satu pencemar lingkungan adalah magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang cenderung berbulir jamak (multi domain) dengan ukuran bulir  $d > 10\mu\text{m}$ . Arif Rahman (2014) melakukan penelitian mengenai penyebaran kontaminan sampah bawah

permukaan dengan menggunakan metoda magnetik pada TPA Supit Urang Malang mendapatkan bahwa unsur kimia yang terdapat pada lindi di TPA Supit adalah Co, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe, Pb, Cr, Cd.

### I. Kerangka Berfikir

Dalam mengidentifikasi unsur yang terkandung pada sampel dilakukan beberapa langkah – langkah pengukuran seperti terlihat pada Gambar 6,



Gambar 6. Skema Kerangka Berfikir

Sebelum menentukan komposisi unsur pada sampel endapan lindi, sampel sungai dan sampel endapan selokan dilakukan pengukuran nilai suseptibilitas magnetik menggunakan alat bartington suscebsibility meter. Dari hasil pengukuran ini didapatkan nilai suseptibilitas magnetik dari sampel. Sampel yang telah diukur nilai suseptibilitas magnetiknya dipilih 6 sampel endapan lindi, 2 sampel endapan selokan dan 2 sampel endapan sungai yang memiliki nilai suseptibilitas yang tinggi untuk diukur komposisi unsur logam berat yang terkandung pada sampel.

1. untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat dari lindi sebaiknya sebelum di kumpulkan ke tempat pemrosesan akhir, sampah - sampah dipilah dan ditempatkan di tempat khusus terlebih dahulu seperti sampah logam, sampah dari bahan – bahan kimia serta sampah lainnya.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi bagi pihak Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Padang dalam pengelolaan TPA sampah Air Dingin.

## Daftar Pustaka

- Alaerts, G. dan S.S Santika. 1984. *Metode Penelitian Air. Usaha Nasional*. Surabaya
- Arif Rahman, dkk. 2014. *Indikasi Penyebaran Kontaminan Sampah Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metoda Magnetik ( Studi Kasus : TPA Supit Urang, Malang)*. Jurnal NATURAL B, Vol. 2, No 3, April 2014
- Azwar, Azrul. (1990). *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Yayasan Mutiara. Jakarta.
- Beiser, A. 1999. *Konsep Fisika Modern. Terjemahan : The Houw Liong*. Jakarta: Erlangga.
- Chen, Y.K. 1975. *Mechanism of Leachate Formation in Sanitary Landfill*. Ann Arbor Science, Michigan.
- Darmawan, 1987. *Fisika Zat Padat*. Karunika, Jakarta
- Darmasetiawan, Martin. 2004. *Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA)*. Jakarta : Ekamitra Engineering
- Damanhuri,E., 2008. *Teknik Pembuangan Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan ITB, BAndung
- Damaryanti, L., Muhamad Y., dan Esther R.A. 2011. *Identifikasi Tanah Tercemar Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Muara Fajar dengan Metode Geolistrik*. Jurnal Bumi Lestari Volume 11 No. 2, Agustus 2011
- Dearing, J. 1999. *Environmental Magnetic Susceptibility: Using the Bartington MS2 System*. British Library Cataloguing in Publication Data.
- Depkes RI, 1987. *Pedoman Teknis Pelaksanaan Program Penyehatan Lingkungan Pemukiman, Ditjen PPM & PLP*, Jakarta.
- Fardiaz,S. 1995. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Heryanto, Polar. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. CV. Rineka Cipta. Jakarta
- Huliselan, E. K. dan Bijaksana, S., 2006. *Magnetic Properties as Proxy Indicators of Heavy Metals in Leachate : A Case Study from Jelekong Solid Waste Disposal Site*, Bandung. ITB. Jurnal ICMNS

November 29-30, 2006, Bandung

Huliselan, E. K. dan Bijaksana, S., 2009. *Sifat-Sifat Magnetik Sebagai Indikator Proxy Kandungan Logam Berat pada Lumpur Lindi*. ITB.

Huliselan, E. K. dan Bijaksana, S., 2007. *Identifikasi Mineral Magnetik Pada Lindi*. Bandung. ITB. Jurnal Geofisika, 2007/2

Bijaksana. S., Huliselan, E. S., 2010. *Magnetic Properties and Heavy Metals Content of Sanitari leachate Sludge in Two Landfill Sites Near*. Bandung. ITB. Jurnal Environ Earth Sci. DOI 10.1007/ s12665 – 0184-4

Jenkin, Ron. 1988. *X - Ray Fluorescence Spectrometry*. John Wiley & Sons

Mukono. ( 2002). *Epidemiologi Lingkungan* .( Environmental Health Criteria 3 WHO ,1977)

Notohadiprawiro, T. (2006). *Logam Berat Pada Pertanian*. Universitas Gajah Mada. Yokyakarta

Pohland, F.G. dan S.R. Harper. 1985. *Critical Review and Summary of Leachate and Gas Production from Landfills*. U.S. Environmental Protection Agency. ohio

Slamet, J.S. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Sulinda, D. 2004. *Penentuan Nilai Parameter Kinetika Lumpur Aktif pada Pengolahan Air Lindi Sampah Secara Aerobik*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor

Suryanarayana C., Norton M.G. 1998. *X-ray Diffraction*. Plenum Press: New York

Tchobanoglous, George. Theisen, Hilary. Vigil, Samuel. 1993, *Integrated Solid Waste managemen*.,. Newyork : McGraw – Hill.

Trihadiningrum, Y. 1995. *Mikrobiologi Lingkungan* . Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan-ITS

Tarling, D. H & Hrouda, F. 1993. *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. London: Chapman and Hall

Widyatmoko, H dan Sintorini. 2002. *Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah*. PT.Dinastindo Adiperkasa Internasional. Jakarta

WHO (1992).Environmental Health Criteria 3

Yong, R.N., A.M.O. Mohamed, & S.P. Warkenting. 1992. *Principles of Contaminant Transport in Soils*. Development in Geotechnical Engineering, 73. Elsevier. Amsterdam.

<http://www.dkp Kota Padang.go.id>