

**ANALISIS JENIS MINERAL MAGNETIK DARI POLUTAN  
KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN METODE  
*ISOTHERMAL REMANENT MAGNETIZATION (IRM)*  
DI KOTA PADANG**

**SKRIPSI**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Fisika sebagai Salah Satu*

*Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains Strata Satu (S1)*



**OLEH**

**PRAMITA SYAFRINA  
NIM.12777**

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

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Analisis Jenis Mineral Magnetik Dari Polutan  
Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode  
*Isothermal Remanent Magnetization (IRM)* Di Kota  
Padang.

Nama : Pramita Syafrina

NIM : 12777

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 23 Juli 2012

Disetujui oleh,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

**Harman Amir, S. Si, M.Si**  
NIP. 19701005 199903 1 003

**PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI**

**Nama** : Pramita Syafrina  
**NIM** : 12777  
**Program Studi** : Fisika  
**Jurusan** : Fisika  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**dengan judul**

**Analisis Jenis Mineral Magnetik Dari Polutan Kendaraan Bermotor  
Menggunakan Metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM)  
Di Kota Padang**

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

**Padang, 23 Juli 2012**

**Tim Penguji**

|                   | <b>Nama</b>                        | <b>Tanda Tangan</b> |
|-------------------|------------------------------------|---------------------|
| <b>Ketua</b>      | <b>: Drs. Mahrizal M.Si</b>        | _____               |
| <b>Sekretaris</b> | <b>: Harman Amir, S. Si, M. Si</b> | _____               |
| <b>Anggota</b>    | <b>: Dr. Hamdi, M.Si</b>           | _____               |
| <b>Anggota</b>    | <b>: Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si</b>  | _____               |
| <b>Anggota</b>    | <b>: Fatni Mufit S.Pd, M.Si</b>    | _____               |

## **SURAT PERNYATAAN**

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

Padang, 23 Juli 2012

Yang menyatakan,

Pramita Syafrina

## ABSTRAK

### **PRAMITA SYAFRINA : Analisis Jenis Mineral Magnetik Dari Polutan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) Di Kota Padang**

Pesatnya pertambahan jumlah kendaraan bermotor berakibat meningkatnya pencemaran udara. Pencemaran udara merupakan suatu masalah besar di kebanyakan kota di dunia. Mengingat oksida-besi dalam ukuran kecil yang sangat beresiko bagi kesehatan, maka perlu dilakukan pengukuran yang dapat memberikan informasi tentang keberadaan material magnetik tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan jenis mineral magnetik dari polutan kendaraan bermotor menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) di kota Padang.

Jenis mineral magnetik dari polutan kendaraan bermotor ditentukan dengan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) melalui analisa dengan kurva saturasi IRM. Penentuan jenis mineral magnetik menggunakan kurva saturasi IRM dilakukan terhadap 93 sampel, yang terdiri dari 45 sampel jenis *top soil*, 40 sampel jenis kulit kayu, dan 8 sampel jenis daun. Sampel yang telah direparasi kemudian diberi tegangan dengan *Impulse Magnetizer*. Setelah itu sampel diukur intensitasnya menggunakan *Minispin Magnetometer*. Untuk kurva saturasi IRM nilai medan (mT) diplot terhadap intensitas (mA/m) menggunakan *Microsoft Excel*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai intensitas magnetisasi untuk **sampel top soil** dari semua jalan intensitasnya berkisar 10.24 s.d 11.974.558 mA/m. Kemudian **Sampel kulit kayu** dari semua jalan intensitasnya berkisar 0,22 s.d 7.186,20 mA/m. Sedangkan untuk **sampel daun kayu** dari dari semua jalan intensitasnya berkisar 0.33 s.d 900.31 mA/m. Kemudian dari analisa terhadap kurva saturasi IRM sampel pada masing – masing jalan didapatkan bahwa intensitas remanen magnetik semuanya tersaturasi pada pemberian medan luar  $\leq 300$  mT. Ini mengindikasikan bahwa pada sampel yang diukur terkandung mineral magnetik *magnetite*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisis Jenis Mineral Magnetik Dari Polutan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Isothermal Remanent Magnetization (IRM) Di Kota Padang*” dengan sebaik-baiknya. Selanjutnya shalawat salam buat baginda tercinta Nabi Muhammad SAW, yang telah membuka pintu gerbang ilmu pengetahuan kepada insan di dunia. Sehingga kita dapat menikmati betapa indahnya ilmu pengetahuan itu.

Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian Dosen tahun 2011 dana DIPA Jurusan Fisika FMIPA UNP atas nama Fatni Mufit, S.Pd, M.Si, Drs. Mahrizal, M.Si dan Harman Amir, S.Si, M.Si. Skripsi ini juga merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini penulis telah banyak diberi motivasi, arahan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Mahrizal, M.Si. sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan,dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Harman Amir, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing II yang dengan segenap kesabaran memberikan bimbingan kepada penulis.

3. Bapak Dr. Hamdi, M.Si., Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si., dan Ibu Fatni Mufit S.Pd., M.Si. sebagai penguji yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si. sebagai Penasehat Akademis, Bapak Drs. Akmam, M.Si. sebagai ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP, dan Ibu Dra. Hidayati, M.Si. sebagai ketua Program Studi Fisika.
5. Bapak dan Ibu Dosen staf pengajar di Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Bapak Drs. Mahrizal, M.Si. selaku Ketua Laboratorium Geofisika UNP yang telah memberi izin kepada penulis melakukan penelitian di Laboratorium Geofisika UNP.
7. Ibu Erni Rahman, S. Si., M. Si. Selaku Ketua Laboratorium Geofisika UNSRI yang telah memberi izin kepada penulis melakukan penelitian di Laboratorium Geofisika UNSRI.
8. Kedua orang tua dan saudara atas motivasi, pengertian, pengorbanan, kepercayaan, serta doa tulus yang mengalir untuk penulis, sehingga penulis sampai pada tahap penyelesaian tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan satu tim, atas kerjasama, bantuan, dan motivasinya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman Program Studi Fisika UNP khususnya Fisika Non Kependidikan angkatan 2008, yang telah memberi dukungan dan motivasi.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap pihak dan penulis berharap kritik dan saran dari pembaca demi kemajuan kita bersama. Semoga semua kritik dan saran menjadi catatan positif bagi kita.

Padang, Juli 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>ABSTRAK</b> .....                                       | i       |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                | ii      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                    | v       |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                 | vii     |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                               | ix      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                   |         |
| <b>A.Latar Belakang Masalah</b> .....                      | 1       |
| <b>B.Perumusan Masalah</b> .....                           | 3       |
| <b>C.Batasan Masalah</b> .....                             | 3       |
| <b>D.Pertanyaan Penelitian</b> .....                       | 4       |
| <b>E.Tujuan Penelitian</b> .....                           | 4       |
| <b>F.Manfaat Penelitian</b> .....                          | 4       |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                             |         |
| <b>A.Pencemaran Udara</b> .....                            | 5       |
| <b>B. Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor</b> ..... | 5       |
| <b>C.Kemagnetan Bahan</b> .....                            | 7       |
| a.Diamagnetik .....  | 8       |
| b.Paramagnetik .....                                       | 9       |
| c.Ferromagnetik.....                                       | 10      |
| <b>D.Kurva Histerisis</b> .....                            | 10      |
| <b>E.Mineral Magnetik</b> .....                            | 12      |
| a.Magnetite.....   | 13      |
| b.Hematite .....   | 13      |
| <b>D.Isothermal Remanent Magnetization (IRM)</b> .....     | 14      |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                       |         |
| <b>A.Jenis Penelitian</b> .....                            | 16      |
| <b>B.Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....                 | 16      |
| <b>C.Variabel Penelitian</b> .....                         | 16      |

|  |    |
|--|----|
| <b>D.Instrumentas Penelitian</b> .....           | 17 |
| <i>a.Impulse Magnetizer</i> .....                | 17 |
| <i>b.Minispin Magnetometer</i> .....             | 17 |
| <b>E.Deskripsi Sampel</b> .....                  | 19 |
| a.Peta dan Lokasi Pengambilan Sampel .....       | 19 |
| b.Prosedur Pengambilan dan Persiapan Sampel..... | 20 |
| a.Prosedur Pengambilan Sampel.....               | 20 |
| b.Prosedur Persiapan Sampel .....                | 22 |
| <b>F.Teknik Pengumpulan Data</b> .....           | 23 |
| a.Proses Kalibrasi Alat.....                     | 23 |
| b.Proses Demagnetisasi.....                      | 24 |
| c.Proses Pengukuran IRM.....                     | 24 |
| <b>G.Teknik Analisa Data</b> .....               | 25 |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>    |    |
| <b>A.Hasil Penelitian</b> .....                  | 26 |
| a.Sampel Jenis Top Soil .....                    | 26 |
| b.Sampel Jenis Kulit Kayu .....                  | 40 |
| c.Sampel Jenis Daun .....                        | 46 |
| <b>B.Pembahasan</b> .....                        | 51 |
| <b>BAB V PENUTUP</b>                             |    |
| <b>A.Kesimpulan</b> .....                        | 54 |
| <b>B.Saran</b> .....                             | 54 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                      | 55 |
| <b>Lampiran</b> .....                            | 56 |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar  | Halaman |
|---|---------|
| 1.(a) Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan dan ( $\chi < 0$ ). (b) Suseptibilitas ( $\chi$ ) tidak tergantung pada temperatur (T) untuk bahan diamagnetik..... | 8       |
| 2.(a) Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan dan ( $\chi > 0$ ). (b) Suseptibilitas ( $\chi$ ) tergantung pada temperatur (T) untuk bahan paramagnetik.....      | 9       |
| 3.Kurva Histerisis.....   | 11      |
| 4.Diagram <i>ternary</i> TiO <sub>2</sub> -Feo-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....   | 12      |
| 5.Kurva perbandingan antara <i>magnetite</i> dan <i>hematite</i> setelah pemberian IRM .....  | 15      |
| 6. <i>Impulse Magnetizer</i> .....  | 17      |
| 7. <i>Minispin Magnetometer</i> .....   | 17      |
| 8.Posisi sampel didalam Minispin Magnetometer .....   | 18      |
| 9.Peta Lokasi Sampel .....  | 20      |
| 10.Titik pengambilan sampel top soil .....  | 21      |
| 11.Titik pengambilan sampel kulit kayu .....  | 21      |
| 12.Sampel yang siap untuk diukur.....   | 25      |
| 13.Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKTT 11, BPKTT 12, BPKTT 13.....  | 27      |
| 14.Kurva saturasi IRM untuk sampel AT 11, AT 12, AT 13 .....  | 28      |
| 15.Kurva saturasi IRM untuk sampel HT 11, HT 12, HT 13 .....  | 29      |
| 16.Kurva saturasi IRM untuk sampel HT 21, HT 22, HT 23 .....  | 30      |
| 17.Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKT 11, BPKT 12, BPKT 13 .....  | 31      |
| 18.Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKT 21, BPKT 22, BPKT 23.....   | 32      |
| 19.Kurva saturasi IRM untuk sampel BPLBT 11, BPLBT 12, BPLBT 13 .....   | 33      |
| 20.Kurva saturasi IRM untuk sampel BPLBT 21, BPLBT 22, BPLBT 23 .....   | 34      |

|  |    |
|--|----|
| 21. Kurva saturasi IRM untuk sampel KSPUT 11, KSPUT 12, KSPUT 13.....  | 35 |
| 22. Kurva saturasi IRM untuk sampel KSPUT 21, KSPUT 22, KSPUT 23.....  | 36 |
| 23. Kurva saturasi IRM untuk sampel LKBT 11, LKBT 12, LKBT 13 .....  | 37 |
| 24. Kurva saturasi IRM untuk sampel LKBT 21, LKBT 22, LKBT 23 .....  | 38 |
| 25. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPPT 11, BPPT 12, BPPT 13.....   | 39 |
| 26. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPPT 21, BPPT 22, BPPT 23.....   | 40 |
| 27. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKK 0, BPKK 45, BPKK 90,<br>BPKK 135, BPKK 180, BPKK 225, BPKK 270 dan BPKK 315.....            | 41 |
| 28. Kurva saturasi IRM untuk sampel LKK 0, LKK 45, LKK 90, LKK 135,<br>LKK 180, LKK 225, LKK 270 dan LKK 315 .....                   | 42 |
| 29. Kurva saturasi IRM untuk sampel HK 0, HK 45, HK 90, HK 135,<br>HK 180, HK 225, HK 270 dan HK 315 .....                           | 43 |
| 30. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKTK 0, BPKTK 45, BPKTK 90,<br>BPKTK 135, BPKTK 180, BPKTK 225, BPKTK 270 dan<br>BPKTK 315..... | 44 |
| 31. Kurva saturasi IRM untuk sampel AK 0, AK 45, AK 90, AK 135,<br>AK 180, AK 225, AK 270 dan AK 315 .....                           | 45 |
| 32. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPPD.....  | 46 |
| 33. Kurva saturasi IRM untuk sampel KSPUD .....  | 47 |
| 34. Kurva saturasi IRM untuk sampel AD .....   | 47 |
| 35. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPLBD .....  | 48 |
| 36. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKTD .....  | 49 |
| 37. Kurva saturasi IRM untuk sampel HD .....   | 50 |
| 38. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKD .....   | 50 |
| 39. Kurva saturasi IRM untuk sampel LKBD .....   | 51 |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran  | Halaman |
|---|---------|
| 1. Tabel Koordinat Geografis Sampel <i>Top Soil</i> .....   | 56      |
| 2. Tabel Koordinat Geografis Sampel Kulit Kayu.....   | 57      |
| 3. Tabel Koordinat Geografis Sampel Daun .....  | 58      |
| 4. Kalibasi Data Impulse Magnetizer .....   | 58      |
| 5. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPKTT 11, BPKTT 12, BPKTT 13 ...   | 59      |
| 6. Tabel Hasil pengukuran IRM pada AT 11, AT 12, AT 13.....   | 60      |
| 7. Tabel Hasil pengukuran IRM pada HT 11, HT 12, HT 13.....   | 61      |
| 8. Tabel Hasil pengukuran IRM pada HT 21, HT 22, HT 23.....   | 62      |
| 9. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPKT 11, BPKT 12, BPKT 13.....   | 63      |
| 10. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPKT 21, BPKT 22, BPKT 23.....  | 64      |
| 11. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPLBT 11, BPLBT 12, BPLBT 13 ...  | 65      |
| 12. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPLBT 21, BPLBT 22, BPLBT 23 ...  | 66      |
| 13. Tabel Hasil pengukuran IRM pada KSPUT 11, KSPUT 12, KSPUT 13 ..   | 67      |
| 14. Tabel Hasil pengukuran IRM pada KSPUT 21, KSPUT 22, KSPUT 23 ..   | 68      |
| 15. Tabel Hasil pengukuran IRM pada LKBT 11, LKBT 12, LKBT 13 .....   | 69      |
| 16. Tabel Hasil pengukuran IRM pada LKBT 21, LKBT 22, LKBT 23 .....   | 70      |
| 17. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPPT 11, BPPT 12, BPPT13 .....  | 71      |
| 18. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPPT 21, BPPT 22, BPPT 23 .....   | 72      |
| 19. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPKK 0, BPKK 45, BPKK 90,<br>BPKK 135, BPKK 180, BPKK 225, BPKK 270 dan BPKK 315.....             | 73      |
| 20. Tabel Hasil pengukuran IRM pada LKK 0, LKK 45, LKK 90, LKK 135,<br>LKK 180, LKK 225, LKK 270 dan LKK 315 .....                    | 75      |
| 21. Tabel Hasil pengukuran IRM pada HK 0, HK 45, HK 90, HK 135,<br>HK 180, HK 225, HK 270 dan HK 315 .....                            | 77      |
| 22. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPKTK 0, BPKTK 45, BPKTK 90,<br>BPKTK 135, BPKTK 180, BPKTK 225, BPKTK 270 dan<br>BPKTK 315 ..... | 80      |

|  |    |
|--|----|
| 23. Tabel Hasil pengukuran IRM pada AK 0, AK 45, AK 90, AK 135,<br>AK 180, AK 225, AK 270 dan AK 315 ..... | 82 |
| 24. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPPD.....  | 85 |
| 25. Tabel Hasil pengukuran IRM pada KSPUD.....   | 85 |
| 26. Tabel Hasil pengukuran IRM pada AD.....  | 86 |
| 27. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPLBD.....   | 86 |
| 28. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPKTD.....   | 87 |
| 29. Tabel Hasil pengukuran IRM pada HD.....  | 87 |
| 30. Tabel Hasil pengukuran IRM pada BPKD .....   | 88 |
| 31. Tabel Hasil pengukuran IRM pada LKBD.....  | 88 |
| 32. Hasil Analisa Laboratorium Kualitas Udara Ambien .....   | 89 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pesatnya pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor berakibat meningkatnya pencemaran udara. Pencemaran udara merupakan suatu masalah besar di kebanyakan kota di dunia. Hal ini disebabkan oleh adanya bahan bakar yang digunakan dalam transportasi dan industri meski kontribusi alam juga menyokong melalui kejadian seperti letusan gunung berapi dan kebakaran hutan. Di banyak negara berkembang seperti Indonesia, konsentrasi bahan pencemar udara berasal dari kendaraan bermotor meningkat sebagai suatu konsekuensi terhadap meningkatnya pembakaran bahan bakar fosil (Sutriyo, 2008: 862).

Gejala telah terjadinya pencemaran udara itu sebenarnya kasat mata, dapat terlihat dengan jelas, hanya saja tidak semua pihak menyadarinya. Setiap manusia bernafas dan rata-rata manusia dewasa menghirup >3.000 gallon (11,4 m<sup>3</sup>) udara setiap hari. Udara yang dihirup, jika tercemar oleh bahan berbahaya dan beracun, akan berdampak serius pada kesehatan manusia. Selain menyebabkan kanker dan penyakit saluran pernafasan, polusi udara juga dapat menyebabkan hujan asam, mengurangi daya perlindungan lapisan ozon di atmosfer bagian atas, dan berpotensi untuk turut berperan dalam perubahan iklim dunia (efek rumah kaca).

Dalam satu dekade terakhir, metoda sifat magnetik batuan (*rock magnetic methods*) telah banyak digunakan dalam kajian tentang pencemar atau polusi lingkungan. Tujuan dari kajian seperti ini, umumnya adalah untuk mengidentifikasi mineral magnetik pada polutan dan menghubungkannya dengan sumber atau mekanisme pencemaran. Mineral magnetik sebenarnya selalu ada secara alamiah pada batuan, tanah, atau endapan sedimen, meskipun secara kuantitatif kelimpahannya cukup kecil yaitu sekitar 0.1 % dari massa total batuan atau endapan (Bijaksana, 2002). Mineral magnetik ini memiliki sifat, jenis dan morfologi yang beragam yang bergantung pada sumbernya. Pada kasus pencemaran, perlu dilakukan identifikasi apakah mineral magnetik berasal dari sumber-sumber alamiah atau dari proses pencemaran.

Penelitian yang menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Rizali (2006) telah melakukan penelitian terhadap jenis mineral magnetik pada polutan akibat kendaraan bermotor menggunakan metode IRM di kota Padang Utara dan menyimpulkan bahwa jenis mineral magnetik yang terkandung pada polutan kendaraan bermotor di kota Padang Utara adalah *magnetite*. Hasan (2008) mengkaji tingkat polusi akibat kendaraan bermotor dengan menggunakan metode susceptibilitas magnetik dan *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM), dimana diperoleh nilai susceptibilitas magnetik antara  $98.5 - 755.2 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ , dan mengandung mengandung mineral magnetik yang domain magnetiknya *multi domain* (MD).

Mengingat oksida-besi dalam ukuran kecil yang sangat beresiko bagi kesehatan, maka perlu dilakukan pengukuran yang dapat memberikan informasi tentang keberadaan material magnetik tersebut. Untuk memastikan bahwa dalam suatu sampel yang diambil terdapat material magnetik, dilakukan pengukuran menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM).

Dengan asumsi bahwa tanah permukaan (*top soil*), kulit kayu dan daun di daerah pinggir jalan raya berfungsi sebagai kolektor oksida-besi seperti *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan *hematite* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "*Analisis Jenis Mineral Magnetik Dari Polutan Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Isothermal Remanent Magnetization (IRM) di Kota Padang*".

## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu, apa jenis mineral magnetik dari polutan kendaraan bermotor menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) di kota Padang.

## **C. Batasan Masalah**

Agar permasalahan yang di kemukakan lebih terarah, maka penulis membatasi penelitian pada analisis jenis mineral magnetik dari polutan kendaraan bermotor menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) di kota Padang.

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah, maka pertanyaan dari penelitian ini adalah : Apakah jenis mineral magnetik dari polutan kendaraan bermotor di kota Padang ?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis mineral magnetik dari polutan kendaraan bermotor menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) di kota Padang.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya :

1. Untuk pemerintah dan masyarakat daerah setempat tentang jenis polusi kendaraan bermotor dan sebagai pedoman untuk menindak lanjuti masalah polusi.
2. Mengaplikasikan ilmu fisika bagi peneliti, khususnya pada bidang geofisika dan ilmu pengetahuan pada umumnya.
3. Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pencemaran Udara**

Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia.

#### **B. Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor**

Penyebab pencemaran udara akibat kendaraan bermotor bersumber pada bahan bakar kendaraan dan dapat dihasilkan dari karat pada kendaraan itu dan gesekan-gesekan yang terjadi pada saat kendaraan beroperasi. Bagian dalam sistem pembuangan pada kendaraan juga dapat menghasilkan material-material magnetik sebagai sumber polusi. Pencemaran udara telah menjadi persoalan global, karena udara telah tercemar oleh perbuatan manusia dan proses alam. Terdapat 2 jenis pencemar yaitu sebagai berikut :

- a. Zat pencemar primer, yaitu zat kimia yang langsung mengkontaminasi udara dalam konsentrasi yang membahayakan. Zat tersebut berasal dari komponen udara alamiah seperti karbon dioksida, yang meningkat diatas konsentrasi normal, atau sesuatu yang tidak biasanya, ditemukan dalam udara, misalnya timbal.

- b. Zat pencemar sekunder, yaitu zat kimia berbahaya yang terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia antar komponen-komponen udara.

Sumber bahan pencemar primer dapat dibagi lagi menjadi dua golongan besar :

1. Sumber alamiah

Beberapa kegiatan alam yang bisa menyebabkan pencemaran udara adalah kegiatan gunung berapi, kebakaran hutan, kegiatan mikroorganisme, dan lain-lain. Bahan pencemar yang dihasilkan umumnya adalah asap, gas-gas, dan debu.

2. Sumber buatan manusia

Kegiatan manusia yang menghasilkan bahan-bahan pencemar bermacam-macam antara lain adalah kegiatan-kegiatan berikut :

- a. Pembakaran, seperti pembakaran sampah, pembakaran pada kegiatan rumah tangga, industri, kendaraan bermotor, dan lain-lain. Bahan-bahan pencemar yang dihasilkan antara lain asap, debu, grit (pasir halus), dan gas (CO dan NO).
- b. Proses peleburan, seperti proses peleburan baja, pembuatan soda, semen, keramik, aspal. Sedangkan bahan pencemar yang dihasilkannya antara lain adalah debu, uap dan gas-gas.

- c. Pertambangan dan penggalian, seperti tambang mineral dan logam. Bahan pencemar yang dihasilkan terutama adalah debu.
- d. Proses pengolahan dan pemanasan seperti pada proses pengolahan makanan, daging, ikan, dan penyamakan. Bahan pencemar yang dihasilkan terutama asap, debu, dan bau.
- e. Pembuangan limbah, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Pencemarannya terutama adalah dari instalasi pengolahan air buangnya. Sedangkan bahan pencemarnya yang terutama adalah gas  $H_2S$  yang menimbulkan bau busuk.
- f. Proses kimia, seperti pada proses fertilisasi, proses pemurnian minyak bumi, proses pengolahan mineral. Pembuatan keris, dan lain-lain. Bahan-bahan pencemar yang dihasilkan antara lain adalah debu, uap dan gas-gas
- g. Proses pembangunan seperti pembangunan gedung-gedung, jalan dan kegiatan yang semacamnya. Bahan pencemarnya yang terutama adalah asap dan debu.
- h. Proses percobaan atom atau nuklir. Bahan pencemarnya yang terutama adalah gas-gas dan debu radioaktif.

### **C. Kemagnetan Bahan**

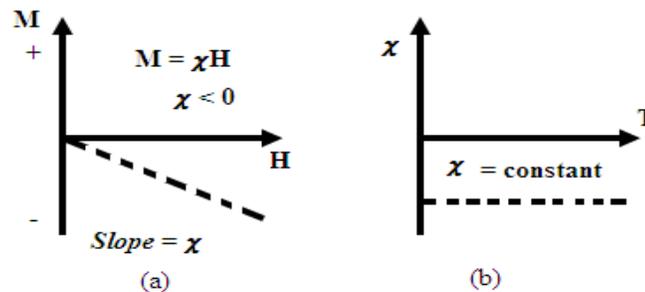
Kemagnetan bahan sangat bergantung pada kandungan mineral magnetik, ukuran bulir, temperatur dan tekanan. Berdasarkan sifat magnetiknya suatu bahan digolongkan menjadi tiga bagian yaitu:

### a. Diamagnetik

Diamagnetik merupakan sifat dasar seluruh bahan, meskipun biasanya sifat ini sangat lemah (Hunt, 1991: 4). Menurut Butler (1998: 17),

Respon diamagnetik terhadap medan magnet yang dilewatkan padanya akan menghasilkan induksi magnetik yang kecil dan berlawanan arah medan magnet yang digunakan. Respon diamagnetik ini merupakan sifat semua bahan, tetapi untuk bahan yang atom-atomnya memiliki momen magnetik, sifat diamagnetik ditutupi oleh efek medan magnet pada momen magnetiknya. Bahan yang tersusun atas atom-atom yang tidak memiliki momen magnetik akan memperlihatkan sifat diamagnetik. Inilah yang diklasifikasikan sebagai bahan diamagnetik.

Nilai suseptibilitas suatu bahan diamagnetik tidak tergantung terhadap temperatur. Diamagnetik memiliki suseptibilitas magnetik ( $\chi$ ) negatif dan kecil seperti yang terlihat pada Gambar 1.



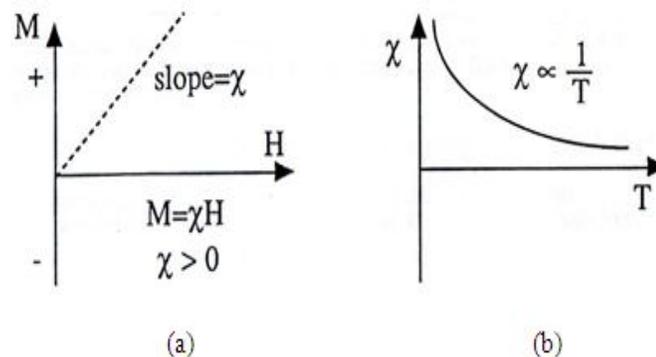
Gambar 1. (a) Grafik magnetisasi ( $M$ ) terhadap medan magnet ( $H$ ) yang diberikan dan ( $\chi < 0$ ). (b) Suseptibilitas ( $\chi$ ) tidak tergantung pada temperatur ( $T$ ) untuk bahan diamagnetik. (Hunt, 1991: 4)

Logam-logam yang memiliki sifat diamagnetik diantaranya adalah tembaga (Cu), emas (Au), perak (Ag), dan timah (Pt). Nilai

suseptibilitasnya sekitar  $-10^6$  dalam satuan cgs dan sekitar  $-0.8 \times 10^{-7}$  dalam SI.

### b. Paramagnetik

Paramagnetik memiliki arah magnetisasi sejajar dengan medan magnet yang menginduksinya. Paramagnetik memiliki nilai suseptibilitas magnetik ( $\chi$ ) positif dan kecil seperti yang terlihat pada Gambar 2. Bahan paramagnetik tersusun atas atom-atom yang memiliki momen magnet tetapi tidak berinteraksi antara momen atom yang berdekatan dan menghasilkan induksi yang sejajar dengan medan magnet ( $\mathbf{H}$ ) yang digunakan. Sebagaimana bahan diamagnetik, magnetisasinya akan berkurang menuju nol saat medan magnetnya dihilangkan (Hunt, 1991: 5). Nilai suseptibilitas magnetik bahan ini pada temperatur kamar yaitu  $4.4 \times 10^{-4}$  dalam cgs dan 3.5 dalam SI (Butler, 1998: 17). Contoh dari bahan paramagnetik adalah tembaga dan mangan. Suseptibilitas bahan paramagnetik ini bergantung pada temperatur.



Gambar 2.(a) Grafik magnetisasi ( $\mathbf{M}$ ) terhadap medan magnet ( $\mathbf{H}$ ) yang diberikan dan ( $\chi > 0$ ). (b) Suseptibilitas ( $\chi$ ) tergantung pada temperatur ( $\mathbf{T}$ ) untuk bahan paramagnetik. (Hunt, 1991: 5)

### c. Ferromagnetik

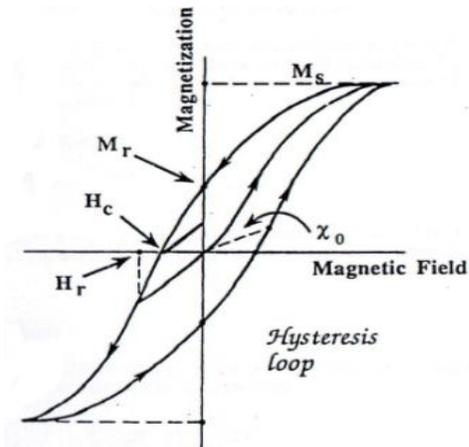
Ferromagnetik memiliki susptibilitas magnetik ( $\chi$ ) positif dan besar yaitu sekitar 106 kali dari diamagnetik atau paramagnetik. Sifat kemagnetan bahan ini dipengaruhi oleh kondisi temperatur, yaitu pada temperatur *Curie* maka sifat kemagnetannya akan hilang. Bahan ferromagnetik ini terdiri atas atom-atom yang memiliki momen magnetik, tetapi tidak seperti paramagnetik yang mana momen atom yang berdekatan saling berinteraksi. Pada bahan ferromagnetik ada saat dimana magnetisasinya maksimum yang dikenal dengan magnetisasi saturasi.

Suatu respon khusus dari ferromagnetik ditemukan dalam kelompok bahan yang dikenal sebagai antiferromagnetik. Dalam bahan ini, momen magnetik tersusun sejajar tetapi dengan arah yang berlawanan sehingga tidak ada momen total pada saat medan magnetik luar dihilangkan. Jika momen magnetik yang sejajar dan berlawanan arah tersebut mempunyai kekuatan yang tidak sama, dikenal sebagai ferrimagnetik.

### D. Kurva Histerisis

Untuk menunjukkan sifat mineral dari bahan ferromagnetik, cara yang paling umum dilakukan adalah dengan memplot induksi magnet **B** terhadap medan magnet **H** atau dengan memplot magnetisasi **M** terhadap medan magnet **H**. dari kurva histerisis kita bisa mengetahui tentang sifat maagnetik

suatu material. Kurva histerisis (*hysteresis loop*) diperoleh dengan cara memberikan medan magnetik yang besar pada suatu arah kemudian diperkecil sehingga menuju nol dan selanjutnya dibalikkan pada arah yang berlawanan.



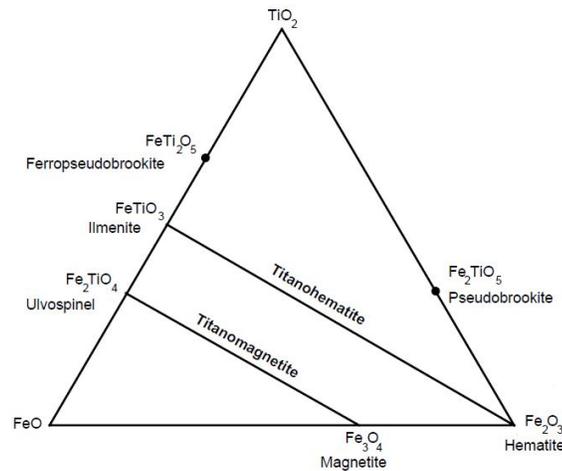
Gambar 3. Kurva histerisis (Hunt, 1991: 8)

Magnetisasi saturasi ( $M_s$ ) diukur dilaboratorium dengan menerapkan medan magnetik 1-2 Tesla. Medan sebesar ini biasanya cukup untuk saturasi mineral magnetik. Jika medan magnetik dikurangi sampai mencapai nol, magnetisasinya tidak kembali ke nol tetapi bertahan sebagai magnetisasi remanen ( $M_r$ ). Dengan menaikkan medan magnetik dalam arah yang berlawanan, dicapai suatu titik dimana induksi magnetisasinya menjadi nol. Medan pada titik ini dikenal sebagai koersivitas ( $H_c$ ). Jika medan magnetik terus dinaikkan lagi dalam arah yang berlawanan akan diperoleh kembali saturasi dalam arah yang berlawanan. Sifat histerisis ini disebut koersivitas remanen ( $H_r$ ). ini merupakan medan pembalikan dimana, jika diberi medan dan kemudian dihilangkan, saturasi remanen akan berkurang menuju nol (Hunt, 1991: 8).

### E. Mineral Magnetik

Istilah mineral magnetik biasanya hanya digunakan untuk mineral yang tergolong ferromagnetik. Mineral ferromagnetik umumnya berasal dari keluarga besi titanium oksida, sulfida besi dan hidroksi besi. Yang paling banyak dijumpai dalam batuan yaitu besi titanium oksida. Keluarga besi titanium oksida dianggap sebagai pembawa magnetisasi remanen yang paling dominan. Contohnya, *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematite* ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) dan *magnetite* ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ). Mineral magnetik yang berasal dari sulfida besi adalah *pyrite* ( $\text{Fe}_7\text{S}_8$ ), sedangkan yang tergolong hidroksida besi adalah *goethite* ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ).

Mineral magnetik yang paling penting adalah oksida besi-titanium (FeTi). Komposisi oksida FeTi dapat digambarkan dalam diagram *ternary*  $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$  (Buttler, 1998: 20).



Gambar 4. Diagram *ternary*  $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$  (Buttler, 1998: 21)

Dari Gambar 4 dapat dilihat posisi dari kiri kekanan menandakan meningkatnya rasio  $\text{Fe}^{3+}$  terhadap  $\text{Fe}^{2+}$ , sementara dari bawah ke atas menandakan peningkatan rasio  $\text{Ti}^{4+}$  terhadap besi.

a. ***Magnetite***

*Magnetite* adalah mineral magnetik yang kuat karena mineral ini merekam NRM yang stabil (Buttler, 1998: 22). *Magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) merupakan mineral hitam mengkilat dengan permukaan kebiru-biruan yang tidak tembus cahaya dan menunjukkan kilauan logam. Batuannya keras dan sangat berat. *Magnetite* bersifat ferrimagnetik dengan temperatur Curie  $580^\circ\text{C}$  dan magnetisasi  $90 \text{ Am}^2/\text{kg}$  sampai  $93 \text{ Am}^2/\text{kg}$ . *Magnetite* ini merupakan deret *titanomagnetite* ( $\text{Fe}_{3-x}\text{Ti}_x\text{O}_4$ ) dengan indeks pada  $x=0$ , dimana deret *titanomagnetite* biasanya berbentuk octahedral, besar dan bundar. Unsur lain yang terdapat pada deret *titanomagnetite* ini adalah *ulvospinel* ( $\text{Fe}_2\text{TiO}_4$ ) dengan nilai indeks  $x=1$  (Evans dan Heller, 2003: 35). Deret *titanomagnetite* dapat dilihat pada bekas daerah yang bertemperatur tinggi dan pada tekstur peninggalan batuan beku. Jenis *magnetite* yang dapat dilihat dari butirannya adalah pada oksida.

b. ***Hematite***

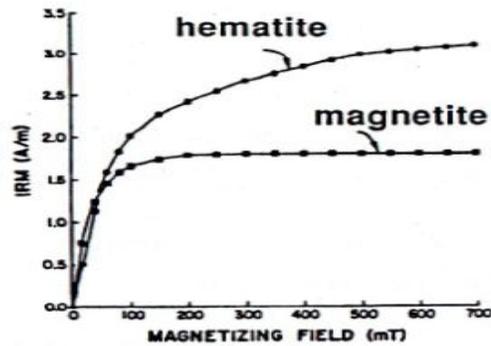
Mineral ini tersebar luas dialam khususnya pada tanah dan sedimen, biasanya digunakan untuk kepentingan lingkungan. *Hematite* merupakan deret *titanohematite* ( $\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ ) yang nilai indeksnya pada  $x=0$ , mineral magnetik bersifat ferromagnetik dengan spontanitas magnetik  $2.5 \text{ Am}^2/\text{kg}$  dan temperatur Curie  $675^\circ\text{C}$  (Evans dan Heller, 2003: 38).

*Hematite* ini mempunyai struktur Kristal hexagonal. Secara fisik mineral *hematite* bersifat keras, sangat berat, tidak terbelah-belah. *Hematite* juga tidak tembus cahaya mempunyai lapisan merah gelap yang membuatnya mudah dibedakan dengan *magnetite*. Secara umum berbentuk massif, massanya berisi butiran-butiran permukaannya berwarna-warni, warna batuan mineral merah kecoklatan.

#### F. Isothermal Remanent Magnetization (IRM)

*Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) adalah magnetisasi remanen yang dihasilkan dalam waktu yang singkat melalui medan magnetik yang kuat pada temperatur konstan. IRM merupakan bentuk remanen yang dihasilkan melalui eksperimen histerisis dan bulir magnetik yang merekamnya mempunyai energi koersif yang lebih kecil dari medan yang digunakan.

Pemberian IRM bertujuan untuk menentukan jenis mineral magnetik yang terdapat pada sampel. Untuk membedakan antara *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan *hematite* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dapat kita ketahui dari pola saturasi yang dihasilkan. *Hematite* memiliki koersitifitas lebih besar dari *magnetite* karena selama pemberian IRM *hematite* lebih sulit tersaturasi dibandingkan dengan *magnetite*. Mineral *magnetite* biasanya mencapai saturasi pada medan  $\leq 300$  mT, sedangkan mineral *hematite* sulit tersaturasi karena momen magnetiknya sulit dipengaruhi oleh medan luar seperti Gambar 4 (Butler, 1998: 62).



Gambar 5. Kurva perbandingan antara *magnetite* dan *hematite* setelah pemberian IRM (Hunt, 1991: 35)

Menurut Hunt (1991: 34), ada 3 teknik yang digunakan dalam mengkarakterisasi IRM :

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

Dari 3 teknik yang digunakan dalam mengkarakterisasi IRM pada penelitian ini digunakan teknik pertama yaitu dengan teknik akuisisi data. Dimana sampel yang telah di reparasi diberikan medan demagnetisasi sampai mencapai remanen maksimum yang merupakan remanen saturasi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian dengan menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) di kota Padang pada tiga jenis sampel yaitu *top soil*, kulit kayu, dan daun menunjukkan bahwa jenis mineral magnetik yang terkandung dalam masing – masing sampel adalah *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Hal ini ditunjukkan dengan melihat kurva saturasi IRM dari nilai intensitas dengan kuat medan yang mana tersaturasi pada kuat medan  $\leq 300$  mT. Tingginya nilai intensitas menunjukkan bahwa aktivitas lalulintas di lokasi pengambilan sampel juga tinggi.

#### **B. Saran**

1. Dalam pengambilan sampel perhatikan jarak sampel dengan jalan, pastikan bahwa jaraknya 0 m; 1 m dan 2 m dari tepi jalan.
2. Tandai arah sampel dengan menggunakan spidol untuk memudahkan pengukuran dengan *Minispin Magnetometer*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Dodiet. (2009). “*Hand Out Mata Kuliah Metodologi Research*”. Surakarta: Kebidanan Poltekes Surakarta.
- Basri, Hasan. (2008). Penentuan Tingkat Polusi Akibat Kendaraan Bermotor Menggunakan Metoda Suseptibilitas Magnetik Dan Anhysteretic Remanent Magnetization (ARM) di Kota Padang. Padang: Universitas Negeri Padang. (Tidak Dipublikasikan).
- Bijaksana, S. (2002). “Analisa Mineral Magnetik dalam Masalah Lingkungan”. *Journal Geofisika*. Vol 1. Hlm. 19-27.
- Buttler, R.F. (1998). *Paleomagnetism : Magnetic Domain to Geologic Terranes*. Blackwell.
- Evans, Michael. E & Heller, Friedrich. (2003). *Principles and Aplication of Enviromagnetik*. Sandiego, California USA: Akademik press.
- Hunt, Christoper. P. (1991). *Environmental Magnetism Workshop*. University of Minnesota.
- Nawawi & Martini. (1999). *Penelitian Terapan*. Yogyakarta: Gajah Mada University.
- Minispin Operation’s Manual. Molspin Ltd. New Castle, England.
- Prabu. (2008). *Pencemaran Udara*. <http://www.kesehatan.lingkungan.go.id>.
- Rizali. (2006). *Penentuan Jenis Mineral Magnetik Pada Polutan Akibat Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Isothermal Remanent Magnetization (IRM) di Kota Padang Bagian Utara*. Padang: Universitas Negeri Padang. (Tidak Dipublikasikan).
- Sutriyo, Saputro. (2008). “Studi Kondisi Kimiawi Penyebaran Pb, Debu, dan Kebisingan di Kota Jakarta”. *Jurnal Kajian Ilmiah Lembaga Penelitian Ubhara Jaya*. Vol 9 (Nomor 2 tahun 2008). Hlm. 862–891.
- Wisnu Arya Wardhana. (2004). *Polutan radioaktif dan batubara*. <http://www.energi.lipi.go.id>.