

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

**Pramita Syafrina<sup>\*</sup>), Mahrizal dan Harman Amir<sup>\*\*)</sup>**

<sup>\*</sup>) Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang

<sup>\*\*)</sup>Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP

**ABSTRACT**

*Polution is big problem in many city. Iron-oksida is very small and dangerous for healthy, so important to measure who give information about magnetic field. The source of polution are mount eruption, forest fire and motor vehicle. In this eksperiment we studying about kind polution from motor vehicle. The kind polutan of vehicles was know with Isothermal Remanent Magnetization (IRM) method. In this eksperiment 93 sample, 45 top soil sample, 40 wood sample and 8 for leaf sample. The result of data analysis indication that intensity magnetization of top soil is 10.24 to 11.974.558 mA/m for wood sample is 0,22 to 7.186,20 mA/m and for leaf 0.33 to 900.31 mA/m. The analysis for saturation kurva of IRM for samples is magnetite ( $Fe_3O_4$ ) because out field  $\leq 300$  mT.*

**Keywords:** Isothermal Remanent Magnetization (IRM), magnetite

---

**PENDAHULUAN**

Pesatnya pertambahan jumlah kendaraan bermotor berakibat meningkatnya pencemaran udara. Pencemaran udara merupakan suatu masalah besar dikebanyakan 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. Dibanyak 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).

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.

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).

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.

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.

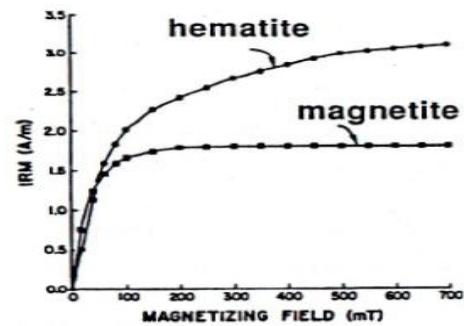
Kemagnetan bahan sangat bergantung pada kandungan mineral magnetik, ukuran bulir, temperatur dan tekanan. Berdasarkan sifat magnetiknya suatu bahan digolongkan menjadi tiga bagian yaitu: diamagnetik, paramagnetik dan ferromagnetik.

Untuk menunjukkan sifat mineral dari bahan ferromagnetik, cara yang paling umum dilakukan adalah dengan memplot induksi magnet  $\mathbf{B}$  terhadap medan magnet  $\mathbf{H}$  atau dengan memplot magnetisasi  $\mathbf{M}$  terhadap medan magnet  $\mathbf{H}$ .

Istilah mineral magnetik biasanya hanya digunakan untuk mineral yang tergolong ferromagnetik. Mineral ferromagnetik umumnya berasal dari keluarga besi titanium oksida, sulfide 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* ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ).

*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.



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 dipreparasi diberikan medan demagnetisasi sampai mencapai remanen maksimum yang merupakan remanen saturasi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang dilakukan secara sistematis terhadap suatu masalah. Data dari penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh langsung pada saat melakukan penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2011 sampai Mei 2012. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Geofisika Universitas Sriwijaya. Pengambilan sampel dilakukan selama lebih kurang satu bulan yaitu dari tanggal 4 Desember sampai dengan 8 Januari 2012. Reparasi sampel dilakukan di Laboratorium Geofisika Universitas Padang pada bulan Februari 2012.

Beberapa instrumentasi / alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

a. *Impulse Magnetizer*



Gambar 2. *Impulse Magnetizer*

*Impulse Magnetizer* digunakan untuk memberikan tegangan pada sampel yang akan diukur. Pemberian tegangan pada sampel dimulai dari 0, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250 dan 300 untuk koil 1 dan 0 10, 15, 20, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250 dan 300 untuk koil 2.

b. *Minispin Magnetometer*



Gambar 3. *Minispin Magnetometer*

*Minispin Magnetometer* seperti yang terlihat pada Gambar 7 dikontrol oleh Microprocessor Rockwell 6502. Prinsip kerja alat ini menghasilkan sinyal DC

sebanding dengan komponen magnetik yang paralel dengan sumbu *fluxgate*. Rasio sinyal terhadap noise ditingkatkan dengan frekuensi 6 Hz. Kemudian sinyal output didigitalkan dengan alat *Analog Digital Converter (ADC)* dan disimpan dalam memori komputer dalam besaran berupa arah (dalam inklinasi dan deklinasi) dan intensitas mineral magnetik sampel. Untuk putaran pendek jumlah putaran 24 dan 120 untuk putaran panjang.

Pada pengukuran magnetik ini posisi sampel diatur dalam empat arah yang berbeda seperti yang terlihat pada Gambar 8. Arah pemutaran sampel adalah: a. Vertikal I ; b. Horizontal I (diputar 90° ke arah kiri dari arah Vertikal I) ; c. Vertikal II ; d. Horizontal II (diputar 90° ke arah kanan dari arah Vertikal II).



Gambar 4. Posisi sampel didalam *Minispin Magnetometer*

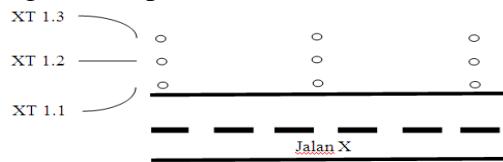
Sampel dari penelitian ini berjumlah 93 sampel, yang terdiri dari 45 sampel jenis *top soil*, 40 sampel jenis kulit kayu, dan 8 sampel jenis daun. Posisi sampel secara geografis dapat ditentukan dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*). Pengambilan sampel dilakukan pada primer yaitu Jalan Adinegoro Padang Utara, Jalan By Pass KurANJI, Jalan By Pass Lubuk Begalung, Jalan Lubuk Kilangan, Jalan Hamka Padang Utara, Jalan Khatib Sulaiman dan Jalan By Pass Koto Tangah.



Gambar 4. Peta Lokasi Sampel (sumber: Bappeda Kota Padang 2012)

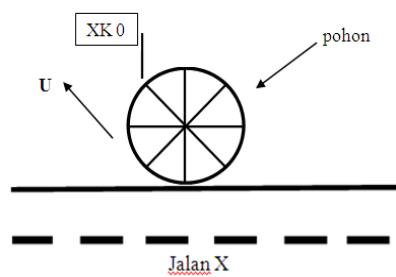
### Prosedur Pengambilan Sampel

Pada data *topsoil* di ambil tanah permukaan. Dimana setiap lokasi di bagi menjadi 3 titik dan setiap titik akan diambil 3 sampel yaitu yang dekat dengan jalan raya pada jarak 0 meter dari jalan, pada jarak 1 meter dan pada jarak 2 meter seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Titik pengambilan sampel top soil

Untuk sampel kulit kayu, diambil sampel pada kulit terluar. Titik pengambilan sampel dilakukan dengan membagi kayu menjadi 8 bagian yaitu pada sudut  $45^{\circ}$ , yang mana titik  $0^{\circ}$  pada arah utara. Kemudian diambil sampel yang lain searah dengan jarum jam. Pada sampel kulit kayu diperhatikan juga letak pohon kayu seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Titik pengambilan sampel kulit kayu

Pada sampel daun, diambil daun yang berada di sekitar lokasi pengambilan sampel topsoil dan kulit kayu.

### Prosedur Persiapan Sampel

Ditinjau dari prosedur pengambilan sampel terdapat tiga jenis sampel yaitu top soil, kulit kayu dan daun. Adapun langkah dalam persiapan atau reparasi sampel adalah : Pada sampel jenis *top soil*, tanah yang di dapat kemudian dihaluskan menggunakan ayakan kemudian dimasukkan kedalam holder yang berbentuk tabung. Sampel yang dimasukkan ke dalam holder harus padat agar sewaktu dilakukan pengukuran tidak ada ruang didalam holder yang mem-buat hasil pengukuran tidak lagi akurat. Penamaan pada sampel *top soil* berupa ke-terangan nama jalan, dan titik pengambilan sampel. Pada sampel jenis kulit kayu perta-ma-tama dihaluskan dengan cara mengerus terlebih dahulu bagian permukaan kulit kayu kemudian diambil bagian yang agak halus untuk dimasukkan kedalam holder. Karena sampel dari kulit kayu didapat sedikit maka sampel yang didapat dicampur dengan silikon. Penamaan pada sampel ku-lit kayu berupa keterangan nama jalan dan sudut pengambilan sampel. Pada sampel je-nis daun pertama-tama daun dipotong-poto-ng menjadi bagian yang kecil dan dicampur dengan silikon lalu masukkan kedalam holder. Penamaan pada sampel daun berupa keterangan nama jalan, dan titik pengambilan sampel.



Gambar 7. Sampel yang siap untuk diukur

Pengukuran IRM bertujuan untuk mendapatkan keadaan saturasi dari sampel

yang diteliti. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut :

#### Proses Kalibrasi Alat

Sebelum alat *Minispin Magnetometer* digunakan, terlebih dahulu dilakukan proses kalibrasi dengan menggunakan sampel kalibrasi. Sampel kalibrasi dimasukkan ke dalam pemutar pada alat *Minispin Magnetometer* seperti Gambar 3. Arah panah menunjukkan arah utara (N). Tekan *short spin* yang menghasilkan 24 putaran atau *long spin* yang menghasilkan 120 putaran dan tunggu sampai nilai *East*. Pada penelitian ini digunakan *short spin*. Jika nilai *East* terletak antara terletak antara 0.00 sampai 2.00 berarti kalibrasi sudut sudah benar. Jika belum benar putar ring *fluxgate* searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam kemudian klik lagi *spin* sampai diperoleh nilai yang benar. Kemudian masukkan nilai kalibrasi 537, tekan *cal* kemudian tekan *spin* sampai keluar nilai intensitas sampel kalibrasi. Setelah didapat nilai yang sama maka alat *Minispin Magnetometer* sudah terkalibrasi. Pengkalibrasi alat harus dilakukan setiap 1 jam dari pengukuran sampel.

#### Proses Demagnetisasi

Tekan tombol power pada alat *Impulse Magnetizer*. Letakkan sampel pada tempat sampel kemudian masukkan kedalam tabung demagnetisasi. Lalu tekan tombol *trigger* dengan tegangan 0 mV. Setelah terdengar bunyi tik pada alat *Impulse Magnetizer*, tarik sampel keluar untuk selanjutnya dilakukan proses pengukuran IRM. Lakukan langkah untuk koil I dan koil II.

#### Proses Pengukuran IRM

Setelah sampel didemagnetisasi kemudian diukur intensitasnya dengan alat *Minispin Magnetometer*, ukur sampel sebanyak 4 kali sesuai posisi sampel pada Gambar 4. Setelah itu klik sp4 pada monitor komputer. Kemudian didapat nilai intensitasnya, deklinasi dan inklinasinya.

#### Teknik Analisa Data

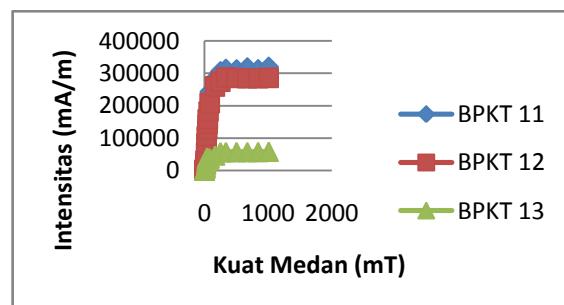
Untuk melihat kandungan mineral magnetik yang dimiliki oleh sampel yang diteliti, di ukur IRMnya dengan menggunakan alat *Impulse Magnetizer* yaitu dengan cara memberikan tegangan tinggi secara bertahap. Tegangan yang diberikan secara bertahap akan dikonversi menjadi kuat medan (**H**) dengan menggunakan tabel yang terdapat pada *Minispin Operator's Manual*. Kemudian sampel di ukur dengan menggunakan alat *Minispin Magnetometer* dan dari hasil pengukuran didapat nilai intensitas.

Nilai kuat medan (**H**) didapat dari Kalibasi Data *Impulse Magnetizer* yang dapat dilihat pada Lampiran 4. Setelah didapat nilai kuat medan (**H**) dan intensitas, kemudian dengan menggunakan *Microsoft Excel* data tersebut diplot dalam bentuk grafik yang menyatakan hubungan antara kuat medan (**H**) (sumbu x) dan intensitas (sumbu y).

Untuk menentukan jenis mineral magnetik pada sampel dilakukan dengan menganalisis kapan terjadi saturasi. Jika sampel tersaturasi  $\leq 300$  mT menunjukkan jenis mineral *magnetite* ( $Fe_3O_4$ ), sedangkan jika tersaturasi  $> 300$  mT menunjukkan jenis mineral *hematite* ( $Fe_2O_3$ ).

## HASIL

Hasil pengukuran IRM di Jalan By Pass Kurangi untuk sampel *top soil*:

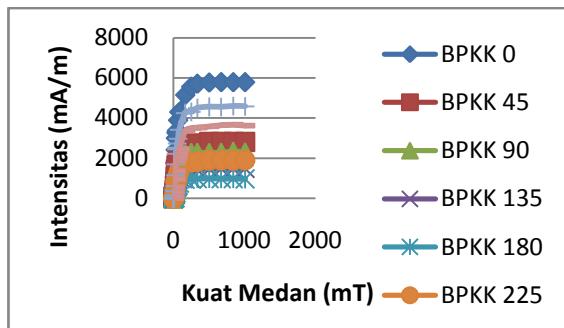


Gambar 8. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKT 11, BPKT 12, BPKT 13

Dari Gambar 8 dapat dilihat keadaan saturasi mulai terjadi pada kuat medan

antara 220 mT – 300 mT dan tidak terjadi lagi akuisisi IRM pada medan yang lebih tinggi. Dari Gambar 17 dapat dilihat bahwa nilai intensitas yang tertinggi terdapat pada BPKT 11 yang berjarak 1 meter dari jalan.

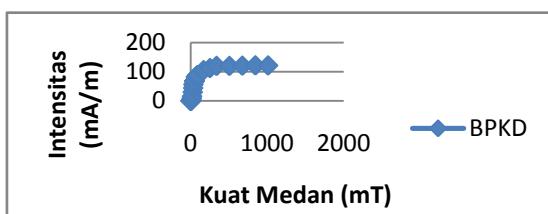
Hasil pengukuran IRM di Jalan By Pass Kuranji untuk sampel kulit kayu:



Gambar 9. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKK 0, BPKK 45, BPKK 90, BPKK 135, BPKK 180, BPKK 225, BPKK 270 dan BPKK 315

Dari Gambar 9 dapat dilihat keadaan saturasi mulai terjadi pada kuat medan antara 160 mT – 300 mT dan tidak terjadi lagi akuisisi IRM pada medan yang lebih tinggi. Dari Gambar 27 dapat dilihat bahwa nilai intensitas yang tertinggi terdapat pada BPKK 0.

Hasil pengukuran IRM di Jalan By Pass Kuranji untuk sampel daun:



Gambar 10. Kurva saturasi IRM untuk sampel BPKD

Dari Gambar 10 dapat dilihat keadaan saturasi mulai terjadi pada kuat medan antara 250 mT – 300 mT dan tidak terjadi lagi akuisisi IRM pada medan yang lebih tinggi.

## PEMBAHASAN

Dilihat dari kurva saturasi IRM pada sampel *top soil*, kulit kayu dan daun, diketahui bahwa nilai medan saturasi pada penelitian ini adalah sama yaitu  $\leq 300$  mT. Perilaku mineral magnetik dengan harga saturasi yang rendah ini mengindikasikan koersifitas magnetik yang rendah. Rendahnya nilai saturasi dan koersifitas ini mengindikasikan bahwa jenis mineral magnetik yang terkandung pada sampel *top soil*, kulit kayu dan daun adalah mineral *magnetite*. Menurut Butler (1998) *magnetite* tersaturasi pada rentang 100 hingga 300 mT, sedangkan *hematite* tersaturasi pada sekitar 800 mT.

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa nilai intensitas tertinggi terdapat pada sampel yang berjarak 1 meter dari jalan untuk sampel *top soil*. Tapi pada beberapa sampel ada yang terdapat nilai intensitas tertinggi pada jarak 2 meter dari jalan atau pada jarak 3 meter dari jalan. Hal ini dapat terjadi karena pada sampel *top soil*, tanah yang terdapat di permukaan dapat terbawa air saat hujan dan dapat diterbangkan angin.

## 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 megnetik yang terkandung dalam masing – masing sampel adalah *magnetite* ( $Fe_3O_4$ ). 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.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih untuk Ibu Fatni Mufit, Bapak Mahrizal dan Bapak Harman Amir yang telah mengizinkan saya ikut serta dalam penelitian Dosen tahun 2011 dana DIPA Jurusan Fisika FMIPA UNP sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi saya. Terima kasih untuk Wedara Yuliatri yang telah bekerjasama dalam persiapan sampai pengukuran sampel.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- 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 Application of Enviromagnetik*. Sandiego, California USA: Akademic press.
- Hunt, Christoper. P. (1991). *Environmental Magnetism Workshop*. University of Minnesota.
- Minispin Operation's Manual. Molspin Ltd. New Castle, England.