

DOI: doi.org/10.21009/0305020601

## SIFAT MAGNETIK TANAH DAN DAUN SEBAGAI INDIKATOR PENCEMARAN

Agum Gumelar Prakoso<sup>1</sup>, Riski Darmasetiawan<sup>1</sup>  
Rahma Andini Pratiwi<sup>1</sup>, Bambang Widjatmoko<sup>1</sup>, Kartika Hajar Kirana<sup>1</sup>, Dini Fitriani<sup>1,\*</sup>)

<sup>1</sup>Departemen Geofisika FMIPA Unpad, Jl.Raya Bandung-Sumedang KM 21 Sumedang 45363

\*Email: dini@geophys.unpad.ac.id

### Abstrak

Telah dilakukan kajian kemagnetan batuan dalam masalah pencemaran oleh kendaraan bermotor dengan mengidentifikasi sifat mineral magnetik pada sampel permukaan tanah dan daun. Sampel tanah dan daun diambil di PT Perkebunan Nusantara VIII, Kabupaten Bandung Barat. Lokasi penelitian terbagi dua zona, yaitu zona 1 yang terletak dekat dengan jalan tol, dan zona 2 yang terletak jauh dari jalan. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran suseptibilitas magnetik dalam dua frekuensi, yaitu frekuensi rendah,  $\chi_{LF}$  (0,46 kHz) dan frekuensi tinggi,  $\chi_{HF}$  (4,6 kHz). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai  $\chi_{LF}$  dari sampel daun berkisar  $1 \times 10^{-8}$ – $21 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg (zona 1), dan pada kisaran  $1 \times 10^{-8}$ – $3 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg (zona 2). Pada sampel permukaan tanah, untuk setiap frekuensi bernilai hampir sama berkisar  $1200 \times 10^{-8}$ – $1700 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg (zona 1), dan berkisar  $2600 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg– $2800 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg (zona 2). Perbedaan relatif nilai  $\chi_{LF}$  dan  $\chi_{HF}$  menghasilkan parameter  $\chi_{FD}(\%)$ . Hasil perhitungan  $\chi_{FD}(\%)$  berada dalam rentang 2%–4% (zona 1) dan 1,4%–1,7% (zona 2). Berdasarkan skema  $\chi_{LF}$  dan  $\chi_{FD}(\%)$ , menunjukkan bahwa zona 1 dan zona 2 jenis mineral magnetiknya lebih cenderung sebagai mineral sisa pembakaran gas fosil.

**Kata-kata kunci:** pencemaran, asap kendaraan bermotor, suseptibilitas magnetik, bulir magnetik

### Abstract

Rock magnetism have been conducted on the issue of pollution by vehicle to identify mineral magnetic in the soil surface and leaf samples. Samples taken at PT Perkebunan Nusantara VIII, West Bandung regency. Location of the study is divided into two zones, zone 1 is located close to the highway, and a zone 2 that is located away from the road. In this study magnetic susceptibility measured in two frequencies, low frequency,  $\chi_{LF}$  (0.46 kHz) and high frequency,  $\chi_{HF}$  (4.6 kHz). The measurement results show that the  $\chi_{LF}$  value of the leaf samples ranged,  $1 \times 10^{-8}$ – $21 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg (zone 1), and  $1 \times 10^{-8}$ – $3 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg (zone 2). On the surface soil samples, value from each frequency almost the same range  $1200 \times 10^{-8}$ – $1700 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg (zone 1), and  $2600 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg– $2800 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/kg (zone 2). The relative difference of  $\chi_{LF}$  and  $\chi_{HF}$  value will produce  $\chi_{FD}(\%)$ . The calculation result,  $\chi_{FD}(\%)$  is within the range of 2%–4% (zone 1) and 1.4%–1.7% (zone 2). Based on the scheme between  $\chi_{LF}$  and  $\chi_{FD}(\%)$ , indicating that the zone 1 and zone 2 types of magnetic minerals is more likely as the mineral from the combustion of fossil gas.

**Keywords:** pollution, vehicle pollution, magnetic susceptibility, magnetic grains

## 1. Pendahuluan

Pencemaran adalah salah satu permasalahan yang umum dijumpai sekarang. Pencemaran sebagian besar diakibatkan oleh aktifitas sehari-hari, salah satunya disebabkan oleh kendaraan bermotor. Masalah pencemaran yang semakin meningkat ini, banyak dilakukan penelitian dalam kajian kemagnetan.

Kemagnetan secara umum didefinisikan sebagai sifat suatu bahan terhadap gaya tarik magnet yang akan mengakibatkan adanya sifat kemagnetan pada suatu bahan, salah satunya batuan, kajian inilah yang dinamakan kemagnetan batuan atau *rock magnetism*.

Seiring dengan berkembangnya kajian kemagnetan batuan, partikulat yang terendap pada bagian tumbuhan (daun, batang, akar) yang dibawa udara sudah dapat dideteksi dengan metode kemagnetan batuan (Zhang dkk. 2008).

Metoda kemagnetan batuan secara umum adalah metoda yang digunakan untuk menyelidiki sifat dan mineral magnetik suatu batuan atau bahan lainnya. Suseptibilitas magnetik adalah salah satu parameter sifat magnetik yang umum diidentifikasi. Suseptibilitas magnetik dapat digunakan untuk menggambarkan sifat magnetik suatu bahan (Hunt, 1991).

Suseptibilitas magnetik pada suatu bahan memiliki hubungan dengan magnetisasi. Jika medan magnetik luar diberikan pada suatu bahan, maka bahan tersebut akan memberikan suatu respon tertentu. Respon tersebut dinamakan magnetisasi. Magnetisasi adalah proses ketika suatu bahan ditempatkan dalam suatu bidang magnetik, yang akan mengubah sifat magnetik bahan tersebut. Magnetisasi pada suatu bahan umumnya bergantung pada medan magnetik luar, namun ada bahan tertentu yang memiliki magnetisasi secara spontan tanpa kehadiran medan magnet luar. Magnetisasi yang dimiliki oleh bahan yang dapat disebabkan medan magnet luar yang mempengaruhinya disebut magnetisasi induksi, sedangkan magnetisasi yang ada walaupun tanpa medan magnet luar disebut magnetisasi remanen.

Hubungan antara medan magnetik luar ( $\vec{H}$ ), magnetisasi ( $\vec{M}$ ) dan suseptibilitas magnetik berbasis volume ( $\kappa$ ). dapat dituliskan dalam persamaan:

$$\vec{M} = \kappa \vec{H} \quad (1)$$

suseptibilitas magnetik berbasis volume dapat dikonversi menjadi suseptibilitas magnetik berbasis massa ( $\chi$ ), melalui hubungan dalam persamaan (2) Hubungan tersebut dapat ditulis dalam persamaan:

$$\chi = \frac{\kappa}{\rho} \quad (2)$$

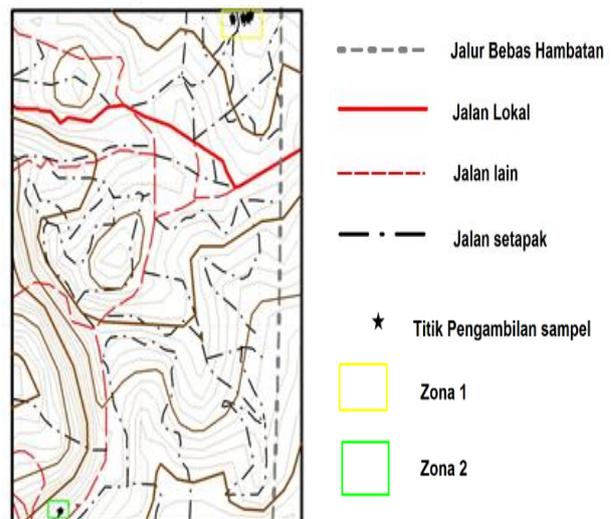
dengan  $\rho$  adalah massa jenis. Nilai  $\chi$  pada batuan semakin besar jika dalam batuan tersebut semakin

banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetik.

Telah dilakukan kajian kemagnetan batuan dalam masalah pencemaran oleh kendaraan bermotor dengan mengidentifikasi sifat mineral magnetik pada sampel permukaan tanah dan daun. Pengambilan sampel berlokasi di PT Perkebunan Nusantara VIII, Desa Panglejar, Kecamatan Cikalong Wetan, Kabupaten Bandung Barat.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama adalah pengambilan sampel. Sampel dibagi menjadi dua yaitu sampel daun dan sampel permukaan tanah. setelah itu dilakukan preparasi sampel, dan pengukuran suseptibilitas magnetik Sampel diambil pada lokasi yang diasumsikan tercemar oleh polusi kendaraan bermotor dari jalan tol yang berada di sebelah timur lokasi pengambilan sampel (zona 1) dan lokasi yang diasumsikan tidak terkena polusi karena jauh dari jalan tol yang menjadi sumber pencemar (zona 2). Titik pengambilan sampel pada zona 1 dibagi dalam empat *line*. Jarak titik pengambilan sampel dalam satu *line* berjarak 5 meter dan jarak antar *line* berjarak 50 meter. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 44 sampel, terdiri dari 20 sampel daun dan 20 sampel permukaan tanah pada zona 1, dan pada zona 2 untuk sampel permukaan tanah dan sampel daun diambil masing-masing sampel diambil 2 buah sampel. Untuk penamaan titik lokasi penelitian digunakan nama T.W.P untuk sampel permukaan tanah dan T.W.D untuk sampel daun.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Setelah proses pengambilan sampel selesai, proses selanjutnya adalah melakukan preparasi sampel dengan memasukan semua sampel ke dalam *holder* plastik berbentuk silinder.. Proses selanjutnya yaitu pengukuran

suseptibilitas magnetik pada sampel yang telah dimasukkan ke dalam *holder*. Pengukuran suseptibilitas magnetik ini dilakukan dengan menggunakan alat *Bartington Magnetic Susceptibility System* dengan sensor tipe B, alat ini pada umumnya bekerja pada dua frekuensi yang berbeda yaitu pada frekuensi rendah  $\chi_{LF}$  (0,46 kHz) dan frekuensi tinggi  $\chi_{HF}$  (4,6 kHz), dimana perbandingan kedua frekuensi tersebut dapat digunakan untuk mengenali keberadaan bulir magnetik yang berukuran sangat kecil (*ultrafine grains*) yang banyak dijumpai pada permukaan tanah (*top soils*) (Bijaksana, 2002). Perbedaan relatif nilai suseptibilitas magnetik berfrekuensi rendah dan nilai suseptibilitas magnetik berfrekuensi tinggi akan didapatkan *frequency dependent susceptibility* atau  $\chi_{FD}(\%)$ , yang ditunjukkan pada persamaan:

$$\chi_{FD}(\%) = \frac{\chi_{LF} - \chi_{HF}}{\chi_{LF}} \times 100\% \quad (3)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

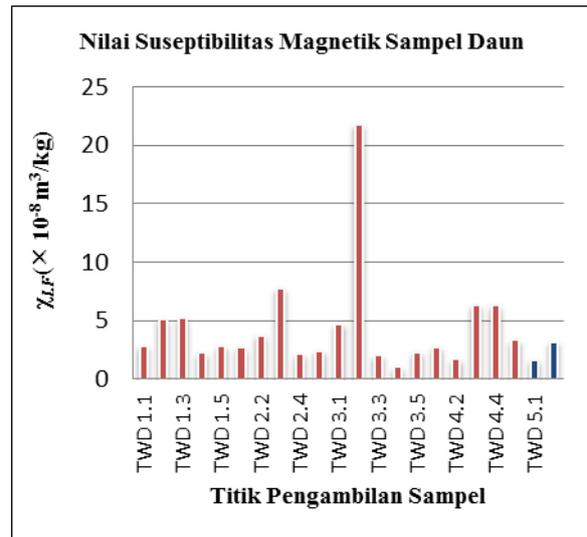
Pada gambar 2 dan 3 dapat dilihat grafik sebaran nilai suseptibilitas magnetik pada sampel daun (gambar 2) dan pada sampel permukaan tanah (gambar 3), nilai suseptibilitas magnetik sampel penelitian pada zona 1 ditunjukkan dengan grafik berwarna merah, sedangkan nilai suseptibilitas magnetik sampel hasil penelitian pada zona 2 ditunjukkan dengan grafik berwarna biru

Pada gambar 2 dapat dilihat grafik nilai suseptibilitas magnetik daun teh pada setiap titik pengambilan sampel. Pada pengukuran  $\chi_{LF}$  daun teh didapat hasil yang cukup rendah, berkisar  $1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai dengan  $21 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  (zona 1), pada umumnya hasil yang didapat merata nilainya, namun pada titik satu titik (T.W.D 3.2) memiliki nilai sangat besar yaitu  $21,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ . Nilai  $\chi_{LF}$  pada zona 2 berada pada kisaran  $1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai dengan  $3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ .

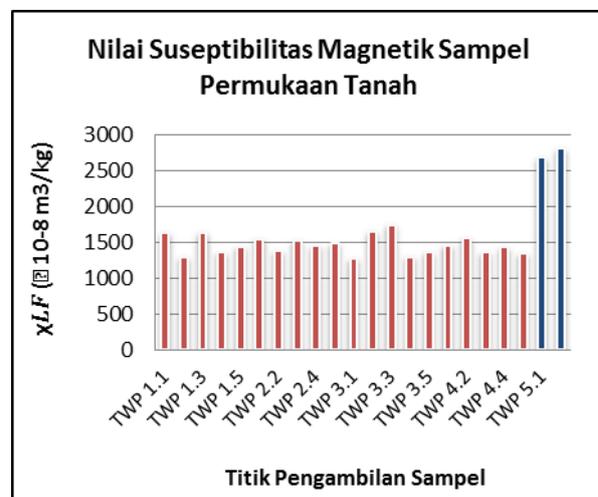
Pada gambar 3 nilai suseptibilitas magnetik pada sampel permukaan tanah  $\chi_{LF}$  yang didapat berkisar  $1200 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai dengan  $1700 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  pada zona 1, dimana pada satu titik mencapai titik tertinggi (T.W.P 3.3). Pada zona 2 bernilai berkisar  $2600 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai dengan  $2800 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ , nilai pada zona 2 ini lebih besar dibandingkan zona 1 yang diasumsikan lebih dekat dengan sumber pencemaran. Pada gambar 2 dapat dilihat grafik nilai suseptibilitas magnetiknya

Pada peta sebaran suseptibilitas magnetik sampel daun teh dan permukaan tanah terlihat nilai yang paling besar (T.W.D 3.2 dan T.W.P 3.3), hal ini dapat disebabkan faktor seperti ketinggian dan angin. Kemungkinan adanya angin yang berpusat pada daerah tersebut menyebabkan polutan berkumpul di daerah tersebut.

Nilai  $\chi_{LF}$  dari sampel dapat digunakan untuk menentukan golongan mineral magnetik yang terdapat dalam sampel. Pada sampel tanah yang menunjukkan perilaku murni paramagnetik jarang memiliki nilai  $\chi_{LF}$  melebihi  $10 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ . Oleh karena itu, untuk sampel yang bernilai  $\chi_{LF}$  nya kurang dari nilai tersebut mungkin dikendalikan oleh konsentrasi mineral paramagnetik dan yang bernilai lebih besar dari nilai tersebut dikendalikan oleh konsentrasi mineral ferrimagnetik (Dearing, 1999).



Gambar 2. Grafik nilai  $\chi_{LF}$  untuk sampel daun



Gambar 3. Grafik nilai  $\chi_{LF}$  untuk sampel permukaan tanah

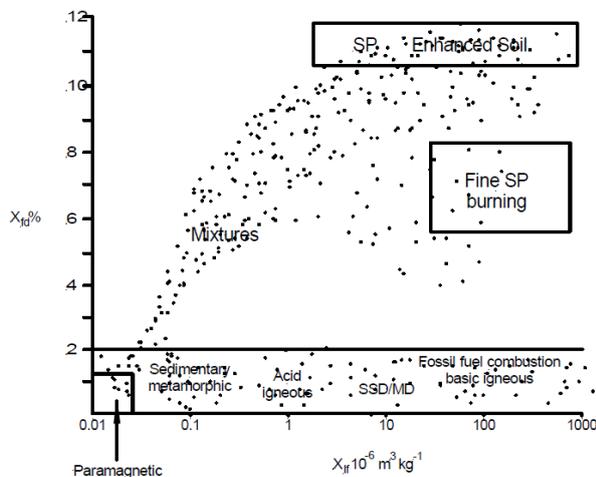
Untuk sampel daun didapat nilai berkisar  $1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai dengan  $21 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  pada zona 1, menunjukkan zona tersebut sebagian besar termasuk golongan mineral paramagnetik, dan sebagian kecil termasuk golongan mineral ferrimagnetik. Pada zona 2 didapat nilai  $\chi_{LF}$   $1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai dengan  $3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  menunjukkan zona 2 termasuk golongan mineral paramagnetik. Untuk sampel permukaan tanah pada

semua zona didapat nilai  $\chi_{LF}$   $1200 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  sampai dengan  $2800 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ . Oleh karena itu sampel permukaan tanah pada semua zona termasuk dalam golongan mineral ferrimagnetik.

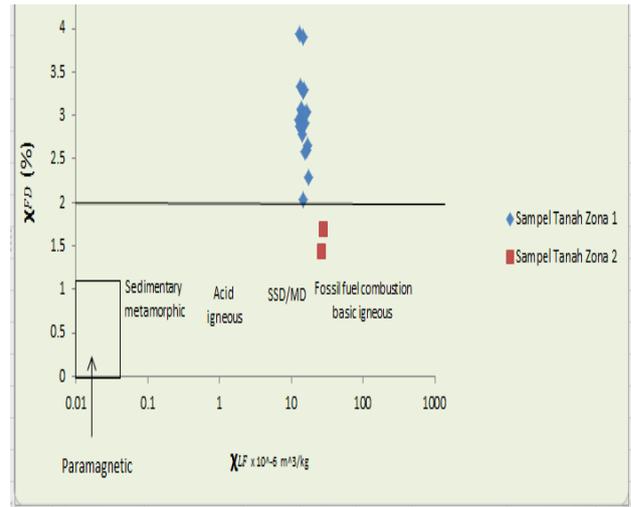
Dari perbedaan relatif nilai  $\chi_{LF}$  dan  $\chi_{HF}$  dapat ditentukan nilai  $\chi_{FD}(\%)$  yang dapat digunakan untuk mengetahui sumber mineral magnetik, pedogenik atau antropogenik. Pedogenik adalah sumber mineral magnetik alami yang dimiliki sampel tersebut, sedangkan antropogenik merupakan sumber mineral magnetik yang berasal dari aktifitas dan kegiatan manusia, salah satunya polutan.

Pada tanah yang terkontaminasi polutan (antropogenik) sering ditemukan nilai  $\chi_{FD}(\%)$  rendah (1-4%), sedangkan tanah yang telah magnetis dengan proses pedogenik normal memiliki nilai  $\chi_{FD}(\%)$  yang lebih tinggi (>10%) (Bijaksana dan Huliselan, 2010). Hasil pengukuran menunjukkan nilai  $\chi_{FD}(\%)$  dari sampel tanah kurang dari 4%, dapat diduga sumber magnetik adalah antropogenik.

Nilai  $\chi_{FD}(\%)$  dan  $\chi_{LF}$  melalui gambar 3 dapat menunjukkan sumber mineral magnetik dari sampel tanah. Pada gambar 4 hasil korelasi nilai  $\chi_{LF}$  dan  $\chi_{FD}(\%)$  dapat terlihat penyebaran nilai pada zona 1 dan zona 2 jenis mineral magnetiknya cenderung sebagai mineral sisa pembakaran gas fosil (*Fossil Fuel Combustion Basic Igneous*).



Gambar 3. Skema  $\chi_{LF}$  terhadap  $\chi_{FD}(\%)$  dengan asal material magnetik (Dearing, 1999)



Gambar 4. Skema  $\chi_{LF}$  terhadap  $\chi_{FD}(\%)$  hasil penelitian

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Nilai  $\chi_{LF}$  untuk sampel daun pada zona 1 didapat nilai berkisar 1 - 21 ( $\times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ), menunjukkan zona tersebut sebagian besar termasuk golongan mineral paramagnetik, dan sebagian kecil termasuk golongan mineral ferrimagnetik dan pada zona 2 didapat nilai  $\chi_{LF}$  1-3 ( $\times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ) menunjukkan zona tersebut termasuk golongan mineral paramagnetik.
- Nilai  $\chi_{LF}$  sampel permukaan tanah berkisar 1200 – 2800 ( $\times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ), menunjukkan sampel permukaan tanah pada zona 1 dan zona 2 termasuk dalam golongan mineral ferrimagnetik.
- Hasil perhitungan nilai  $\chi_{FD}(\%)$  dari sampel tanah kurang dari 4%, yang termasuk *low*  $\chi_{FD}(\%)$  dapat diduga sumber magnetik adalah antropogenik.
- Skema  $\chi_{LF}$  terhadap  $\chi_{FD}(\%)$  menunjukkan sumber mineral magnetik sampel tanah, pada zona 1 dan zona 2 jenis mineral magnetiknya lebih cenderung sebagai mineral sisa pembakaran gas fosil (*Fossil Fuel Combustion Basic Igneous*)

## Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada PT Perkebunan Nusantara VIII yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di perkebunan the di Desa Panglejar, Bandung Barat. Terimakasih juga kepada Profesor Satria Bijaksana yang telah memberikan fasilitas untuk melakukan pengukuran sampel di Laboratorium Kemagnetan Batuan Institut Teknologi Bandung.

## Daftar Acuan

- [1] C.P. Hunt, *Handbook From The Environmental Magnetism Work-shop*. Minneapolis: University Of Minnesota (1991).
- [2] C. Zhang, B. Huang, J.D.A. Piper, and R. Luo, Biomonitoring of atmospheric particulate matter using magnetic properties of *Salix matsudana* tree ring cores. *Science of the Total Environment* 393 (2008) p. 177-190
- [3] J.A. Dearing. *Enviromental Magnetic Susceptibility Using the Bartington MS2 System*. British Library Cataloguing in Publication Data (1999)
- [4] S. Bijaksana, Analisa Mineral Magnetik Dalam Masalah Lingkungan. Departemen Fisika, FMIPA ITB, *Jurnal Geofisika* (2002).
- [5] S. Bijaksana and E.K. Huliselan. .Magnetic properties and heavy metal content of sanitary leachate sludge in two landfill sites near Bandung, Indonesia, *Environ. Earth Sci.*, 60 (2010) , p. 409-419

