

SIFAT MAGNETIK SEDIMEN SUNGAI SEBAGAI INDIKATOR PENCEMARAN (STUDI KASUS : SUNGAI CITARUM KABUPATEN KARAWANG)

Kartika H. Kirana^{*)}, DiniFitriani, Eddy Supriyana, EleonoraAgustine

Program Studi Geofisika, Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor 45363

^{*)}kartika@geophys.unpad.ac.id

Abstrak

Sungai Citarum sangat penting bagi kehidupan sosial ekonomi masyarakat yang tinggal di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS). Selain digunakan sebagai sumber air minum oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), irigasi pertanian dan perikanan, pembangkit listrik tenaga air, DAS Citarum juga dijadikan sebagai daerah buangan limbah pabrik dan rumah tangga. yang berpotensi sebagai sumber pencemar. Menyadari bahwa keberadaan Sungai Citarum ini sangat penting, maka diperlukan monitoring dan evaluasi terhadap pencemaran air Sungai Citarum. Metode kemagnetan batuan sebagai suatu metode yang cepat dan mudah, dapat digunakan sebagai *proxy* indikator pencemaran air Sungai Citarum melalui pengukuran susceptibilitas magnetik. Penggunaan metode ini didasarkan pada kelimpahan mineral magnetik yang terkandung dalam setiap bahan di alam. Bahan yang akan digunakan sebagai sampel untuk menduga pencemaran air adalah sedimen DAS Citarum. Nilai susceptibilitas magnetik diukur dengan menggunakan alat Bartington MS2B yang beroperasi pada dua frekuensi, 470 Hz dan 4700 Hz. Hasil pengukuran menunjukkan urutan daerah yang memiliki susceptibilitas magnetik yang diukur pada 470 Hz (χ_{LF}), dari yang terbesar hingga terkecil adalah Walahar, Waduk Jatiluhur, Curug Klari, Tunggakjati, Medangasem-Jayakarta, dan PDAM. Pengukuran susceptibilitas magnetik dilakukan pula pada frekuensi yang lebih tinggi (χ_{HF}), yaitu 4700 Hz. Perbedaan relatif nilai susceptibilitas magnetik yang diukur pada dua frekuensi disebut sebagai susceptibilitas bergantung frekuensi (χ_{FD}). Pengukuran susceptibilitas magnetik pada dua frekuensi tersebut menunjukkan bahwa sampel pada daerah kajian memiliki nilai χ_{FD} (%) kurang dari 4 %. Nilai susceptibilitas bergantung frekuensi yang rendah (1-4%) sering ditemukan pada tanah yang terkontaminasi. Berdasarkan hal tersebut, dapat diduga bahwa mineral magnetik di daerah kajian berasal dari sumber antropogenik. Dugaan bahwa sumber mineral magnetik merupakan sumber antropogenik didukung oleh analisa statistik yang menunjukkan korelasi negatif antara χ_{LF} dan χ_{FD} . Adanya korelasi negatif antara χ_{LF} dan χ_{FD} mengindikasikan bahwa mineral magnetik berasal dari polusi industri.

Kata kunci : susceptibilitas magnetik, pencemaran, Sungai Citarum

1. Pendahuluan

Sungai Citarum di Kabupaten Karawang selain dimanfaatkan sebagai sumber air minum oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), irigasi pertanian dan perikanan, pembangkit listrik tenaga air, di sisi lain juga digunakan sebagai daerah buangan limbah pabrik dan rumah tangga sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran. Mengingat pentingnya peranan Sungai Citarum, maka monitoring dan evaluasi diperlukan untuk mengontrol pencemaran yang terjadi di Sungai Citarum. Banyak metoda yang dapat digunakan untuk mendeteksi pencemaran yang terjadi di daerah Sungai Citarum, salah satu metoda yang cepat, mudah dan murah, serta dapat memberikan informasi sebagai *proxy* indikator pencemaran adalah dengan menggunakan metoda kemagnetan batuan.

Metode kemagnetan batuan banyak digunakan dalam kajian tentang pencemar atau polutan lingkungan. Tujuan dari kajian seperti ini umumnya adalah untuk mengidentifikasi mineral magnetik yang dominan pada pencemar dan menghubungkannya dengan sumber atau mekanisme pencemaran [1] serta keberadaan suatu mineral magnetik dan kelimpahannya dapat mencerminkan keadaan atau kondisi lingkungan [2]. Sumber mineral magnetik dapat berasal dari aktivitas manusia (antropogenik) dan alami (pedogenik) [3]. Kelimpahan mineral magnetik pada suatu bahan dapat diketahui dengan mengukur nilai suseptibilitas magnetik.

2. Metode Penelitian

Pengukuran suseptibilitas magnetik dilakukan terhadap sejumlah sampel sedimen. Pengambilan sampel dilakukan di sepanjang DAS Citarum sekitar Kabupaten Karawang, yaitu Waduk Jatiluhur, Curug Klari, Walahar, PDAM, Tunggakjati, dan Medangasem-Jayakarta.

Sampel diambil dengan cara *coring* sedimen di DAS untuk mengetahui variasi dugaan pencemaran secara vertikal. Diduga dalam sedimen sungai tersebut terdapat akumulasi penumpukan limbah yang terbawa aliran sungai. Sampel sedimen yang diambil selanjutnya dicuplik ke dalam *holder* bervolume 10 cm³ seperti pada Gambar 1. Dari hasil pengambilan sampel didapatkan jumlah total *coring* adalah 16 buah dan terbagi menjadi 133 buah *holder* sampel.



Gambar 1. Proses pengambilan sampel sedimen Sungai Citarum.

Setelah proses pencuplikan selesai, lalu sampel-sampel tersebut menjalani suseptibilitas magnetik dengan menggunakan Bartington MS2 *Susceptibility Meter* pada frekuensi rendah χ_{LF} (470 Hz) dan frekuensi tinggi χ_{HF} (4700 Hz). Perbedaan relatif nilai suseptibilitas yang diukur pada frekuensi rendah dan frekuensi tinggi disebut sebagai suseptibilitas bergantung frekuensi (*frequency-dependent susceptibility*, χ_{FD}). χ_{FD} dapat diungkapkan dalam persentase dan diperoleh melalui persamaan (1):

$$\chi_{FD} (\%) = \frac{(\chi_{LF} - \chi_{HF})}{\chi_{LF}} \times 100\% \quad (1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah bervariasi dari 14,4 x 10⁻⁸ m³/kg sampai 1741,7 x 10⁻⁸ m³/kg. Dari enam lokasi pengambilan sampel, sampel dari daerah Walahar memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya. Tingginya nilai suseptibilitas magnetik mengindikasikan adanya akumulasi mineral magnetik dengan konsentrasi/jumlah yang cukup tinggi seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai suseptibilitas sampel.

| Daerah | Rentang χ_{LF} (x 10 ⁻⁸ m ³ /kg) | Rentang χ_{HF} (x 10 ⁻⁸ m ³ /kg) | Rentang χ_{FD} (%) |
|-------------|---|---|-------------------------|
| Jatiluhur | 14,4-330,1 | 14,2-327,7 | 0,61-2,35 |
| Walahar | 125,4-7537,8 | 120,6-7501 | 0,46-11,07 |
| PDAM | 29,5-97 | 27,4-95,2 | 0,24-7,43 |
| Jayakarta | 42,4-191,1 | 41,1-189,5 | 0,17-3,18 |
| TunggakJati | 87,3-407 | 86,8-404,3 | 0,04-2,52 |
| CurugKlari | 71,3-664,3 | 68,8-661,1 | 0,48-3,51 |

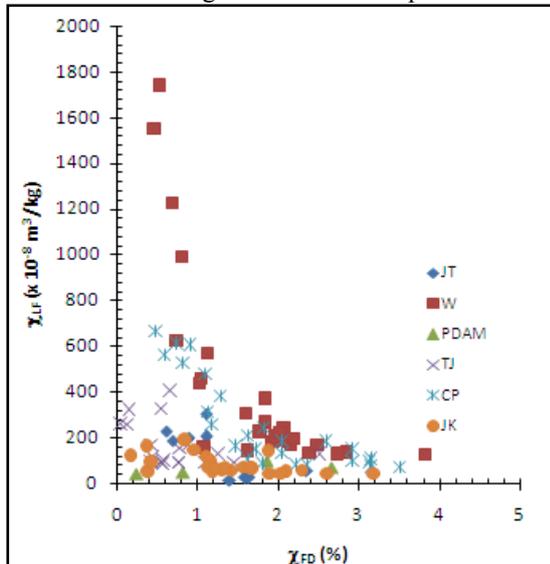
Nilai suseptibilitas magnetik mengindikasikan

kelimpahan mineral magnetik. Keberadaan mineral magnetik tersebut dapat terjadi karena proses pembentukan tanah (pedogenik) atau dapat pula karena sumber lain, yaitu aktivitas manusia (antropogenik) yang dapat berupa aktivitas industri, kendaraan bermotor atau aktivitas rumah tangga, dimana sumber ini berperan sebagai kontaminan [3].

Dilihat dari data nilai suseptibilitas, daerah Walahar memiliki nilai suseptibilitas paling tinggi. Hal ini menarik karena pada daerah Walahar terdapat perlapisan pada tanah permukaan. Perlapisan tanah ini diduga karena daerah Walahar merupakan tanah vulkanik atau dapat juga karena dahulu daerah Walahar merupakan daerah penambangan pasir hitam.

Pengukuran suseptibilitas magnetik pada dua frekuensi menunjukkan bahwa sampel pada daerah kajian memiliki nilai χ_{FD} (%) kurang dari 4 %. Sebagaimana dikutip dari Bijaksana dan Huliselan [4], nilai suseptibilitas bergantung frekuensi yang rendah (1-4%) sering ditemukan pada tanah yang terkontaminasi, sementara kelimpahan mineral magnetik pada tanah yang berasal dari proses pedogenik memiliki nilai yang lebih tinggi (~10%). Berdasarkan hal tersebut, dapat diduga bahwa mineral magnetik di daerah kajian merupakan sumber antropogenik.

Dugaan bahwa sumber mineral magnetik merupakan sumber antropogenik didukung oleh analisa statistik yang menunjukkan korelasi negatif antara χ_{LF} dan χ_{FD} , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Lu dan Bai [5] menyatakan bahwa adanya korelasi negatif antara χ_{LF} dan χ_{FD} mengindikasikan bahwa mineral magnetik berasal dari polusi industri.



Gambar 2. Korelasi suseptibilitas magnetic dengan suseptibilitas bergantung frekuensi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengukuran suseptibilitas

magnetik diperoleh urutan daerah yang diduga memiliki kelimpahan mineral magnetik dari nilai tertinggi hingga nilai terendah adalah daerah Bendung Walahar, Waduk Jatiluhur, Curug Klari, Tunggak Jati, Jayakarta, dan PDAM. Kelimpahan mineral magnetik yang tinggi ini diduga berasal dari sumber antropogenik (polusi industri).

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Pemda Kabupaten Karawang yang telah mendanai penelitian ini. Penelitian ini terselenggara atas kerjasama Unpad dengan Unsika. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Puji Isyanto, MM. untuk bantuan selama pengambilan sampel.

Daftar Acuan

- [1] E.K. Huliselan dan S. Bijaksana, Identifikasi mineral magnetik pada lindi, Jurnal Geofisika, 2, (2007), p. 8-13.
- [2] T. Yang, Q. Liu, L. Chan, dan Z. Liu, Magnetic signature of heavy metals pollution of sediments : case study from the East Lake in Wuhan, China, Environmental Geology, 52, (2007), p. 1639-1650.
- [3] S. Bijaksana, Analisa mineral magnetik dalam masalah lingkungan, Jurnal Geofisika, 1, (2002), p. 19-27.
- [4] S. Bijaksana dan E. K. Huliselan, Magnetic properties and heavy metal content of sanitary leachate sludge in two landfill sites near Bandung, Indonesia, Environmental Earth Science, (2009), DOI 10.1007/s12665-009-0184-4.
- [5] S. G. Lu dan S. Q. Bai, Magnetic characterization and magnetic mineralogy of the Hangzhou urban soil and its environmental implications, Chinese Journal of Geophysics, 51 (3), (2008), p. 549-557.