



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Analisis Suseptibilitas Dan Histeresis Magnetik Pada Endapan Pasir Besi Di Sulawesi Utara

Gerald Tamuntuan ^{a*}, Seni Tongkukut^a, Guntur Pasau^a

^aJurusan Fisika, FMIPA, Unsrat, Manado

KATA KUNCI

Pasir Besi
Suseptibilitas Magnetik
Histeresis Magnetik
Sulawesi Utara

ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran suseptibilitas dan hysteresis magnetic untuk mengetahui karakteristik magnetic endapan pasir besi pada beberapa lokasi di Sulawesi Utara. Lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah tiga lokasi di pesisir timur semenanjung utara Pulau Sulawesi yaitu daerah Belang, Hais, dan Minanga, serta tiga lokasi di wilayah pesisir barat yaitu daerah Lalow, Inobonto, dan Lolan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetic pada sampel-sampel pasir yang diukur bervariasi dari $7,73 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ hingga $436,38 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Pengukuran suseptibilitas magnetik pada empat distribusi ukuran bulir pasir yang berbeda menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi suseptibilitas adalah pada pasir berukuran halus (*fine grains*). Secara umum, pasir besi pada daerah pantai timur semenanjung utara Pulau Sulawesi memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pantai barat. Konsentrasi mineral superparamagnetik tertinggi berada pada daerah Belang. Mineral magnetik yang dominan dari sampel-sampel pasir besi yang diteliti adalah magnetit dengan *domain state pseudo-single domain*.

KEYWORDS

Iron Sand
Magnetic Susceptibility
Magnetic Hysteresis
North Sulawesi

ABSTRACT

Magnetic susceptibility and hysteresis parameters of iron sand deposits at several locations in North Sulawesi have been measured in order to determine their magnetic characteristics. Samples were taken from six locations which is three locations on the east coast of the northern arm of Sulawesi Island (Belang, Hais and Minanga) and three others from the western coastal areas (Lalow, Inobonto and Lolan). The result shows that magnetic susceptibility of the sand samples vary from $7,73 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ to $436,38 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Measurement of magnetic susceptibility in four different grain size distributions shows that fine grains sand have the highest susceptibility value. In general, magnetic susceptibility value of iron sand samples from the east coast of the north arm of Sulawesi Island was higher than the west coast. Concentration of superparamagnetic mineral from Belang area was higher than other locations. The predominant magnetic minerals of the iron sand samples are magnetite with the domain state pseudo-single domain.

TERSEDIA ONLINE

01 Agustus 2017

1. Pendahuluan

Sulawesi Utara merupakan daerah yang kaya akan sumber daya mineral ekonomis. Selain emas yang saat ini sudah banyak dieksploitasi oleh perusahaan tambang nasional/internasional, sumber daya mineral lain yang potensial adalah

pasir besi yang keberadaannya banyak terdapat di wilayah pesisir pantai barat dan timur Sulawesi Utara. Pasir besi di beberapa tempat telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri baja, pembuatan beton (Vasudevan, 2016), keramik magnet (Rusianto dkk, 2012) serta bahan dasar industri magnet permanen. Kandungan mineral-

*Corresponding author: Jurusan Fisika FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115; Email address: gtamuntuan@gmail.com

mineral magnetik besi oksida pada endapan pasir besi seperti magnetit, hematit, dan maghemit juga dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk tinta kering (toner), pewarna, dan campuran untuk cat (Yulianto dkk, 2006).

Endapan pasir besi umumnya terbentuk sebagai hasil pelapukan dan erosi batuan ber kandungan Fe tinggi yang terendapkan di suatu tempat, antara lain di pesisir pantai. Keberadaan endapan ini di Sulawesi Utara telah teridentifikasi pada beberapa daerah baik di pesisir pantai timur maupun barat semenanjung utara Pulau Sulawesi, serta beberapa daerah lain di Bolaang Mongondow. Sumber daya alam tersebut dapat menjadi komoditas potensial daerah. Namun masalahnya, hingga saat ini hampir tidak ditemukan informasi ataupun pemetaan tentang kualitas serta karakteristik dan komposisi mineral magnetik oksida besi pada endapan pasir besi di berbagai wilayah Sulawesi Utara.

Potensi endapan pasir besi pada suatu daerah biasanya ditentukan oleh dua hal yaitu volume endapan serta kualitas kandungan Fe. Belakangan diketahui bahwa tingkat oksidasi Fe ternyata berpengaruh terhadap kualitas pasir besi. Karakteristik lokasi serta variasi proses pembentukan menyebabkan terdapatnya mineral-mineral besi oksida dengan komposisi yang berbeda pada setiap daerah.

Kajian tentang kualitas kandungan Fe dan oksida besi pada pasir besi dapat dilakukan secara fisika ataupun kimia (Zhang dkk, 2012). Secara fisika, penentuan mineralogi dan karakteristik yang berkaitan dengan kualitas endapan pasir besi dapat dilakukan dengan metode magnetik batuan (*rock magnetism*). Metode ini relatif sederhana, cepat dalam mendapatkan hasil, dan tidak merusak sampel (Bijaksana dkk, 2013). Suba dan Styriakova (2015) telah memanfaatkan metode magnetik untuk diskriminasi mineral besi dari pasir besi. Beberapa kajian tentang karakteristik pasir besi dengan memanfaatkan metode magnetik sebelumnya pernah dilakukan juga oleh Yulianto dkk (2002) menggunakan sampel dari daerah Cilacap serta Mufit dkk (2006) menggunakan sampel dari Pariaman, Sumatera Barat. Dengan demikian, kemampuan dari metode-metode fisika ini dapat diandalkan untuk mengkaji kualitas dan karakteristik pasir besi di Sulawesi Utara.

2. Material dan Metode

Penelitian telah dilaksanakan secara terstruktur, mulai dari survey, pengambilan sampel di lapangan, karakterisasi / pengukuran di laboratorium, dan analisis data. Sampel yang digunakan adalah endapan pasir besi pada daerah pantai timur Sulawesi Utara yaitu di daerah Belang, Hais, dan Minanga, serta pada daerah pantai barat Sulawesi Utara yaitu Lalow, Inobonto, dan Lolan (Gambar 1). Setelah dipreparasi, sampel-sampel pasir besi akan dikarakterisasi melalui serangkaian pengukuran, yaitu:

- Pengukuran suseptibilitas magnetik pada dua frekwensi yaitu 470 Hz (χ_{LF}) dan 4700 Hz (χ_{HF}) menggunakan Bartington MS2B di Laboratorium Kemagnetan Batuan ITB. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekuatan magnetik yang berkorelasi tinggi dengan kandungan besi oksida pada sampel. Data suseptibilitas magnetik pada dua frekwensi selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai suseptibilitas bergantung frekwensi (χ_{FD}) yang dapat mengindikasikan kandungan mineral superparamagnetik dalam sampel.
- Pengukuran histeresis magnetik menggunakan *vibrating sample magnetometer* (VSM) yang terdapat di BATAN Serpong. Hasil pengukuran digunakan untuk menganalisis koersivitas dan domain dari mineral magnetik pada sampel pasir besi.

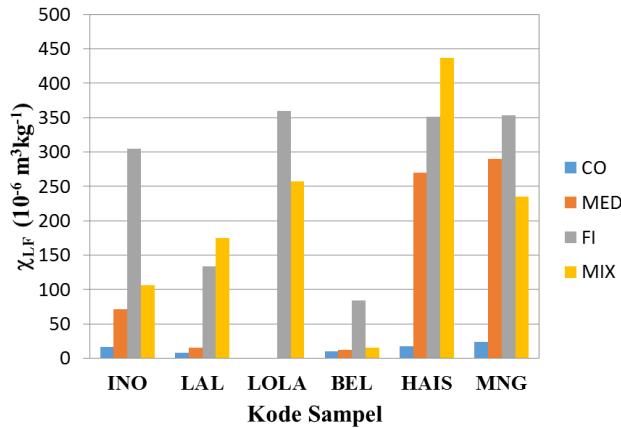


Gambar 1. Kode dan lokasi pengambilan sampel

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Suseptibilitas Magnetik

Suseptibilitas magnetik diukur pada dua frekwensi, masing-masing pada frekwensi 470 Hz (χ_{LF}) dan pada 4700 Hz (χ_{HF}). Sampel-sampel pasir besi tersebut diukur pada empat sebaran ukuran bulir yang berbeda (CO: coarse, MED: medium, FI: fine, MIX: campuran). Gambar 2 menunjukkan data pengukuran χ_{LF} . Nilai χ_{LF} berkisar antara $7,73 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ hingga $436,38 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Suseptibilitas magnetik terendah dimiliki oleh sampel dari daerah Lalow dan tertinggi dari daerah Hais. Jika dibandingkan maka sampel-sampel dari daerah pantai timur semenanjung utara pulau Sulawesi memiliki rata-rata nilai suseptibilitas magnetik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel-sampel dari daerah pantai barat.



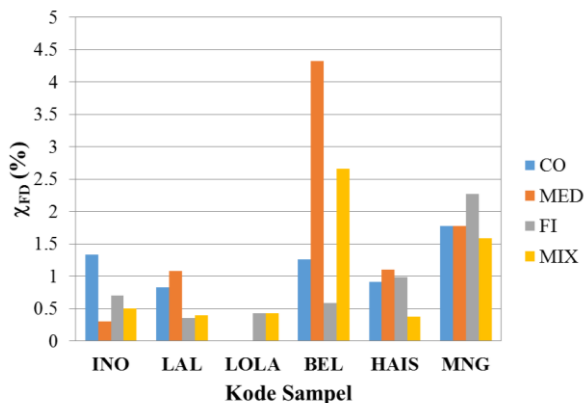
Gambar 2. Suseptibilitas magnetic sampel pasir besi pada empat sebaran ukuran bulir berbeda

Perbandingan nilai χ_{LF} berdasarkan sebaran ukuran bulir menunjukkan bahwa pasir berbulir halus (*fine grain*) memiliki χ_{LF} yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pasir berbulir lebih besar/kasar (*medium* dan *coarse grain*). Besar nilai χ_{LF} pada pasir berbulir kasar (*coarse*) berkisar 5 – 12% dari nilai χ_{LF} pasir berbulir halus. Khusus pada pantai di daerah Lolan, kecenderungan pasirnya adalah berukuran halus.

Nilai suseptibilitas magnetik bergantung frekwensi (χ_{FD}) pada setiap sebaran ukuran bulir ditampilkan pada Gambar 3. Parameter ini merupakan representasi dari konsentrasi mineral superparamagnetik dalam sampel (Tamuntuan dkk, 2010) dan dihitung berdasarkan persamaan:

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

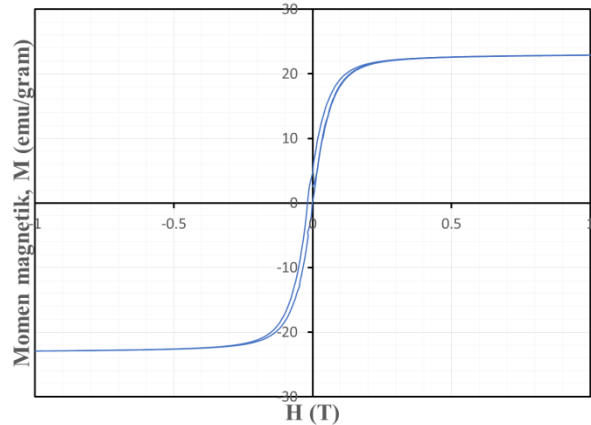
Dari Gambar 3 terlihat bahwa sampel-sampel dari daerah pantai timur semenanjung utara Pulau Sulawesi memiliki konsentrasi mineral superparamagnetik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel-sampel dari pantai barat. Nilai χ_{FD} tertinggi diperoleh pada sampel dari daerah Belang secara khusus pada ukuran bulir medium, yaitu 4,32%.



Gambar 3. Nilai suseptibilitas magnetic bergantung frekwensi (χ_{FD}).

3.2. Histeresis Magnetik

Gambar 4 menunjukkan salah satu kurva histeresis magnetik dari sampel yang diukur. Kurva-kurva histeresis dari semua sampel adalah ber-type normal dan diduga kuat merupakan representasi dari mineral ferimagnetik berdomain pseudo-single domain (Tauxe, 2008). Nilai momen magnetik terukur dari sampel-sampel tersebut bervariasi mulai dari 1 hingga 50 emu/gram. Adapun nilai dari parameter-parameter histeresis yang dapat diperoleh dari kurva tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

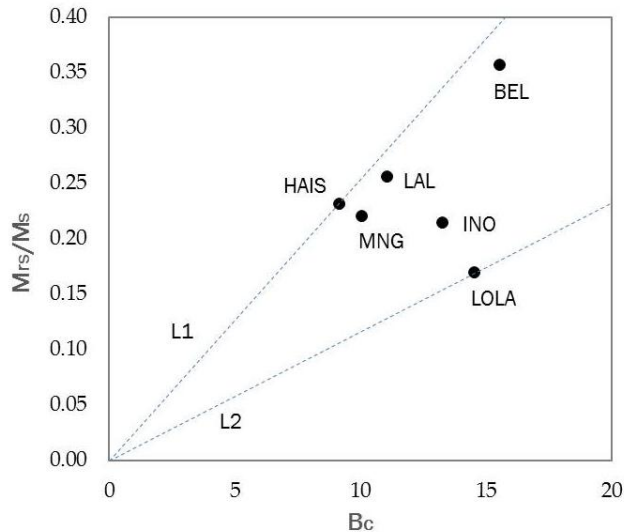


Gambar 4. Kurva histeresis magnetik sampel pasir besi dari daerah Minanga. Bentuk kurva ber-type normal dan sempit mengindikasikan mineral magnetik berdomain *pseudo-single domain*.

Gambar 5 menunjukkan grafik antara M_{rs}/M_s dan B_c yang digunakan untuk membedakan secara relatif ukuran bulir mineral magnetik dalam sampel. Semakin mendekati garis L1 maka ukuran bulir magnetik semakin kecil secara relatif.

Tabel 1. Parameter histeresis pada sampel pasir besi di Sulawesi Utara. M_s : Magnetisasi Saturasi; M_{rs} : Magnetisasi Remanen Saturasi; B_c : Koersivitas Magnetik; B_{cr} : Koersivitas Remanen Magnetik

Kode Sampel	M_s emu/g	M_{rs} emu/g	B_c mT	B_{cr} mT
BEL	0,98	0,35	15,55	58,00
HAIS	38,24	8,86	9,15	29,00
MNG	22,07	4,86	10,05	34,00
LAL	28,54	7,32	11,05	39,25
INO	14,74	3,16	13,25	41,00
LOLA	47,81	8,11	14,55	53,00



Gambar 5. Domain state dari sampel-sampel yang diukur adalah *pseudo-single domain*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Nilai suseptibilitas magnetik pasir besi pada lokasi yang diukur bervariasi dari $7,73 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ hingga $436,38 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ dengan nilai rata-rata tertinggi suseptibilitas adalah pada pasir berukuran halus (*fine grains*).
- 2) Pasir besi pada daerah pantai timur semenanjung utara Pulau Sulawesi memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pantai barat.
- 3) Konsentrasi mineral superparamagnetik tertinggi berada pada daerah Belang.
- 4) Mineral magnetik yang dominan dari sampel-sampel pasir besi yang diteliti adalah magnetit berdomain *pseudo-single domain* (PSD).

Daftar Pustaka

Bijaksana, S., Huliselan, E., Safiuddin, L.O., Fitriani, D., Tamuntuan, G., Agustine, E. 2013. Rock

- Magnetic Methods in Soil and Environmental Studies: Fundamentals and Case Studies. *Procedia Earth and Planetary Science* 6, 8-13.
- Mufit, F., Fadhillah, Amir, H., Bijaksana, S. 2006. Kajian Tentang Sifat Magnetik Pasir Besi dari Pantai Sunur, Pariaman, Sumatera Barat. *Jurnal Geofisika* 1, 1-5.
- Rusianto, T., Wildan, M.W., Abraha, K., Kusmono. 2012. The Potential of Iron Sand from The Coast South of Bantul Yogyakarta as Raw Ceramic Magnet Materials. *Jurnal Teknologi* 5(1), 62-69.
- Suba, J., dan Styriakova, D. 2015. Iron Minerals Removal from Different Quartz Sands. *Procedia Earth and Planetary Science* 15, 849-854.
- Tamuntuan, G., Bijaksana, S., Gaffar, E., Russell, J., Safiuddin, L.O., Huliselan, E. 2010. The Magnetic Properties of Indonesian Lake Sediment: A Case Study of a Tectonic Lake in South Sulawesi and Maar Lakes in East Java. *ITB Journal of Science* 42A (1), 31-48.
- Tauxe, L., 2008. *Essentials of Rock and Paleomagnetism*. Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, CA 92093-0220, 513 p.
- Vasudevan, G. 2016. Performance on Used Iron Sand as Concrete Admixture. *Prosiding 3rd International Conference on Civil, Biological, and Environmental Engineering*, 10-13.
- Yulianto, A., Bijaksana, S., Loeksmanto, W. 2002. Karakterisasi Magnetik dari Pasir Besi Cilaca. *Jurnal Fisika - Himpunan Fisika Indonesia* A5 (0527).
- Yulianto, A., Bijaksana, S., Loeksmanto, W., Kurnia, D. 2006. Synthesis of MnZn Ferrite from Iron Sand. *International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) Proceeding*, 954-956.
- Zhang, Z., Li, J., Li, X., Huang, H., Zhou, L., Xiong, T. 2012. High Efficiency Iron Removal from Quartz Sand using Phosphoric Acid. *International Journal of Mineral Processing* 114-117, 30-34.