

**ANALISIS STRUKTUR KRISTAL DAN SIFAT MAGNETIK PASIR BESI
SUNGAI BENGAWAN SOLO KECAMATAN TRUCUK KABUPATEN
BOJONEGORO**

Rizki Kusuma

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami No 36A Ketingan Surakarta 57126
E-mail: mrkusuma99@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis struktur kristal dan sifat magnetik pasir besi Sungai Bengawan Solo Kecamatan Trucuk Kabupaten Bojonegoro. Pasir besi diekstraksi dengan memanfaatkan sifat magnet yang menarik material logam. Karakterisasi meliputi penentuan kandungan mineral, pengukuran ukuran kristalit dan sifat magnetik sampel pasir besi. Dari hasil karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF) didapatkan mineral hematit (Fe_2O_3) dominan terkandung dalam sampel pasir besi dengan konsentrasi sekitar 68 % sampai 72 %. Ukuran kristalit mineral hematit didapatkan dari perhitungan data hasil karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) yaitu berkisar antara 52 nm sampai 84 nm. Hasil karakterisasi *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) menunjukkan medan koersif mengalami kenaikan dengan kenaikan suhu *annealing*. Sedangkan magnetisasi remanent dan magnetisasi saturasi menurun dengan kenaikan suhu *annealing*.

Kata kunci : pasir besi, hematit, *annealing*

ABSTRACT

Analysis of crystal structure and magnetic properties of iron sand of Sungai Bengawan Solo in Trucuk district of Bojonegoro regency has been done. Iron sand is extracted by utilizing magnetic properties that attract metal material. Characterization includes determination of mineral composition, measurement of crystallite size and magnetic properties of iron sand samples. From the characterization of X-Ray Fluorescence (XRF), the dominant hematite (Fe_2O_3) minerals were found in iron sand samples with concentrations of about 68% to 72%. The size of crystallite mineral hematite obtained from the calculation data result characterization X-Ray Diffraction (XRD) is ranged between 52 nm to 84 nm. The result of characterization of Vibrating Sample Magnetometer (VSM) shows coercive field increase with increasing annealing temperature. While remanent magnetization and saturation magnetization decreased with increasing annealing temperature.

Keyword : iron sand, hematite, annealing

I. PENDAHULUAN

Pasir besi merupakan bijih besi berbentuk pasir yang banyak ditemui di alam bercampur dengan pasir. Pasir besi mengandung mineral besi dengan konsentrasi yang cukup tinggi. pada Gambar 1 dapat dilihat pasir besi menempel pada magnet permanen. Pasir besi terbentuk karena pengikisan batuan alam yang mengandung mineral besi, terjadi akibat adanya proses penghancuran oleh cuaca serta turunnya hujan yang kemudian terakumulasi serta tercuci oleh gelombang air laut atau pun aliran air sungai [1]. Oleh karena itu, pasir besi banyak ditemukan di pantai maupun di sepanjang aliran sungai.



Gambar 1. Pasir besi menempel pada magnet permanen

Kandungan mineral magnetik pada pasir besi seperti magnetit (Fe_3O_4), hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) membuka peluang untuk dimanfaatkan atau dikembangkan sebagai bahan baku industri [2, 3, 4]. Magnetit

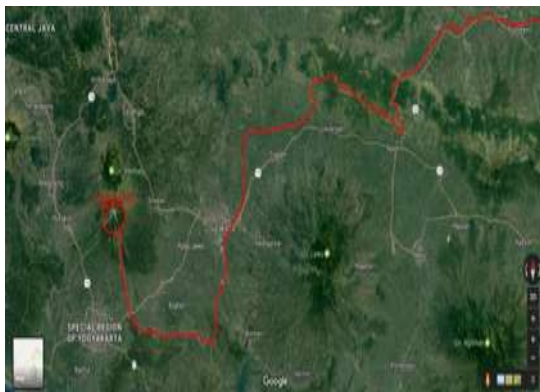
dan hematit merupakan mineral magnetik yang umum ditemukan di alam [5]. Dalam proses pedogenesis *loess* di dataran China ditemukan sedikit mineral hematit [6]. Hematit juga ditemukan pada pengujian sampel *shale* [7].

Potensi dan sebaran pasir besi di Indonesia banyak dijumpai di berbagai pantai seperti di Barat Sumatera, Selatan Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara dan kepulauan Maluku. Selama ini penelitian tentang pasir besi dilakukan dengan bersumber dari pantai, seperti penelitian mengenai sifat magnetik pasir besi di Pantai Sunur, Pariaman, Sumatera Barat [8] serta penelitian di Pantai Air Tawar Padang Sumatera Barat [2].

Telah dilakukan karakterisasi pasir besi Sungai Batang Kuranji, Padang, Sumatera Barat menggunakan XRD untuk mengetahui kandungan mineralnya [2]. Hasil XRD menunjukkan bahwa mineral utama penyusun pasir besi adalah *albite* ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$). Pada pasir besi dari penambangan Kuranji juga ditemukan mineral lain seperti *magnetite* (Fe_3O_4), *quartz* (SiO_2), *halloysite*, *saponite* dan *pyrophyllite* [2].

Surakarta merupakan kawasan fisiografi Jawa Tengah bagian Selatan-Timur. Surakarta dan Pegunungan Selatan dapat dibagi menjadi dua zona,

yaitu Zona Solo dan Zona Pegunungan Selatan. Zona Solo merupakan bagian dari Zona Depresi Tengah (Central Depression Zone) Pulau Jawa. Zona ini ditempati oleh Gunung Merapi (± 2.930 *mdpl*). Kaki Gunung Merapi bagian Selatan-Timur merupakan dataran Yogyakarta dan Surakarta, dataran ini tersusun oleh endapan aluvium asal Gunung Merapi. Di sebelah Barat Zona Pegunungan Selatan adalah dataran Yogyakarta yang membentang hingga pantai selatan Pulau Jawa, melebar dari Pantai Parangtritis hingga Sungai Progo. Aliran sungai utama di bagian Barat ini adalah Sungai Progo dan Sungai Opak, sedangkan di sebelah Timur ialah Sungai Dengkeng yang merupakan anak sungai Bengawan Solo [9].



Gambar 2. Aliran sungai dari Gunung Merapi sampai Trucuk, Bojonegoro

Telah dilakukan penelitian tentang proses pembentukan endapan pasir besi

di Kulon Progo yang diketahui bahwa salah satu hulu aliran air Sungai Bengawan Solo ada di daerah Gunung Merapi [9]. Dengan demikian di Sungai Bengawan Solo dipastikan memiliki banyak kandungan pasir besi yang berasal dari pasir atau pun batuan vulkanik Gunung Merapi. Dilihat dari adanya kandungan pasir besi pada pasir di Sungai Bengawan Solo tersebut, dilakukan penelitian tentang analisis struktur kristal dan sifat magnetik pasir besi dari Sungai Bengawan Solo di Kecamatan Trucuk Kabupaten Bojonegoro ini untuk selanjutnya dapat dikembangkan potensi pasir besi sebagai bahan baku pembuatan magnet permanen.

Pada penelitian ini sampel pasir dicuci menggunakan akuades untuk menghilangkan bahan pengotor atau pun kontaminan yang terkandung dalam pasir. Dilakukan pengeringan sampel pasir dengan penjemuran dibawah panas terik matahari. Proses ekstraksi atau pemisahan pasir besi dari pasir dilakukan dengan memanfaatkan sifat magnet yang menarik bahan bersifat logam termasuk pasir besi. Dilakukan variasi suhu *annealing* yaitu $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya sampel pasir besi dikarakterisasi menggunakan XRF untuk

mengetahui kandungan mineralnya. Karakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristalnya. Dan karakterisasi menggunakan VSM untuk mengetahui sifat magnetik sampel pasir besi

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pasir besi diambil dari Sungai Bengawan Solo di Kecamatan Trucuk Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur. Pasir yang terkumpul kemudian dicuci dengan akuades sampai bersih (>10 kali). Selanjutnya pasir dikeringkan dengan dijemur dibawah sinar matahari dengan tujuan menghilangkan kandungan air yang tercampur pada saat pencucian. Pasir yang sudah bersih dan kering diletakkan pada mangkuk kemudian dilakukan pemisahan pasir besi dari pasir dengan memanfaatkan sifat magnet permanen yang menarik bahan-bahan logam termasuk diantaranya pasir besi, proses ini dilakukan secara berulang sampai pasir besi murni dari pasir.

Sampel pasir besi yang didapatkan kemudian diberi *annealing* dengan menggunakan *Furnace Brother XD-1400S* yang bertujuan melembutkan pasir besi dan membuat partikel penyusun pasir besi menjadi homogen. Untuk menambah tingkat homogenitas pasir besi maka dilakukan penghalusan dengan

menggunakan seperangkat cawan mortar selama beberapa menit sampai sampel pasir besi halus merata. Sampel pasir besi kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF, XRD, dan VSM untuk mengetahui kandungan mineral serta menentukan struktur kristal dan sifat magnetik sampel pasir besi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis XRF

Analisis sampel pasir besi dengan menggunakan XRF akan memberikan informasi tentang mineral apa saja yang terkandung pada sampel pasir besi Sungai Bengawan Solo. Hasil analisis sampel pasir besi dengan menggunakan XRF bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil analisis XRF

No	Rumus Senyawa	Konsentrasi (%)
1	Fe ₂ O ₃	68,85
2	SiO ₂	12,34
3	TiO ₂	6,78
4	Al ₂ O ₃	4,71
5	CaO	2,80
6	P ₂ O ₅	1,12
7	MnO	0,71
8	K ₂ O	0,57

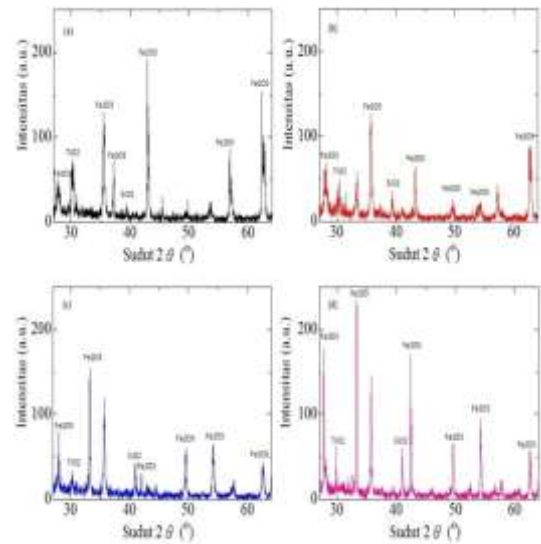
9	SO ₃	0,48
10	Nd ₂ O ₃	0,48
11	Cl	0,37
12	V ₂ O ₅	0,36
13	Pr ₆ O ₁₁	0,22
14	Cr ₂ O ₃	0,08
15	ZnO	0,06
16	ZrO ₂	0,02
17	SnO ₂	0,02
18	SrO	0,01

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa mineral magnetik hematit (Fe₂O₃) mendominasi kandungan mineral pada sampel pasir besi Sungai Bengawan Solo dengan konsentrasi 68,85 %. Diikuti dengan SiO₂ dengan konsentrasi sebesar 12,34 %. Urutan konsentrasi kandungan mineral tersebut seperti yang ditemukan oleh Rahwanto dan Zulkarnain pada bijih besi Manggamat, Aceh Selatan [10].

3.2 Analisis XRD

Analisis sampel pasir besi dengan menggunakan XRD akan memberikan informasi puncak-puncak intensitas terhadap sudut 2θ . Dari pola puncak-puncak tersebut dilakukan pencocokan dengan data ICDD nomor 330664. Pola

puncak-puncak hasil karakterisasi XRD dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pola hasil XRD sampel pasir besi dengan suhu *annealing* (a) 0 °C, (b) 600 °C, (c) 800 °C dan (d) 1000 °C

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa Fe₂O₃ merupakan kandungan mineral dominan pada sampel pasir besi yang tidak diberi proses annealing maupun yang diberi proses annealing dengan variasi suhu 600 °C, 800 °C, dan 1000 °C. Hasil karakterisasi ini menunjukkan kesesuaian data puncak-puncak yang muncul dengan data ICDD nomor 330664.

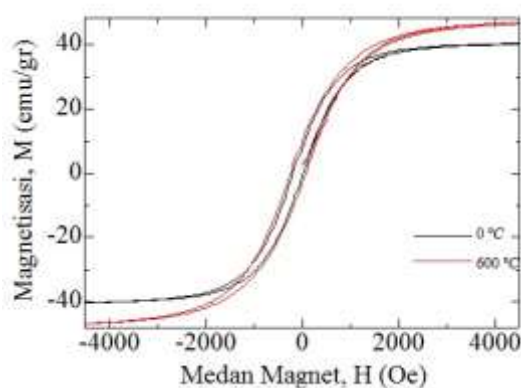
Ukuran kristalit dihitung dengan menggunakan persamaan Scherrer [11] :

$$D = \frac{0,9 \lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

Dengan D adalah ukuran kristalit (m), λ adalah panjang gelombang sumber radiasi $\text{Cu-K}\alpha$ yang digunakan pada alat XRD, β adalah lebar setengah puncak maksimum (*Full Width at Half Maximum/ FWHM*) (rad) dan θ adalah sudut difraksi ($^\circ$). Dengan persamaan (1) telah dihitung ukuran kristalit sampel pasir besi Sungai Bengawan Solo yang ditunjukkan pada Tabel 2.

	Suhu Annealing			
	0 $^\circ\text{C}$	600 $^\circ\text{C}$	800 $^\circ\text{C}$	1000 $^\circ\text{C}$
Sudut 2θ ($^\circ$)	35,542	33,374	33,273	33,296
Ukuran kristalit (nm)	48.543 ± 0.06	52.674 ± 0.81	52.660 ± 0.70	84.240 ± 4.95

3.3 Analisis VSM



Gambar 4 Tipikal kurva histerisis sampel pasir besi dengan variasi suhu *annealing* 0 $^\circ\text{C}$ dan 600 $^\circ\text{C}$

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa medan koersif mengalami kenaikan dengan kenaikan suhu *annealing*. Sedangkan magnetisasi remanen dan magnetisasi saturasi menurun dengan kenaikan suhu *annealing*.

IV. KESIMPULAN

Analisis struktur kristal dan sifat magnetik pasir besi Sungai Bengawan Solo telah selesai dilakukan. Dari hasil karakterisasi XRF diketahui bahwa mineral magnetik hematit (Fe_2O_3) mendominasi kandungan mineral pada sampel pasir Besia Sungai Bengawan Solo. Hasil karakterisasi XRD juga menunjukkan pola puncak-puncak Fe_2O_3 yang bersesuaian dengan referensi data ICDD nomor 330664.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Palkrisman & Budiman, A. (2014). Pemetaan Persentase Kandungan dan Nilai Susepbilitas Mineral Magnetik Pasir Besi Pantia Sunur Kabupaten Padang

- Pariaman Sumatera Barat.
Jurnal Fisika Unand, 3 (4).
- [2] Afdal & Niarti, L. (2013). Karakterisasi Sifat Magnet dan Kandungan Mineral Pasir Besi Sungai Batang Kuranji Padang Sumatera Barat. Jurnal Ilmu Fisika, 5 (1).
- [3] Bilalodin, Sunardi, Effendy, M., (2013). Analisis Kandungan Senyawa Kimia dan Uji Sifat Magnetik Pasir Besi Pantai Ambal. 17 (50), 29-31.
- [4] Rusianto, T., Wildan, W., M., Abraha, K., Kusmono (2012). *The Potential of Iron Sand from The Coast South Yogyakarta as Raw Ceramic Magnet Materials*. Jurnal Teknologi, 5 (1), 62-69.
- [5] Kodama, P., K., Hinnov, A., L. (2015). *Rock Magnetic Cyclostratigraphy*. John Wiley & Sons, Ltd : UK.
- [6] Hao, Q., Oldfield, F., Bloemendal, J., Guo, Z. (2012). *Hysteresis and thermomagnetic properties of particle-sized fractions from loess and paleosol samples spanning 22 Myr of accumulation on the Chinese Loess Plateau*. *Geophysical Journal International*, 191, 64-77.
- [7] Liu, D., Ge, H., Liu, J., Shen, Y., Wang, Y., Liu, Q., Jin, C., Zhang, Y. (2016). *Experimental investigation on aqueous phase migration in unconventional gas reservoir rock samples by nuclear magnetik resonance*. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 36, 837-851.
- [8] Mufit, F., Fadhillah, Amir, H., Bijaksana, S. (2006). Kajian tentang Sifat Magnetik Pasir Besi dari Pantai Sunur, Pariaman, Sumatera Barat. Jurnal Geofisika, 1.
- [9] Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Tentang Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Bengawan Solo.
- [10] Rahwanto & Jalil. (2013). Kajian Awal Karakteristik Mineral Magnetik Bijih Besi Manggamat, Aceh Selatan. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung