

Studi Komposisi Fasa dan Sifat Kemagnetan Pasir Besi Pesisir Pantai Aceh yang Dipreparasi dengan Metode Mechanical Milling

Zulkarnain Jalil¹, Eva Novita Sari¹, Ismail AB¹ dan Erfan Handoko²

¹Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala (Unsyiah), Darussalam, Banda Aceh

²Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta (UNJ), Rawamangun, Jakarta
zjalil@unsyiah.ac.id

Received 04-01-2014, Revised 25-04-2014, Accepted 26-04-2014, Published 30-04-2014

ABSTRACT

It has recently been investigated that ball milling can improve the magnetic properties of natural iron sand significantly. In this work, we present the phase composition and magnetic behavior of iron sand from Syiah Kuala Beach, Banda Aceh. Samples were prepared by mechanical alloying method using a Fritsch planetary ball mill for 20 hours. As the results, it was shown by XRD test that Fe_3O_4 (magnetite) appears as the majority phase and the magnetic properties observation shown that the magnetization saturation (Ms) and remanent (Br) was decreased with the increasing of the coercivity (Hc).

Keywords : iron sand, coast, magnetic properties, magnetite.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang karakteristik pasir besi di kawasan Pantai Syiah Kuala, Banda Aceh. Sampel disiapkan dengan teknik *mechanical alloying* menggunakan ball mill tipe planetary. Hasil analisa kualitatif dengan difraksi sinar-X diketahui bahwa fasa Fe_3O_4 (*magnetite*) merupakan fasa mayoritas dalam pasir besi tersebut. Hasil observasi sifat kemagnetan menunjukkan telah terjadi penurunan nilai saturasi magnet (Ms) dan remanen (Br) yang diikuti peningkatan nilai koersifitas (Hc).

Kata kunci: pasir besi, pesisir pantai, sifat kemagnetan, *magnetite*.

PENDAHULUAN

Dinas Pertambangan dan Energi Aceh menempatkan mineral emas, tembaga, molibdenit, bijih besi dan pasir besi sebagai komoditi bahan galian unggulan Aceh^[1]. Khususnya mineral pasir besi, termasuk bahan galian golongan B (galian vital) berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 1980 tentang penggolongan bahan galian.

Dari beberapa studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kandungan mineral yang dominan dalam pasir besi adalah *magnetite* (Fe_3O_4)^[2,3]. Beberapa peneliti melakukan beragam identifikasi dan karakterisasi mendalam untuk mendapatkan informasi terkait sifat magnetik Fe_3O_4 ^[4,5] dan yang mutakhir adalah produksi Fe_3O_4 alam berskala nanopartikel untuk aplikasi material feroelektrik^[6]. Aplikasi lebih lanjut adalah penggunaan Fe_3O_4 sebagai katalis pada material penyimpan hidrogen berbasis magnesium^[7]. Melihat luasnya penggunaan mineral *magnetite* ini dan dalam rangka mengembangkan usaha dari sektor non migas maka pemanfaatan pasir besi yang tersedia di alam patut dipertimbangkan.

Sebagai catatan, India sementara ini merupakan salah satu negara yang telah memanfaatkan pasir besi untuk tujuan komersil berorientasi ekspor^[8,9]. Sementara itu di Indonesia umumnya digunakan sebagai bahan tambahan pada industri semen. Khususnya di Propinsi Aceh sebarannya sebagian besar terdapat di kawasan Aceh Besar, Aceh Utara, dan Sabang^[10]. Di

Kabupaten Aceh Besar misalnya depositnya mencapai 7,2 juta ton dan saat ini pemanfaatannya untuk bahan baku campuran semen pada PT. Semen Andalas Indonesia (SAI).

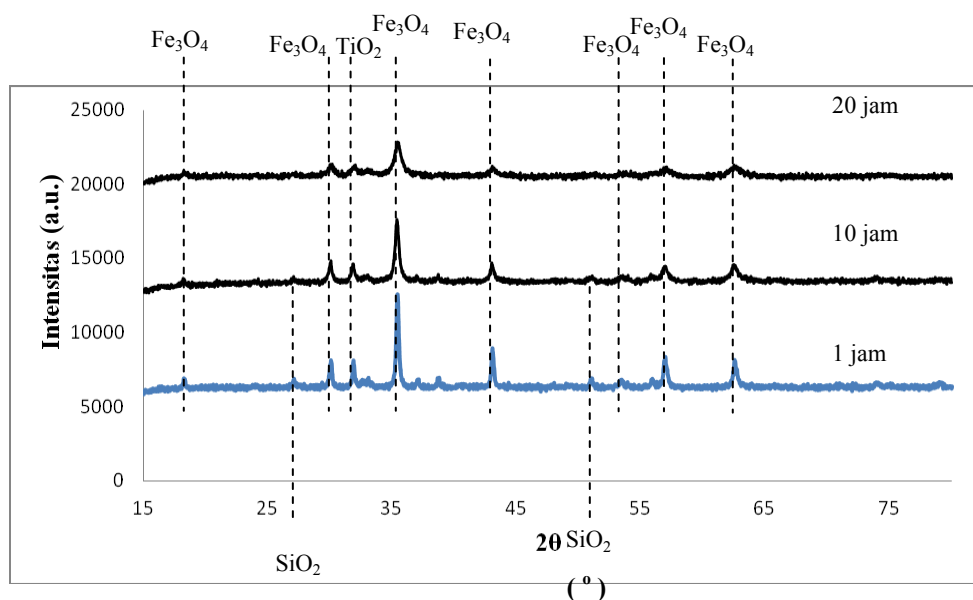
Sayangnya, kajian dan penelitian terkait pasir besi Aceh belum dilakukan secara terpadu dan mendalam. Hal ini terindikasi dari minimnya informasi dan referensi tentang pasir besi Aceh. Karena itu, untuk menjawab tantangan ilmiah ini, maka dilakukan serangkaian investigasi terhadap pasir besi Aceh. Dalam paper ini dibentangkan hasil penelitian berupa data kualitatif yang mencakup identifikasi fasa, ukuran kristal dan sifat kemagnetan dari pasir besi di kawasan pesisir Pantai Syiah Kuala, Banda Aceh.

METODE

Dalam penelitian ini digunakan pasir besi alam di kawasan pesisir Pantai Syiah Kuala, Gampong Dayah Raya, Banda Aceh. Pada tahap awal, dilakukan proses separasi pada sampel pasir alam tersebut secara manual menggunakan magnet batang. Magnet didekatkan ke seluruh bagian pasir hingga semua pasir besi terangkat atau melekat pada magnet. Sedangkan mineral pengotornya dibuang. Selanjutnya, dilakukan reduksi ukuran partikel dengan menggunakan ball mill (Planetary Mill, Fritsch, P6) dengan rasio bola dan serbuk 10:1, lalu dimasukkan ke dalam *vial* dan dimiling selama 20 jam. Kemudian, data kualitatif terkait komposisi fasa dan ukuran kristal diidentifikasi menggunakan *X-rays diffractometer* (XRD Shimadzu D6000). Data hasil eksperimen lalu dibandingkan dengan database acuan yang dikeluarkan oleh *International Crystallography Diffraction Data* (ICDD) menggunakan program PCPDFWIN. Ukuran kristal dikalkulasi dengan formula Scherrer. Sedangkan sifat kemagnetan diobservasi menggunakan *Permagraph* (Magnet Physik, 2T). Untuk keperluan uji magnetik, sampel serbuk pasir dicetak menggunakan mesin press hidrolik dengan tekanan 5 ton dan membentuk pellet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

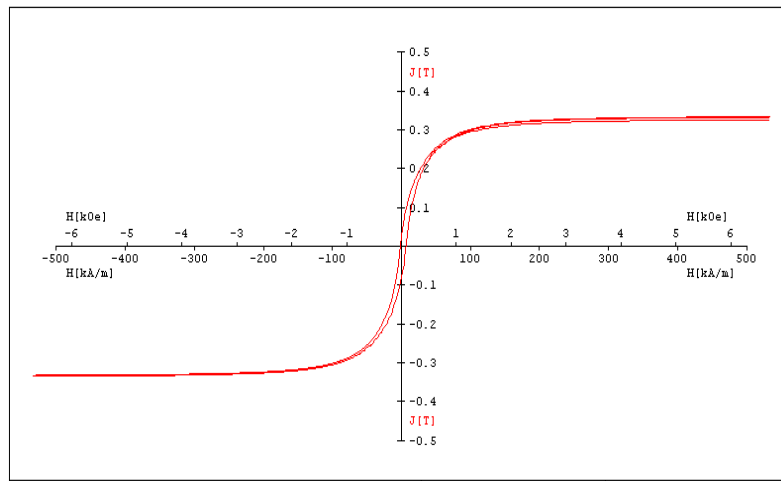
Hasil pengukuran difraksi sinar-X pada sampel pasir besi dihasilkan pola difraksi sinar-X sebagaimana terlihat pada Gambar 1 dimana fasa yang hadir mayoritas Fe_3O_4 . Sedangkan fasa minor yang hadir adalah TiO_2 dan SiO_2 .



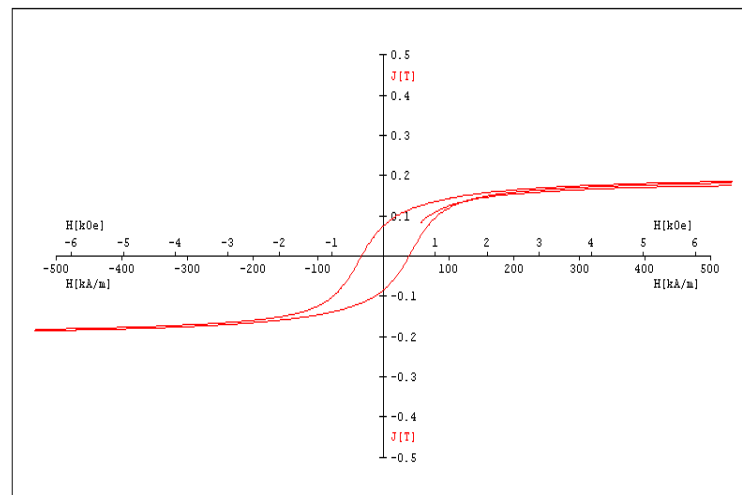
Gambar 1. Pola difraksi sinar-X pasir besi yang memiliki fasa utama Fe_3O_4

Dari gambar di atas tampak bahwa Fe_3O_4 (*magnetite*) merupakan senyawa mineral yang dominan di dalam pasir besi Syiah Kuala dengan persentase 85,80% sesuai hasil uji dengan XRF^[11]. Namun masih ada kandungan pengotor lainnya yakni SiO_2 dan TiO_2 . Secara umum dapat dikatakan penghalusan dengan teknik *mechanical alloying* mampu menghasilkan serbuk dengan ukuran kristal terkecil pada bidang (311) pada sudut difraksi (2θ) 35,47 yakni sebesar 11,1 nm.

Selanjutnya dilakukan observasi sifat kemagnetan dengan *Permagraph* yang bekerja pada medan magnet luar 2 tesla (T). Hasil pengujian diperoleh kurva loop histerisis yang dapat diketahui besaran-besaran kemagnetan antara lain saturasi magnet (M_s), remanen (B_r) dan koersifitas (H_c) seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Kurva loop histerisis sampel sebelum proses milling



Gambar 3. Kurva loop histerisis sampel milling 20 jam

Dari kurva tersebut diketahui pasir besi Pantai Syiah Kuala memiliki saturasi magnet sebesar 0,333 T (sebelum milling) dan 0,188 T (setelah 20 jam milling). Sementara nilai remanen (B_r) adalah 0,022 T (sebelum milling) dan 0,075 T (setelah 20 jam milling) dan koersifitas (H_c) sebelum milling hanya 1,34 kA/m, namun setelah 20 jam milling menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan yakni mencapai 33,31 kA/m. Tabel 1 menunjukkan detail hasil uji sifat kemagnetan.

Tabel 1. Data sifat kemagnetan pasir besi Syiah Kuala

Sampel (milling)	Sifat Kemagnetan		
	Magnetisasi Saturasi, M_s (T)	Koersivitas Intrinsik, iH_c (kA/m)	Remanen, B_r (T)
0 jam	0,333	1,34	0,022
20 jam	0,188	33,31	0,075

Adapun fenomena menurunnya nilai saturasi magnet (M_s) dan remanen (B_r) yang disertai peningkatan nilai koersifitas (H_c), setelah milling 20 jam, patut dikaji lebih lanjut. Hal ini untuk melihat bahwa ada kaitan antara ukuran kristal dengan perubahan sifat kemagnetan. Diduga dengan semakin halus ukuran kristal, hasil kalkulasi Scherrer didapat sebesar 11,1 nm, maka akan menyebabkan bertambahnya ruang kosong antar kristal. Sementara itu, meningkatnya nilai H_c memperlihatkan bahwa ukuran kristal magnet yang semakin halus – dalam hal ini skala nanometer– menyebabkan nilai H_c meningkat dan lebih stabil.

KESIMPULAN

Hasil identifikasi pasir besi Pantai Syiah Kuala, Banda Aceh dengan menggunakan teknik difraksi sinar-X diperoleh informasi bahwa unsur oksida besi magnetite Fe_3O_4 sangat dominan, diikuti oleh SiO_2 dan TiO_2 sebagai fasa minor. Sifat kemagnetan menunjukkan telah terjadi penurunan nilai M_s dan B_r diikuti peningkatan nilai H_c . Meningkatnya nilai H_c memperlihatkan bahwa ukuran kristal magnet yang semakin halus menyebabkan nilai H_c meningkat dan lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Dinas Pertambangan dan Energi. 2011. *Potensi Bahan Galian; Mineral, Batuan dan Energi Aceh*. Banda Aceh: Distamben Provinsi Aceh.
- 2 Yulianto, A., Bijaksana, S. dan Loeksmanto, W. 2002. Karakterisasi Magnetik dari Pasir Besi Cilacap. *Jurnal Fisika*, Himpunan Fisika Indonesia, Suplemen Prosiding, Hal. A5-0527.
- 3 Yulianto, A., Bijaksana, S. dan Loeksmanto, W. 2003. Comparative Study on Magnetic Characterization of Iron Sand from Several Locations in Central Java. *Kontribusi Fisika Indonesia*, Vol. 14, No. 2, Hal. 63-66.
- 4 Peters, C. dan Thompson, R. 1998. Magnetic Identification of Selected Natural Iron Oxides and Sulphides. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Vol. 183, Hal. 365- 374.
- 5 Wu, W., He, Q. dan Jiang, C. 2008. Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis and Surface Functionalization Strategies. *Nanoscale Research Letters*, Vol. 3, Hal. 397–415.
- 6 Widanarto, W., Sahar, M.R., Ghoshal, S.K., Arifin, R., Rohani, M.S. dan Hamzah, K. 2013. Effect of Natural Fe_3O_4 Nanoparticles on Structural and Optical Properties of Er^{3+} Doped Tellurite Glass. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Vol. 326, Hal. 123–128.
- 7 Huang, Z.G., Guo, Z.P., Calka, A., Wexler, D., Lukey, C. dan Liu, H.K. 2006. Effects of Iron Oxide (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) on Hydrogen Storage Properties of Mg-Based Composites. *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 422, Hal. 299-304.

- 8 Banerjee, D.C., Sinha, R.P. dan Dwivedy, K.K. 1995. Xenotime Resources in India-an Overview. *Proceeding of Seminar on Recent developments in the Science and Technology of Rare Earths*, December 14-16, Cochin, India.
- 9 Mohanty, B., Seshadrinath, K., Sarbajna, S.T. dan Viswamohan. 1995. Recovery of Xenotime and Monazite from Inland Placers of India. *Proceeding of Seminar on Recent Developments in the Science and Technology of Rare Earths*, December 14-16, Cochin, India.
- 10 Badan Koordinasi dan Penanaman Modal Dalam Negeri. 1993. *Potensi Bahan Galian Industri dan Bangunan Propinsi Daerah Istimewa Aceh*. Laporan Tahunan BKPM Aceh.
- 11 Eva, N.S., Ismail, A.B. dan Zulkarnain, J. 2013. Identifikasi Mineral Pasir Besi Pantai Syiah Kuala Banda Aceh Menggunakan XRD dan XRF. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Riset dan Standarisasi Industri III*, Balai Riset dan Standarisasi Industri (Baristand), Banda Aceh, 23-25 Oktober 2013.