

FASA OKSIDA BESI UNTUK SINTESIS SERBUK MAGNET FERIT

Agus Yulianto

*Jurusan Fisika, Universitas Negeri Semarang
Jalan Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229*

ABSTRAK

FASA OKSIDA BESI UNTUK SINTESIS SERBUK MAGNET FERIT. Anggota keluarga mineral oksida besi adalah magnetit (Fe_3O_4), maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Magnetit memiliki fasa kubus. Maghemit dan hematit, meskipun komposisi kimia kedua bahan tersebut sama tetapi fasa keduanya berbeda. Maghemit berfasa kubus, sedangkan hematit berfasa heksagonal. Para peneliti lazim menggunakan hematit sebagai bahan dasar dalam proses sintesis serbuk magnet ferit. Oksida besi produk industri atau bahan lokal biasanya diolah terlebih dahulu menjadi hematit (berfasa tunggal) sebelum digunakan untuk sintesis serbuk magnet. Penelitian ini mengkaji sintesis serbuk barium heksaferit dengan bahan dasar berfasa tunggal berupa magnetit, maghemit dan hematit serta bahan berfasa campuran yang mengandung ketiga senyawa tersebut. Proses sintesis dilakukan dengan menggunakan metode metalurgi serbuk. Serbuk hasil sintesis kemudian diproses lebih lanjut menjadi magnet keramik. Hasil karakterisasi dengan metode XRD menunjukkan bahwa serbuk magnet ferit hasil sintesis menggunakan ketiga jenis oksida besi atau campurannya tersebut memiliki pola difraksi yang sama, serta sesuai dengan pola difraksi serbuk magnet sejenis produk industri. Setelah diolah menjadi magnet keramik, sifat kemagnetan untuk ketiganya juga sama. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa oksida besi yang digunakan untuk mensintesis serbuk magnet tidak harus berfasa tunggal heksagonal. Serbuk magnet tetap dapat diperoleh secara efektif meskipun oksida besi yang dipakai berfasa kubus, bahkan berfasa campuran.

Kata kunci : Oksida Besi, Barium Heksaferit

ABSTRACT

THE PHASES OF IRON OXIDE USED ON FERRITE MAGNET SYNTHESIS. Magnetite (Fe_3O_4), maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) and hematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) are members of iron oxide family. The ferrite magnet is commonly made of raw material of iron oxide in sort of hematite, which possesses hexagonal structure. It is known that many industrial waste and natural mineral have iron oxide in sort of magnetite and maghemite or mixture of them. In order to process this material to become permanent magnet using conventional method, two steps of processing are applied. The first is oxidizing iron oxides to change it to be hematite (with single phase) and the second is processing the hematite to make ferrite magnet by applying calcinations process. We tried to make barium hexaferrite by synthesizing material in single of hematite (hexagonal), magnetite (cubic), maghemite (cubic), and mixtures of them. The hexaferrite powder was synthesized using powder metallurgy methods and processed become to ceramic magnet. The result of XRD characterization indicates that structure of ferrite powder made from magnetite, maghemite, hematite and the mixtures are same and similar to the ferrite powder made by industries. The magnetic properties of produced ceramic magnets have magnetic characterizations similar to one another. The magnetic powder can found effectively using iron oxides in the phase of cubic or mixtures.

Key words : Iron Oxide, Barium Hexaferrite

PENDAHULUAN

Meskipun karakteristiknya telah banyak diketahui, namun riset mengenai magnet ferit masih terus dikembangkan karena berbagai alasan. Saat ini magnet ferit digunakan dalam pembuatan film tipis [1-3] ataupun berbagai perangkat listrik yang berbasis teknologi nano [4-5]. Pengembangan ferit dalam bentuk

film tipis utamanya ditujukan untuk meningkatkan daya guna ferit sebagai media rekam ataupun sensor [6-7].

Potensi aplikasi yang sangat luas telah mendorong dilakukannya modifikasi metode dalam pembuatan ferit, misalnya proses sintesis yang dilakukan pada suhu rendah [8].

Berdasarkan petunjuk teknis yang dituliskan pada buku teks [9,10], beberapa peneliti senatiasa membuat magnet ferit dengan bahan oksida besi berupa hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan diusahakan agar berfasa tunggal heksagonal. Secara alamiah oksida besi dapat ditemukan juga dalam bentuk magnetit (Fe_3O_4) dan maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) [11].

Deposit berupa sisa produk industri seperti *mill scale* atau deposit alamiah berupa pasir besi juga mengandung senyawa oksida besi dalam jumlah cukup banyak. Bahan-bahan tersebut umumnya mengandung senyawa oksida besi dengan fasa campuran.

Dalam tulisan ini dipaparkan hasil kerja mengenai sintesis barium heksaferit dengan menggunakan bahan oksida besi berupa magnetit, maghemit dan hematit, serta campuran ketiganya. Metode ini dikaji secara khusus untuk meningkatkan efisiensi proses pengolahan beberapa bahan lokal menjadi magnet ferit.

METODE PERCOBAAN

Senyawa oksida besi yang digunakan dalam kajian ini diperoleh dari hasil ekstraksi magnetit yang ada pada pasir besi. Proses ekstraksi dilakukan secara manual dan menggunakan alat mekanik berupa separator bahan magnetik, sedangkan pemurnian dilakukan dengan melibatkan proses penggilingan dan penyaringan. Proses pemisahan tersebut dapat menghasilkan magnetit dengan tingkat kemurnian sekitar 99%. Maghemit diperoleh melalui oksidasi magnetit pasir besi pada suhu 300 °C, sedangkan hematit pada suhu 800 °C [12]. Bahan lain berupa barium karbonat (BaCO_3) diperoleh dari produk komersial (Merck).

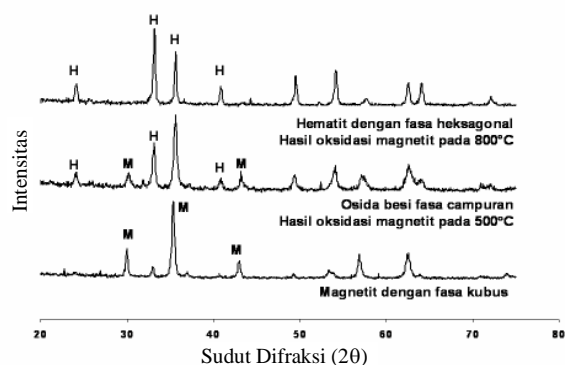
Proses sintesis dilaksanakan dengan metode metalurgi serbuk. Campuran BaCO_3 dan oksida besi (dengan perbandingan 1 mol : 5,6 mol) digiling secara basah dengan menggunakan mesin *ball milling*. Setelah dikeringkan campuran tersebut dikalsinasi dalam tekanan atmosfer pada suhu 1200°C selama 3 jam. Gumpalan ferit hasil kalsinasi selanjutnya dihancurkan dan digiling lagi menjadi serbuk halus. Sejumlah kecil serbuk ferit tersebut dicuplik serta digunakan untuk analisis struktur dengan menggunakan metode difraksi sinar X.

Serbuk ferit sisanya digiling secara basah selama 16 jam dengan tambahan bahan aditif berupa CaO dan SiO_2 . Serbuk yang digiling tersebut selanjutnya dikeringkan dan diayak (menggunakan saringan 400 *mesh*). Setelah ditambahkan larutan PVA (*Polyvinyl Alcohol*) serbuk tersebut dicetak dalam bentuk silinder dengan mesin tekan hidrolik (3000 kg/cm²). Terakhir, silinder tersebut *disinter* pada suhu 1250 °C selama 1 jam. Magnet hasil *sintering* dikarakterisasi sifat kemagnetannya dengan menggunakan *permagraf*.

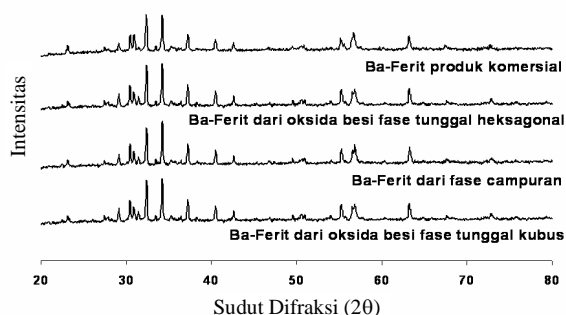
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Struktur

Pemeriksaan melalui metode XRD telah dilakukan pada cuplikan / sampel bahan hasil sintesis dengan menggunakan oksida besi dalam tiga fasa yang berbeda, yaitu fasa tunggal kubus (magnetit atau maghemit), fasa tunggal heksagonal (hematit) dan fasa campuran (kubus dan heksagonal), seperti ditunjukkan oleh Gambar 1. Ketiga hasil sintesis memiliki pola difraksi yang relatif sama, serta sesuai dengan pola difraksi barium ferit produk industri, seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 1. Difraktogram sinar X bahan oksida besi berupa magnetit (berfasa kubus), hematit (berfasa heksagonal) dan oksida besi berfasa campuran.



Gambar 2. Difraktogram sinar X serbuk hasil sintesis dengan menggunakan oksida besi berfasa kubus, heksagonal dan berfasa campuran. Pola difraksi tersebut menunjukkan bahwa ketiga hasil sintesis memiliki pola yang sama, serta berseuaian dengan ferit produk industri.

Hasil pemeriksaan XRD di atas menunjukkan bahwa bahan oksida besi yang digunakan untuk mensintesis serbuk magnet tidak harus berfasa tunggal heksagonal. Oksida besi berfasa kubus juga dapat digunakan untuk mensintesis serbuk ferit secara efektif, demikian juga bahan oksida besi dengan fasa campuran. Dengan demikian yang menjadi syarat adalah bahwa bahan yang digunakan merupakan oksida besi dengan tingkat kemurnian tinggi, tidak bergantung pada fasanya. Beberapa buku teks menjelaskan bahwa bahan yang lazim digunakan berfasa heksagonal yaitu hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) [13], hal tersebut lebih didasarkan pada pendekatan

terhadap rumus molekuler yang membentuk barium heksaferit ($BaO \cdot 6Fe_2O_3$).

Hasil tersebut di atas sangat bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi produksi. Bahan-bahan produk lokal seperti pasir besi dan mill scale yang telah diekstrak dan terjamin mengandung oksida besi dengan tingkat kemurnian tinggi tidak harus dioksidasi terlebih dahulu menjadi hematit, tetapi dapat disintesis langsung untuk memproduksi magnet ferit.

Karakterisasi Magnetik

Karakterisasi sifat magnetik Ba-Ferit hasil sintesis telah dilakukan dengan menggunakan *Permagraph* tipe *MPS*. Dari kurva-kurva tersebut diperoleh beberapa besaran magnetik penting, yang menggambarkan sifat magnetik bahan magnet yang dibuat, seperti ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa besaran yang menunjukkan karakteristik magnetik sampel Ba-Ferit hasil sintesis dengan magnetit, hematit dan bahan berfasa campuran hasil pengolahan pasir besi.

Komposisi Bahan Sintesis	ρ (g/cm ³)	Br (kG)	bHc (kOe)	iHc (kOe)	$(BH)_{maks}$ (MGOe)
BaCO ₃ + Magnetit	4,76	1,41	0,568	0,762	0,27
BaCO ₃ + Oksida besi berfasa campuran	4,73	1,38	1,176	2,540	0,41
BaCO ₃ + Hematit	4,63	1,47	1,206	2,375	0,45
Ba-Ferit dari pasir besi produk peneliti Batan (2003)	3,83	1,50	1,13	1,57	0,46
Ba-Ferit komersial	5,1	4,25	0,180	0,184	0,32

Sifat utama sebuah magnet dapat diidentifikasi dari induksi remanennya (Br), koersivitas *bulk* (bHc), koersivitas internal (iHc) dan energi magnetik maksimum (BH)_{maks}. Tabel 1 menunjukkan bahwa besaran-besaran magnetik magnet hasil sintesis dengan menggunakan bahan berfasa tunggal kubus atau heksagonal ataupun berfasa campuran memiliki harga yang tidak jauh berbeda. Hasil ini menunjukkan bahwa magnet yang diperoleh dari ketiga fasa bahan tersebut relatif sama.

Sifat magnet hasil sintesis dalam penelitian ini juga relatif sama dengan magnet produk Batan yang juga diproduksi dari pasir besi [14]. Magnet hasil sintesis tersebut belum memiliki sifat yang menyamai produk komersial. Namun demikian karakteristik magnetik magnet hasil sintesis tersebut masih dapat ditingkatkan melalui berbagai langkah optimasi, misalnya dengan optimasi komposisi campuran atau jenis dan komposisi bahan aditif yang lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil yang telah diperoleh dapat disimpulkan bahwa magnet Ba-ferit dapat diperoleh secara efektif melalui proses sintesis dengan menggunakan bahan oksida besi berfasa tunggal kubus, heksagonal ataupun berfasa campuran. Serbuk magnet

ferit yang dihasilkan dengan menggunakan ketiga bahan oksida besi tersebut memiliki fasa yang sama serta sesuai dengan bahan produk komersial. Ketiga magnet hasil sintesis memiliki karakteristik magnetik yang sama. Karakteristik magnet tersebut dapat ditingkatkan melalui berbagai cara pada tahapan proses pasca kalsinasi.

DAFTARACUAN

- [1]. C. LIANG, DE'AN YANG, ZI YANG, FENG HOU and MINGXIA XU, *Surface and Coatings Technology*, **200** (7) (2005) 2515-2517
- [2]. N. N. SHAMS, X. LIU, M. MATSUMOTO and A. MORISAKO, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, **290-291** (1) (2005) 138-140
- [3]. S. CAPRARO, M. LE BERRE, J.P. CHATELON, B. BAYARD, H. JOISTEN, C. CANUT, D. BARBIER and J.J. ROUSSEAU, *Materials Science and Engineering B*, **112** (1) (2004) 19-24
- [4]. N.C. PRAMANIK, T. FUJII, M. NAKANISHI and J. TAKADA, *Materials Letters*, **59** (4) (2005) 468-472
- [5]. U. TOPAL, H. OZKAN and H. SOZERI, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, **284** (2004) 416-422
- [6]. S. YAMAMOTO, K. HIRATA, H. KURISU, M. MATSUURA, T. DOI and K. TAMARI, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, **235** (1-3) (2001) 342-346
- [7]. I. SANDU, L. PRESMANES, P. ALPHONSE and P. TAILHADES, *Thin Solid Films*, **495** (1-2) (2006) 130-133
- [8]. LISJAK, MIHA DROFENIK, *Journal of the European Ceramic Society*, (2006)
- [9]. A. GOLDMAN, *Modern Ferrite Technology*, Van Nostrand Reinhold, New York (1990)
- [10]. P. CAMPBELL, *Permanent Magnet Materials and Their Application*, Cambridge University Press, Cambridge (1996)
- [11]. DUNLOP, D.J., O. OSDEMIR, *Rock Magnetism, Fundamentals and Frontiers*, Cambridge University Press, Cambridge (1997)
- [12]. A. YULIANTO, S. BIJAKSANA, W. LOEKSMANTO dan D. KURNIA, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **5** (1) (2003) 51-54
- [13]. R.C. O'HANDLEY, *Modern Magnetic Materials Principles and Application*, John Wiley & Sons, New York (2000)
- [14]. RIDWAN, SULUNGBUDI, G.T., dan MUJAMILAH, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, **5** (1) (2003) 29-33