

PEMBUATAN MAGNETIK BARIUM M-HEKSAFERIT YANG DIDOPING ION Cu

Seri Dermayu Siregar¹⁾, Syahrul Humaidi¹⁾, Perdamean S²⁾

¹⁾Departemen Fisika, Universitas Sumatera Utara
Kampus Padang Bulan, Medan, 20155

²⁾Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan, 15314

*Email : siregar.ayu19@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan magnet permanen Barium M-Heksaferit dengan doping ion Cu dengan formula $\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$, dimana ($x = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6$ % mol). Proses preparasi bahan baku mulai dari pencampuran dan penggilingan Barium Karbonat (BaCO_3), Hematit (Fe_2O_3) dan Tembaga Oksida (CuO) dengan cara *wet milling* dalam media aquades selama 20 jam. Campuran bahan tersebut kemudian dikeringkan pada temperatur 100°C selama 24 jam, dikalsinasi pada temperatur 1000°C dengan menggunakan tungku listrik selama 2 jam, sehingga diperoleh serbuk $\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$. Untuk membuktikan terbentuknya fasa tersebut maka perlu dianalisa dengan menggunakan XRD. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa pada temperatur 1000°C telah terbentuknya struktur kristal Barium Heksaferit ($\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$). Selanjutnya serbuk tersebut digerus dengan mortar dan diayak hingga lolos ayakan 400 mesh, dan ditambahkan bahan perekat Celuna WE-518 sebanyak 3%wt. Pada saat proses pencetakan diberi tekanan sebesar 150 kg/cm^2 dalam kondisi pengaruh medan magnet sebesar 8 kG. Bentuk sampel setelah dicetak berupa disk/pelet dengan diameter 20 mm dan tebal 9 mm. Proses selanjutnya adalah sintering menggunakan tungku listrik *Thermolyn* dengan *heating rate* $10^\circ\text{C}/\text{menit}$, mencapai temperatur 1100°C dan ditahan pada suhu tersebut selama 2 jam. Karakterisasi yang diuji meliputi SEM/EDX, Sifat fisis (densitas dan porositas dengan metode Archimedes), sifat magnet dengan menggunakan *permagraph* dan struktur kristal dengan XRD. Analisis unsur pada pengujian SEM/EDX menunjukkan bahwa unsur Fe memiliki %wt terbesar (52,61%). Dan pada sampel tersebut terdeteksi adanya unsur Al sebagai pengotor. Dari kurva histerisis dapat diketahui nilai Ternyata magnet $\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$ yang telah dibuat menghasilkan bulk density sekitar $3,8 - 5,2\text{ g/cm}^3$, porositas $1,6 - 10,7\%$, kuat magnet $43,36 - 100,42\text{ G}$, induksi remanen magnetik (Br) $20 - 320\text{ G}$, koercivitas (HcJ) $1,07 - 9,22\text{ kOe}$ dan energi produksi (BH)maks $0,05 - 0,92\text{ kGOe}$. Pengaruh doping ion Cu cenderung meningkatkan nilai densitas, menurunkan porositas, dan meningkatkan sifat magnetnya.

Kata Kunci : Magnet Permanen, $\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$, Kalsinasi, Sintering, BH Curve

ABSTRACT

Permanent magnet of Barium M-Heksaferit doped by Cu ions were synthesized with formula $\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$, where ($x = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, \text{ and } 0.6$ % mol). Preparation process of raw materials ranging from mixing and milling Barium Carbonate (BaCO_3), Hematite (Fe_2O_3) and copper oxide (CuO) by wet milling in distilled water medium have done during 20 hours. Material was then dried at a temperature of 100°C for 24 h, calcined at a temperature of 1000°C by using electric furnace for 2 hours. The crystallite size was determined to be 400 mesh ($38\text{ }\mu\text{m}$). Sintering process was carried out by using electric furnace *Thermolyn* at temperature 1100°C . Characterization include SEM / EDX, physical properties (density and porosity by Archimedes method), using *permagraph* magnetic properties and crystal structure by XRD. Elemental analysis on testing SEM / EDX showed that Fe element has the greatest wt% (52.61%). The sample detected element Al as an impurity. The hysteresis curve can be seen the value of magnetic $\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$ who have made bulk density produces approximately 3.8 to 5.2 g/cm^3 , porosity of 1.6 to 10.7% , a strong magnet from 43.36 to 100.42 G , remanent magnetic induction (Br) 20 - 320 G , koercivitas (HcJ) $1,07$ to 9.22 kOe and energy production (BH) max from 0.05 to 0.92 kGOe . Effect of Cu doping tends to increase the value of density, lower porosity, and improve the magnetic properties.

Keywords: Permanent Magnet, $\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$, calcination, sintering, BH Curve

PENDAHULUAN

Barium-Heksaferit telah banyak diteliti karena memiliki banyak keuntungan/kelebihan untuk dapat diaplikasikan dalam bidang ilmiah dan teknologi. Keuntungan/kelebihan barium heksaferit diantaranya yaitu harganya yang

relative murah, memiliki temperature curie yang tinggi, tahan terhadap korosi memiliki sifat fisis yang baik dan pembuatannya yang relative mudah. [7]. Barium Heksaferit dapat disintesis dengan beberapa metode seperti kristalisasi gas,

presipitasi hidrotermal, sol-gel, aerosol, pemanduan mekanik dan kopresipitasi [5].

Sifat magnetik, terutama koersivitas pada magnet permanen sangat tergantung pada ukuran butir [4]. Bahan magnet dengan koersivitas yang tinggi, cenderung memiliki kristalit lebih kecil dari domain magnetik (sekitar $1\mu\text{m}$). Untuk pengolahan bahan-bahan tersebut beberapa metode telah dikembangkan, diantaranya kristalisasi dari kaca, mekano-kimia, metalurgi serbuk (*mechanical alloying*) dan mekanik paduan [2]. Pada metoda paduan mekanik, bahan yang digunakan adalah serbuk Fe_2O_3 dan BaCO_3 . Proses ini terdiri dari dua tahap yaitu penggilingan (*milling*) dan *annealing* (*ferritization*). Penggilingan ini dilakukan di dalam ball mill dengan media air, agar diperoleh distribusi, ukuran partikel yang lebih homogen, melindungi terjadinya aglomerasi dan adhesi [2].

Distribusi yang homogen dari partikel tersebut setelah penggilingan (*milling*) merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses *ferritization* dan sifat magnetik setelah dimagnetisasi [2].

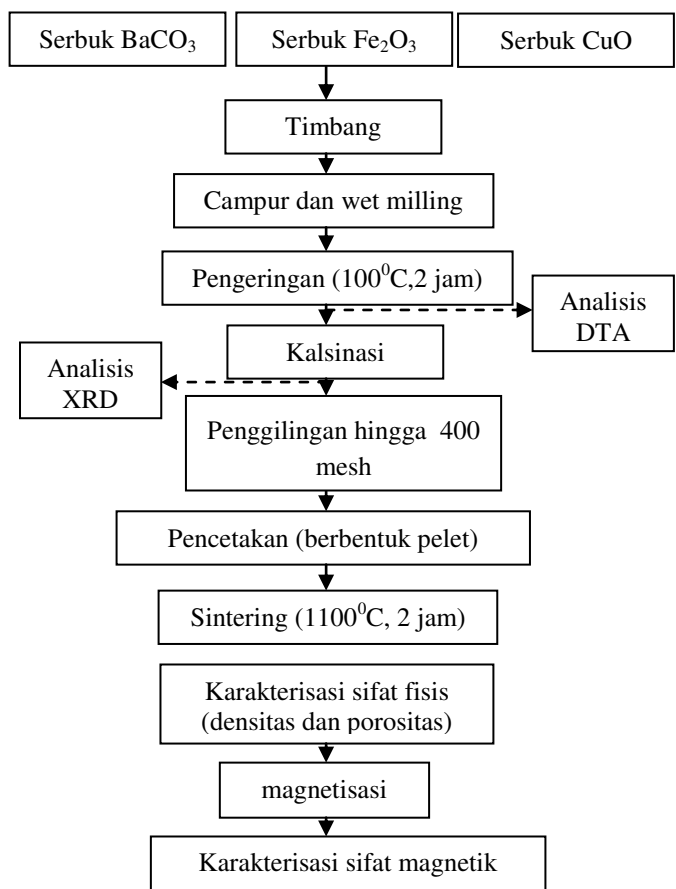
Adapun fungsi penambahan bahan logam dalam pembuatan magnet barium heksaferit agar terjadinya perubahan bentuk dari *hard magnetic* menjadi *soft magnetic* [1]. Sifat bahan ini mempunyai permeabilitas, hambatan jenis, dan konduktivitas yang tinggi serta koersivitas yang rendah [1]. Sifat-sifat inilah yang dibutuhkan sehingga bahan tersebut dapat dijadikan sebagai absorber [3]. Pada penelitian ini digunakan bahan additive Tembaga (Cu) dalam bentuk tembaga oksida (CuO) yang disubstitusikan ke dalam barium heksaferit, karena Tembaga (Cu) memiliki konduktivitas yang besar [3].

Penelitian yang telah dilakukan terkait dengan pembuatan magnet permanen barium heksaferit dilakukan dengan penggilingan secara basah (*wet milling*) dengan variasi bahan *additive* TiO_2 , CuO, MnCO_3 , dengan $x = 1-3$ (dalam persen mol). Pemilihan material ini karena memiliki nilai suseptibilitas magnet dan permeabilitas yang tinggi serta gaya koersivitas rendah yang menunjukkan kemampuan absorpsi gelombang *microwave* yang besar [3].

METODOLOGI

Preparasi sampel bahan magnet barium heksaferit yang disubstitusi dengan bahan tembaga oksida (CuO) dari serbuk BaCO_3 , Fe_2O_3

dan CuO, dicampur dengan *planetary ball mill* selama 24 jam. Pada proses ball mill dilakukan secara basah (*wet milling*). Serbuk tersebut kemudian diayak hingga lolos 400 mesh ($38\mu\text{m}$), dicampur dengan perekat Polimer Celuna WE – 518 sebanyak 3% (berat), dicetak dengan tekan 150 kgf/cm^2 sembari dimagnetisasi dengan daya 1000 watt (AC). Proses selanjutnya adalah sintering dengan suhu 1100°C (ditahan selama 2 jam). Untuk proses magnetisasi sampel magnet barium heksaferit yang disubstitusi dengan bahan tembaga oksida (CuO) dilakukan dengan menggunakan alat impuls magnetizer. Diagram alir preparasi dan pengujian sampel magnet barium heksaferit yang disubstitusi dengan bahan tembaga oksida (CuO) meliputi: uji sifat fisis (densitas), uji struktur dan uji sifat magnet. Diagram alir preparasi dan pengujian sampel magnet Barium Heksaferit yang didoping ion Cu ($\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$) diperlihatkan pada Gambar 1.

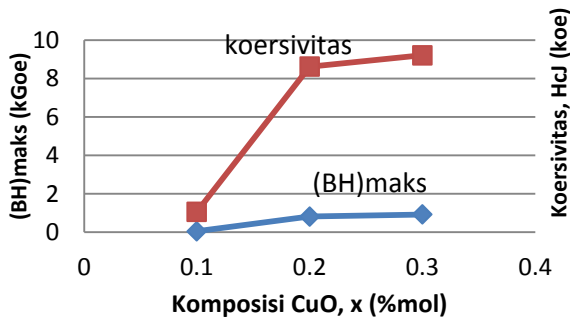


Gambar 1. Diagram alir preparasi dan pengujian sampel magnet Barium Heksaferit yang didoping ion Cu ($\text{BaFe}_{12-x}\text{Cu}_x\text{O}_{19}$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

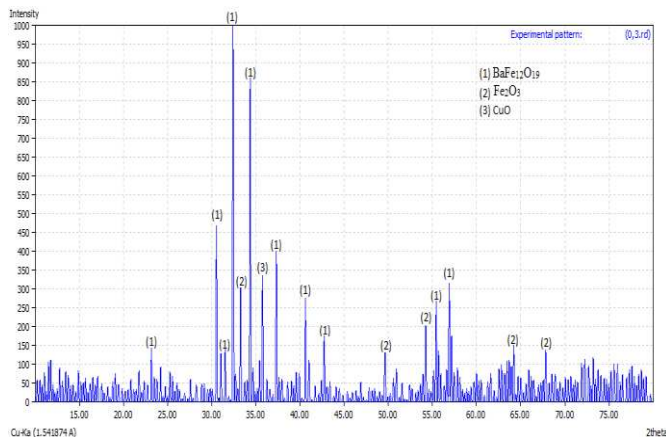
Dari hasil pengukuran densitas awal (green density) pada bahan magnet berbasis ferit yang

kGoe dan nilai HcJ sekitar 1,072 – 9,22 kOe. Dari hasil-hasil tersebut juga menunjukkan bahwa kondisi optimum dicapai pada komposisi x=0.3



Gambar 4. Hubungan antara energi produk maksimum (BHmax) dan koercivitas (HcJ) terhadap komposisi, Cu (dalam % mol).

Hasil pengukuran difraksi sinar-x (XRD) dari bahan magnet barium heksaferrit yang disubstitusi dengan bahan tembaga oksida (CuO) ditunjukkan seperti pada Gambar 5. Dari hasil pengujian tersebut dapat diperkirakan bahwa sampel tersebut setelah disinter pada suhu 1100°C telah terbentuk fasa BaFe₁₂O₁₉ sebagai fasa dominan.



Gambar 5. Hasil XRD magnet barium heksaferrit yang disubstitusi dengan bahan tembaga oksida (CuO)

KESIMPULAN

Kondisi optimum dicapai pada suhu sintering 1100 C dan komposisi Cu x=0,3 (%mol) menghasilkan fasa BaFe_{12-x} Cu_xO₁₉. Pada kondisi ini dicapai nilai densitas sebesar 4,07 g/cm³ dan porositas sebesar 1,6 %. Substitusi ion Cu pada Barium M-heksaferrit (BaFe_{12-x} Cu_xO₁₉) mempengaruhi sifat magnetik dan pada kondisi tersebut menghasilkan kuat magnet (fluks density) = 100.42 gauss, remanensi, Br = 320 gauss,

koersivitas, HcJ = 9.22 kOe, *energy product maximum*, BHmax = 0,92 kGoe.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Cullity, B.D. 1978. Element of X-ray Diffraction. Addison Wesley Publishing Company. Inc.p555.
- [2]. Fiandimas, Arie, dkk. 1978. Pembuatan Magnet Permanen Barium Hekasferit berbahan Mill Scale dengan teknik metalurgi Serbuk. Departemen Fisika, MIPA, Universitas Indonesia.
- [3]. Ghasemi, A, et al. 2005. “Electromagnetic Properties ang Microwave Absorbing Characteristic of doped Barium Hexaferrite”. Journal of Magnetism and Magnetic Materials.
- [4]. Gramatyk, P, et al. 2006. “Soft magnetic composite based on nanocrystalline Fe_{73.5}Cu₁Nb₃Si_{13.5}B₉ and Fe powders”. Journal of Achievement Materials and Manufacturing aengineering.
- [5]. Kosasih, A. Noly, dkk. 2006. SINTESIS DAN KARAKTERISASI SIFAT MAGNETIK SERBUK BARIUM M-HEKSAFERRIT DENGAN DOPING ION Zn PADA VARIASI TEMPERATUR RENDAH. Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [6]. Liu, Mangquan, et al. 2011. “Microstructure and magnetic properties of electrospun one-dimensional Al³⁺ -substituted SrFe₁₂O₁₉ nanofiber”. Journal of Solid State Chemistry.
- [7]. Iqbal, M.Javed and M.Naeem Ashiq. 2007. “Physical and Electrical Properties of Zr-Cu Substituted Strontium Hexaferrite Nanoparticles Synthesized by Co-Precipitation Methode”. Chemical Engineering Journal
- [8]. Kraus, J.D. 1970. Listrik Magnet. Terjemahan T.simanjuntak. 1970. Alumni Bandung.Bandung
- [9]. Lavina, wina Indra. 2012. “Pengukuran Densitas Material pada Sampel Padatan dan Serbuk”. Jurnal Jurusan Fisika Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

[10]. Thompson, J.E 1968. *The magnetic of Materials*. The Hamlyn Publishing Group Ltd.