



Pengaruh Komposisi Aditif MgO pada Ba-Ferit [BaFe₁₂O₁₉] Terhadap Sifat Magnetik & Struktur Kristal

Suprapedi

Program Studi Magister Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro, Jl. Imam Bonjol No.207,
Pendrikan Kidul 50131, Semarang, Indonesia

E-mail: suprapu@gmail.com

Masuk : 20 Oktober 2020

Direvisi : 3 November 2020

Disetujui : 30 Januari 2020

Abstrak: Ba-ferit dengan formula BaFe₁₂O₁₉ tergolong material magnet permanen yang banyak diaplikasikan sebagai magnet permanen, speaker, komponen motor listrik, generator listrik, dan penyerap gelombang mikro wave. Dalam penelitian ini digunakan aditif MgO pada pembuatan magnet Ba ferit yang bertujuan untuk meningkatkan sifat magnet permanen Ba-ferit. Preparasi sampel digunakan bahan baku serbuk magnetik Ba-ferit dan serbuk MGO dari E-Merck. Komposisi aditif MgO divariasikan yaitu 0%, 0,4 %, 0,8 % dan 1,2 % berat. Proses pembuatan sampel dilakukan dengan cara metalurgi serbuk, kedua bahan baku dicampur kemudian dicetak dengan tekanan 40 MPa, selanjutnya disintering pada suhu 1100°C ditahan selama 60 menit. Sampel yang telah di sintering dilakukan pengujian yang meliputi uji sifat magnet menggunakan VSM dan analisa struktur kristal menggunakan XRD. Berdasarkan hasil penelitian efek penambahan aditif MgO menunjukkan adanya pengaruh komposisi aditif terhadap sifat magnet dan struktur kristal. Penambahan optimum aditif MgO sebesar 0,4 % yang dapat memberikan peningkatan nilai remanensi yaitu sebesar 198 mT, akan tetapi terhadap koersivitas nya menurun menjadi 166,30 kA/m. Berdasarkan analisa XRD untuk sampel dengan 0,4 % MgO masih memiliki fasa tunggal BaFe₁₂O₁₉. Sedangkan untuk sampel dengan aditif lebih besar dari 0,4 % MgO memiliki dua fasa yaitu fasa BaFe₁₂O₁₉ dan fasa MgO.

Kata kunci: Ba-ferit, magnet permanen, sintering, struktur kristal, sifat magnetik.

Abstract: Ba-ferrite with formula BaFe₁₂O₁₉ is classified as a permanent magnetic material that is widely applied as a permanent magnet, speakers, electrical motor components, electric generators, and microwave absorbers. In this study MgO additives were used in the manufacture of magnet Ba ferrite which aims to improve the permanent magnetic properties of Ba-ferrite. Sample preparation is used ba-ferrite magnetic powder raw material and MgO powder from E-Merck. The composition of MgO additives varies by 0%, 0.4%, 0.8% and 1.2% weight. The preparation process is done by powder metallurgy, both raw materials are mixed and then formed with a pressure of 40 MPa, then sintered at a temperature of 1100°C and holding time for 60 minutes. Samples that have been sintered are tested which include magnetic properties test using VSM and crystal structure analysis using XRD. Based on the results of the study, the addition of MgO additives showed the influence of additive composition on magnetic properties and crystal structures. The optimum addition of MgO additive by 0.4% which can provide an increase in the remanence value of 198 mT, but the coerciveness decreased to 166.30 kA/m. Based on XRD analysis for samples with 0.4 % MgO still has a single phase BaFe₁₂O₁₉. As for the additive denagn sample greater than 0.4 % MgO has two phases namely BaFe₁₂O₁₉ phase and MgO phase..

Keywords: Ba-Ferrite, permanent magnet, sintering, magnetic properties, crystal structure.

PENDAHULUAN

Magnet dapat diklasifikasikan dalam dua grup, magnet lunak merupakan jenis magnet yang dapat dimagnetisasi dan didemagnetisasi dengan mudah dan magnet permanen merupakan jenis magnet yang mudah untuk dimagnetisasi dan sulit didemagnetisasi) [1]. Magnet permanen menjadi pilihan yang lebih baik untuk berbagai bidang aplikasi, karena mampu menyimpan medan magnetik pada volume ruang tertentu [2]. Beberapa jenis material magnet permanen diantaranya Ba/Sr-ferit, AlNiCo, SmCo dan magnet tanah jarang-logam transisi (NdFeB). Magnet logam tanah jarang jenis NdFeB ini tergolong jenis magnet permanen dengan energi produk

$(BH)_{\max}$ paling tinggi mencapai 56 MGOe [3]. Tetapi magnet NdFeB memiliki kelemahan yaitu tidak cocok untuk aplikasi pada suhu tinggi [4]. Selani tu, NdFeB juga tidak tahan terhadap korosi bahkan pada temperatur ruangan [5]. Untuk menggantikan magnet NdFeB dengan dengan sifat termal ,ketahanan terhadap korosi yang lebih baik serta lebih murah, magnet berbasis ferit seperti misalnya Ba-ferrite dan Sr-ferrite menjadi alternatif pilihan untuk dikembangkan untuk aplikasi tertentu.

Menurut Pullar (2012) [6], magnet berbasis ferit memiliki titik leleh dan temperatur *Curie* yang lebih tinggi sehingga baik digunakan pada aplikasi temperatur tinggi. Pada penelitian ini digunakan jenis magnet ferit yaitu Ba heksa ferit dengan formula $BaO6Fe_2O_3$ atau $BaFe_{12}O_{19}$. Magnet Ba-ferit memiliki remanensi sekitar 100 - 200 mT, koersivitas 140-220 kA.m dan energi produk 27-30 kJ/m³[1]. Untuk meningkatkan sifat magnet ferit, dapat dilakukan dengan mendoping/senyawa dengan unsur tertentu, beberapa bahan aditif digunakan antara lain : Na_2O , LaO , MgO , SiO_2 , Al_2O_3 , Bi_2O_3 dan TiO_2 [7]. Melalui penambahan SiO_2 kurang dari 0,3 % berat dapat menurunkan nilai koersivitas Sr –Ferit, akan tetapi dapat meningkatkan nilai remanensi, akan tetapi dengan aditif SiO_2 lebih besar 0,6 % justru meningkatkan koersivitas tetap menurunkan remanensi [1]. Penelitian pada pengembangan karakteristik $SrFe_{12}O_{19}$ dilakukan dengan penambahan MgO oleh Bhat (2017) [8], dimana hasil yang diperoleh bahwa ion pada dopan MgO mampu menggantikan ion Fe^{+3} dan meningkat sifat magnetic khususnya koersivitas nya mengalami kenaikan sekitar 20 % pada komposisi 0,4 – 0,8 % berat MgO . Vidyawathi et al., 2002 [9] melaporkan bahwa penambahan aditif Na_2O pada proses sintering Ba-ferit memberikan dampak peningkatan densitas serta mampu meredam pertumbuhan butir (*grain growth*), dimana efek ini dapat memberikan peningkatan remanensi magnet dengan penambahan 2 % Na_2O .

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan magnet Ba-ferit dengan aditif MgO menggunakan metode metalurgi serbuk. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah menganalisis pengaruh komposisi aditif MgO (0%; 0,4%; 0,8% dan 1,2%) terhadap sifat magnetik dan perubahan struktur kristal nya.

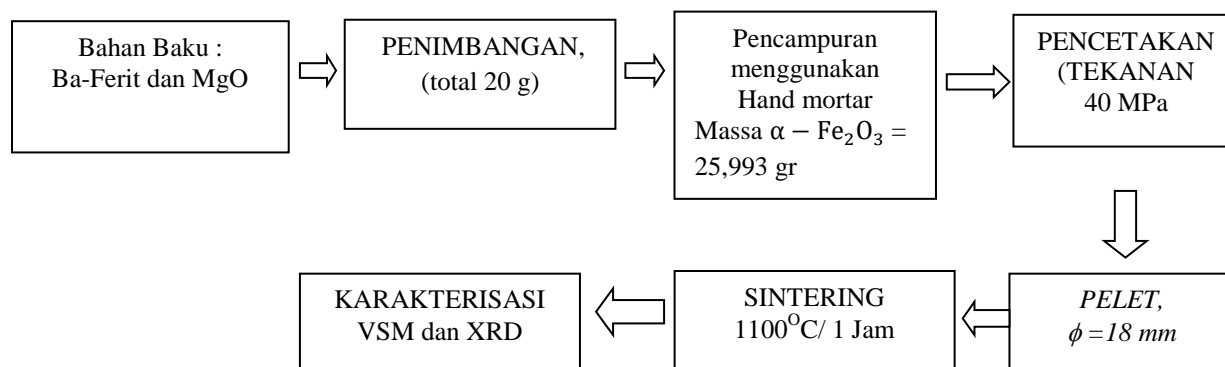
METODOLOGI

Pada penelitian ini digunakan bahan baku serbuk magnetik komersial Ba-ferit [$BaFe_{12}O_{19}$] dari Cina dan serbuk MgO dari E-Merck p.a sebagai bahan aditif. Metoda penyiapan sampel dilakukan menggunakan metoda metalurgi serbuk, dalam hal ini dibuat 4 macam komposisi seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi pencampuran bahan baku

Sampel	Ba-Ferit, % berat	MgO, % berat
A	100	0
B	99,60	0,4
C	99,20	0,8
D	98,80	1,2

Preparasi sampel diperlihatkan pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Diagram alir preparasi sampel

Kedua bahan baku ditimbang total massa adalah 20 g dengan komposisi seperti diperlihatkan pada Tabel 1. Kedua bahan di campur menggunakan *hand mortar* selama 30 menit, kemudian di cetak tekan menggunakan mesin hidrolik dengan tekanan 40 MPa. Selanjutnya diperoleh sampel pelet dengan diameter 18 mm dan ketebalan 6 mm. Kemudian sampel pelet di sintering menggunakan tungku listrik dengan kecepatan kenaikan suhu 80C/menit dan dipanaskan sampai suhu 1100°C dengan waktu penahanan selama 60 menit. Sampel yang telah disintering dilakukan karakterisasi menggunakan Vibrating Sample Magnetometer (VSM) untuk mengetahui parameter sifat magnet seperti remanensi dan koersivitas, dan analisa menggunakan X-ray Diffractometer (XRD) Rigaku untuk mengetahui perubahan struktur kristal.

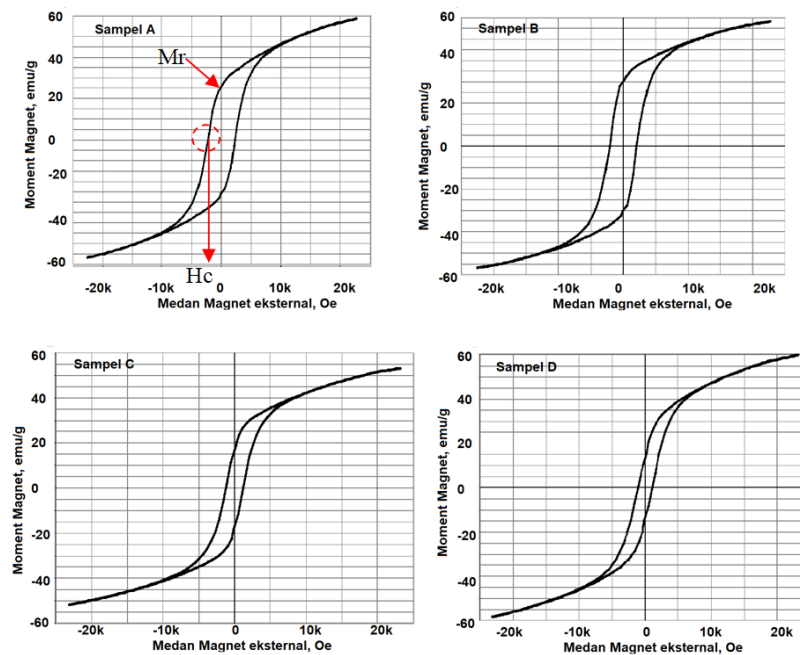
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menggunakan VSM untuk semua sampel diperlihatkan dalam bentuk kurva histeresis loop seperti pada Gambar 2. Histeresis loop merupakan kurva hubungan medan magnet eksternal (H_c) dengan momen magnet (M_r). Berdasarkan kurva histeresis loop terlihat memiliki kurva yang lebar, hal ini menandakan bahwa ke empat sampel yang dibuat merupakan material magnet permanen. Dari kurva pada Gambar 2 dapat diperoleh informasi parameter sifat magnet yaitu dapat diketahui nilai remanensi magnet (M_r) yaitu titik perpotongan garis histeresis loop dengan sumbu Y (+), dan nilai koersivitas (H_c) yaitu nilai titik perpotongan garis histeresis loop dengan sumbu X(-).

Berdasarkan kurva histeresis loop pada Gambar 2 maka diperoleh nilai remanensi (M_r) dan koersivitas (H_c) yang nilainya diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai remanensi (M_r) dan koersivitas (H_c) dari sampel setelah disintering 1100°C.

Sampel	M_r , emu/g / mT	H_c , Oe / kA/m
A	25,58 / 169,32	2266 / 180,30
B	30,03 / 198,77	2090 / 166,3
C	16,65 / 110,21	1190 / 94,47
D	13,26 / 87,77	1049 / 83,50
Referensi	100-200 mT	140 – 220 kA/m

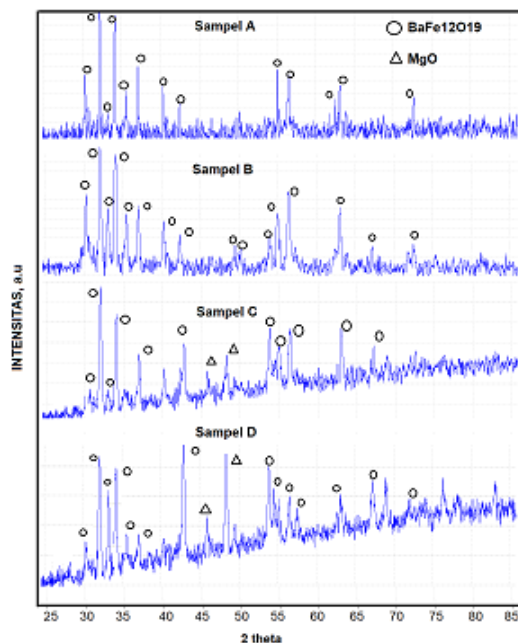


Gambar 2. Kurva histeresis loop sampel setelah disintering 1100°C

Berdasarkan hasil di Tabel 2 menunjukkan bahwa sampel A (dengan 0 % MgO) diperoleh nilai remanensi M_r sebesar 25,58 emu/g atau 168,32 mT dan nilai koersivitasnya adalah 2266 Oe atau 180,30 kA/m. Bila

dibandingkan dengan referensi masih dalam rentang yang ada di referensi [1]. Dengan penambahan aditif 0,4 % MgO (sampel B) terjadi peningkatan remanensi (M_r) dan penurunan nilai koersivitasnya (H_c). Begitu pula semakin banyak penambahan MgO (sampel C dan D) terjadi penurunan nilai remanensi maupun nilai koersivitas. Nilai tertinggi remanensi dicapai pada sampel dengan 0,4 % MgO yaitu 198,77 mT.

Hasil analisa struktur kristal menggunakan XRD diperlihatkan pada Gambar 3, untuk sampel tanpa aditif MgO (sampel A) teridentifikasi hanya fasa tunggal yaitu $BaFe_{12}O_{19}$. Sedangkan sampel B dengan aditif 0,4 % juga teridentifikasi fasa tunggal $BaFe_{12}O_{19}$.



Gambar 3. Pola difraksi sinar X sampel setelah di sintering 1100°C.

Sedangkan sampel C dan D yaitu sampel yang menggunakan aditif MgO sebesar 0,8 % dan 1,2 % teridentifikasi ada dua fasa, dimana fasa dominan adalah fasa $BaFe_{12}O_{19}$ sedangkan fasa minor adalah fasa MgO. Dengan munculnya fasa kedua MgO pada sampel C dan D menyebabkan sifat magnet (remanensi maupun koersivitasnya) menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian efek penambahan aditif MgO menunjukkan adanya pengaruh komposisi aditif terhadap sifat magnet dan struktur kristal. Penambahan optimum aditif MgO sebesar 0,4 % yang dapat memberikan peningkatan nilai remanensi yaitu sebesar 198 mT, akan tetapi terhadap koersivitasnya menurun menjadi 166,30 kA/m. Berdasarkan analisa XRD untuk sampel dengan 0,4 % MgO masih memiliki fasa tunggal $BaFe_{12}O_{19}$. Sedangkan untuk sampel dengan aditif lebih besar dari 0,4 % MgO memiliki dua fasa yaitu fasa $BaFe_{12}O_{19}$ dan fasa MgO.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Verma, O. P. Pandey, and P. Sharma, "Strontium ferrite permanent magnet - An overview," *Indian J. Eng. Mater. Sci.*, vol. 7, no. 5–6, pp. 364–369, 2000.
- [2] B. D. Cullity and C. D. Graham, *Introduction to Magnetic Materials*, 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009.
- [3] N. Idayanti, A. Manaf, and Dedi, "Magnet Nanokomposit Sebagai Magnet Permanen Masa Depan," *Metalurgi*, vol. 33, no. 1, pp. 1–18, 2018.
- [4] Djuhana, Muljadi, Sunardi, and P. Sardjono, "Pembuatan dan Pengujian Bulk Density, Fluks Magnetik, dan Mikrostruktur pada Hybrid Magnet Berbasis NdFeB / $BaFe_{12}O_{19}$," *J. Tech. Eng. Pist.*, vol. 1, no. 2, pp. 25–29, 2018.
- [5] Ramlan, D. Setiabudidaya, A. A. A. Bama, and Muljadi, "Analysis Magnetic Properties and Corrosion

- Resistance of Hybrid Bonded Magnet BaFe₁₂O₁₉–NdFeB,” *Key Eng. Mater.*, vol. 855, pp. 28–33, 2020.
- [6] R. C. Pullar, “Hexagonal ferrites: A review of the synthesis, properties and applications of hexaferrite ceramics,” *Prog. Mater. Sci.*, vol. 57, no. 7, pp. 1191–1334, 2012.
- [7] A. U. Rasyid, P. Southern, J. A. Darr, S. Awan, and S. Manzoor, “Strontium Hexaferrite (SrFe₁₂O₁₉) Based Composites for Hyperthermia Applications,” *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 344, pp. 134–139, 2013.
- [8] B. H. Bhat, “Effect of Magnesium Substitution on the Structural and Magnetic properties of M-type Strontium Hexaferrite,” *Sci. Eng. Appl.*, vol. 2, no. 4, p. 177, 2017.
- [9] S. S. Vidyawathi, R. Amaresh, and L. N. Satapathy, “Effect of boric acid sintering aid on densification of barium ferrite,” *Bull. Mater. Sci.*, vol. 25, no. 6, pp. 569–572, 2002.