



## Pengaruh Komposisi $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Terhadap Sifat Fisis, Magnet pada Magnet Ba-Ferit

Ramlan

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya, Jl. Masjid Al Gazali, Palembang 30124, Sumatera Selatan, Indonesia.

E-mail: ramlan@unsri.ac.id

Masuk :25 Oktober 2020

Direvisi : 1 November 2020

Disetujui : 2 Januari 2021

**Abstrak:** Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan magnet Ba-ferit menggunakan adiktif  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan adiktif terhadap sifat fisis, sifat magnet dan struktur kristal. Komposisi bahan adiktif yang digunakan adalah 0%, 0.5%, 1%, dan 1.5%. Penelitian ini dimulai dengan bahan ditimbang massa masing-masing 30 gram. Preparasi sampel dilakukan melalui metode metallurgi serbuk, dengan tahapan sebagai berikut : tahapan penimbangan dan pencampuran menggunakan ball mill selama 3 jam, kemudian dilanjutkan proses pengeringan dengan menggunakan oven dan dilanjutkan dengan proses pencetakan pellet dengan penambahan bahan perekat 5% PVA. Proses pencetakan dilakukan menggunakan mesin *hydraulic press* dengan gaya 8 tonf ditahan selama 1 menit. Selanjutnya dilakukan proses *sintering* menggunakan *vacum furnance* dengan suhu  $1000^\circ\text{C}$  dengan waktu penahanan 1 jam. Sampel yang telah disintering dilakukan pengujian meliputi : densitas, porositas, dan XRD. Hasil dari pengukuran densitas dan porositas diperoleh bahwa penambahan bahan adiktif meningkatkan densitas dan menurunkan porositas. Hasil analisa XRD menunjukkan 3 fasa yaitu fase  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Hasil perhitungan ukuran Kristal diperoleh nilai perbandingan selisih ukuran yang kecil, maka bahan aditif tidak mempengaruhi ukuran Kristal.

**Kata kunci:** Ba-ferrite, magnet permanen, aditif  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , sintering, struktur kristal.

**Abstract:** Research on the manufacture of Ba-ferrite magnets using the addictive  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  has been carried out. The research objective was to determine the effect of addictive material composition on physical properties, magnetic properties and crystal structure. The composition of the addictive ingredients used is 0%, 0.5%, 1%, and 1.5%. This research was started with the materials weighed by the mass of 30 grams each. Sample preparation was carried out through the powder metallurgy method, with the following steps: the weighing and mixing stages using a ball mill for 3 hours, then continued with the drying process using an oven and continued with the pellet molding process with the addition of 5% PVA adhesive. The printing process is carried out using a hydraulic press with a force of 8 tonf held for 1 minute. Furthermore, the sintering process is carried out using a vacuum furnace with a temperature of  $1000^\circ\text{C}$  with a holding time of 1 hour. Samples that have been centered and tested include: density, porosity, and XRD. The results of the density and porosity measurements show that the addition of addictive substances increases the density and decreases the porosity. XRD analysis results showed 3 phases, namely  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  and  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  phases. The results of the calculation of the crystal size obtained a small size difference ratio, so the additive did not affect the size of the crystal.

**Keywords:** Ba-ferrite, permanent magnet,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  additive, sintering, crystal structure.

### PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kata “magnet” sudah sering didengar. Secara umum magnet dapat didefinisikan sebagai benda yang dapat menarik benda lain. Magnet juga dapat diartikan sebagai suatu benda yang memiliki gejala dan sifat yang dapat mempengaruhi bahan-bahan tertentu yang berada di sekitarnya. Magnet menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia masa kini. Magnet digunakan dalam peralatan listrik maupun peralatan nonlistrik. Karakteristik bahan-bahan magnetik ditentukan oleh besaran-

besaran magnetik seperti susceptibilitas, magnetisasi remanen, magnetisasi saturasi dan medan koersivitas. Jenis magnet yang sering digunakan adalah magnet ferit. Salah satu jenis ferit yang banyak dimanfaatkan adalah Barium Ferit (BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>).

Barium ferit telah dikenal sebagai material magnetik permanen yang memiliki keuntungan dalam ekonomis. BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> memiliki struktur kristal heksagonal (parameter kisi  $a = 5,888 \text{ \AA}$  dan  $c = 23,228 \text{ \AA}$ ). Selain itu bahan ini juga memiliki keunggulan lain yaitu memiliki temperatur curi yang tinggi (590° C) dan resistivitas korosi yang baik dengan harga prekursor atau bahan dasar yang lebih murah dibandingkan dengan NdFeB, AlNiCo dan SmCo [1]. Secara teori memiliki koersivitas tinggi, *temperature curie* yang tinggi, magnetisasi saturasi yang relatif besar, kestabilan kimiawi yang baik, dan tahan korosi [2]. Salah satu proses penelitian ini dengan menggunakan *sintering* dengan temperatur yang tinggi sehingga energi yang diperlukan besar. Untuk dapat memperoleh suhu sintering yang rendah diperlukan bahan aditif yang mampu menurunkan suhu *sintering* berupa Natrium Karbonat. Dikarenakan ketika penggunaan suhu *sintering* yang tinggi akan berdampak pada pembesaran ukuran kristal yang dapat menyebabkan penurunan sifat magnetik [3]. Peningkatan sifat magnetik dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya, dengan penambahan bahan aditif, memperkecil ukuran butiran dan variasi komposisi. Pada bahan aditif yang umum digunakan menggunakan senyawa-senyawa bahan aditif TiO<sub>2</sub>, MgO, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan lain-lain. Dalam penelitian ini dilakukan dengan penambahan bahan aditif Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan variasi komposisi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat fisis dan struktur kristalnya.

## METODOLOGI

### Preparasi Bahan

Pada penelitian ini dilakukan preparasi bahan terlebih dahulu. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk Barium Ferit komersial (BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>). Dengan bahan aditif berupa Natrium Karbonat Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Kedua bahan tersebut ditimbang dengan total massa 30 gram.

Tabel 1. merupakan hasil perhitungan data berdasarkan persentase bahan yang diperlukan pada proses penimbangan dalam preparasi bahan.

**Tabel 1.** Preparasi Bahan Berdasarkan Persentase Bahan Terhadap Komposisi

Komposisi Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (%)	Massa Bahan (gram)	
	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
0	30	0
0.5	29.85	0.15
1	29.70	0.30
1.5	29.55	0.45

Selanjutnya dilakukan proses *milling* secara basah (*wet milling*) menggunakan *Ball Milling* dengan kecepatan *speed* 50 rpm selama 3 jam menggunakan media pelarut Aquades. Pencampuran dengan perlakuan *milling* dilakukan agar didapatkan ukuran partikel yang lebih kecil dan homogen. Setelah *dimilling* bahan baku dikeringkan menggunakan Oven dengan temperatur 100°C selama 1 jam. Pada pengeringan terjadi proses pelepasan air pada suhu tersebut, sehingga didapatkan serbuk yang telah kering tanpa adanya kandungan air. Serbuk yang kering akan menghasilkan cetakan sampel berupa *pellet*.

### Pembuatan Magnet Permanen Barium Ferit

Pada tahap pembuatan magnet Barium Ferit dilakukan proses pencetakan, sebelum dicetak serbuk ditambahkan PVA yang berfungsi sebagai perekat sebanyak 5% dari total massa sampel. Pencetakan berbentuk *pellet* menggunakan *hydraulic press* dengan penekanan gaya 8 tonf selama 1 menit. Sampel yang tercetak *disintering* pada temperatur 1000°C ditahan 1 jam untuk proses pemadatan. Selanjutnya dilakukan karakterisasi yang meliputi pengukuran densitas, porositas dan analisa XRD.

### Karakterisasi

Karakterisasi sampel sangat penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh sifat fisis, sifat magnet, dan struktur kristal pada sampel Barium Ferit. Densitas besaran yang menyatakan jumlah padatan (massa) yang dikandung dalam total volume dari bahan tersebut. Persamaannya sebagai berikut [4,6]:

$$V = \pi r^2 t \quad (1)$$

$$\rho = \frac{m_0}{V} \quad (2)$$

$\rho$  adalah densitas ( $\text{g/cm}^3$ ),  $m_0$  adalah massa (g),  $V$  adalah volume dimensi sampel ( $\text{cm}^3$ ),  $r$  ialah jari-jari sampel (cm) dan  $t$  adalah tinggi sampel (cm). Porositas merupakan rasio volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh batuan yang di nyatakan dalam persen dengan menggunakan persamaan berikut [5,7]:

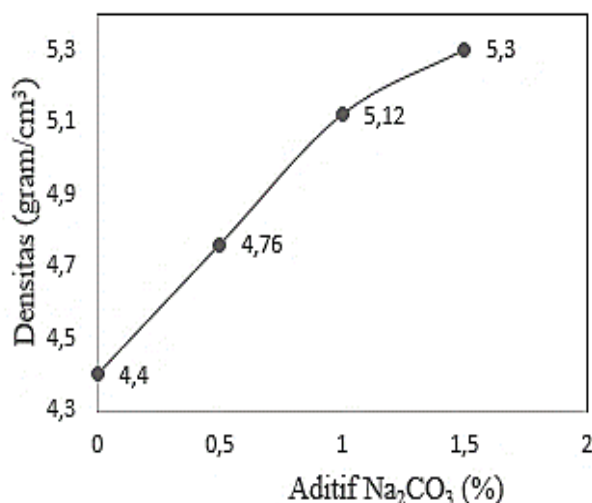
$$P = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (3)$$

$P$ ,  $m_b$ ,  $m_k$  adalah porositas, massa basah dan massa kering Untuk mengidentifikasi fasa dan struktur kristal menggunakan *X-Ray Diffraction*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Densitas

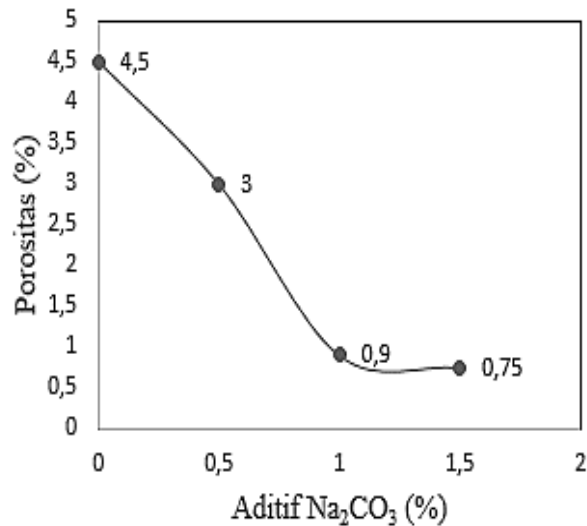
Dapat dilihat pada Gambar 1 yang dihasilkan menunjukkan bahwa adanya pengaruh komposisi dari bahan adiktif  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  meningkatkan densitas ( besar peningkatan densitas pada setiap komposisi. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pengaruh dari material bahan adiktif menjadikan sampel tersebut semakin padat. Serbuk  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  diberikan untuk mempercepat *sintering* sehingga sampel tersebut menjadi lebih cepat padat. Semakin tinggi tingkat kepadatan suatu sampel akan menghasilkan nilai densitas yang tinggi. Pada sampel yang tidak menggunakan bahan adiktif  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  akan mengakibatkan nilai densitas dari sampel tersebut rendah. Dari hasil pengukuran ini diperoleh nilai densitas tertinggi pada sampel 1.5% sebesar  $5.3 \text{ g/cm}^3$ . Menurut literature densitas Ba-ferrite sebesar  $5.28 \text{ g/cm}^3$ . Bila dibandingkan nilai densitas hasil ekperimen dengan nilai densitas teoritis ternyata sesuai dengan nilai teoritis. Pada penelitian ini telah tercapai dengan densitas yang berdasarkan teoritis.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Densitas

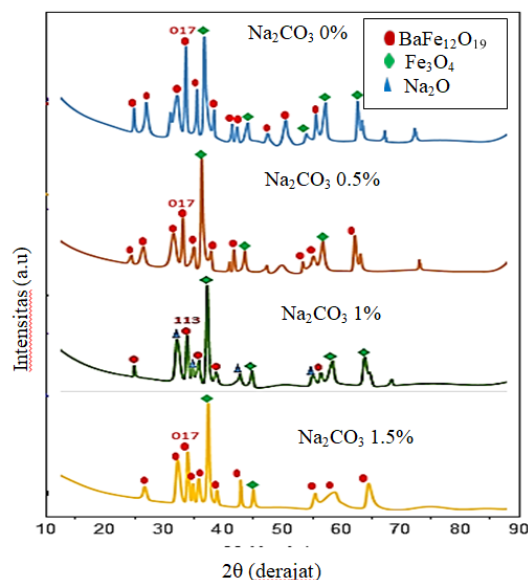
### Analisa Porositas

Dapat dilihat pada Gambar 2 menunjukkan bahwa adanya pengaruh komposisi dari bahan adiktif  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  menurunkan porositas. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pengaruh dari material bahan adiktif menjadikan sampel tersebut semakin padat. Serbuk  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  diberikan untuk mempercepat *sintering* sehingga sampel tersebut menjadi lebih cepat padat. Semakin tinggi tingkat kepadatan suatu sampel akan menghasilkan nilai porositas yang rendah. Pada sampel yang tidak menggunakan bahan adiktif  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  akan mengakibatkan nilai porositas yang tinggi. Dari hasil pengukuran ini diperoleh nilai porositas tertinggi pada sampel 0% sebesar 4.5%. Hal ini dapat terjadi pada sampel yang tidak dipengaruhi bahan aditif yang murni serbuk barium ferit, sehingga tidak terjadi percepatan pada proses sintering yang mengakibatkan sampel tidak cepat padat. Semakin rendah tingkat kepadatan suatu sampel akan menghasilkan nilai porositas yang tinggi.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Porositas

Pada Gambar 5 memperlihatkan hasil *X-Ray Diffraction* (XRD) dari bahan  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (1%) memiliki puncak tertinggi Barium Ferit dengan bidang indeks miller (113) berada pada sudut  $32.07^\circ$ . dan 13 peak tertinggi yang menjadi titik acuan untuk mencari fasa yang terbentuk. Hasil analisa XRD menggunakan program *Match* menunjukkan adanya 3 fasa yang muncul berupa fasa utama  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ , fasa ikutan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dan fasa  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang berasal dari bahan aditif. Pada penambahan komposisi 1% bahan aditif ini memiliki struktur kristal heksagonal dengan ukuran kristal terlihat pada Tabel 4 sebesar 18.0311 nm dan konstanta kisi  $a = 5.9281 \text{ \AA}$  dan  $c = 23.4070 \text{ \AA}$  yang nilainya sama terhadap konstanta kisi pada sampel komposisi 0.5% bahan aditif. Dapat dilihat pada gambar diatas menunjukkan hasil analisa *X-Ray Diffraction* (XRD) dari bahan  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (1.5%) memiliki puncak tertinggi Barium Ferit dengan bidang indeks miller (017) berada pada sudut  $32.08^\circ$ . Gambar pola XRD tersebut memperlihatkan bahwa terdapat 12 peak tertinggi yang menjadi titik acuan untuk mencari fasa yang terbentuk. Hasil analisa XRD menggunakan program *Match* menunjukkan adanya 2 fasa yang muncul berupa fasa utama  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  dan fasa ikutan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Pada pola difraksi tersebut memiliki 10 peak fasa utama  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  yang mendominasi dibandingkan 2 peak fasa ikutan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Pada penambahan komposisi 1.5% bahan aditif ini memiliki ukuran kristal sebesar 17.0171 nm dengan konstanta kisi  $a = 5.8650 \text{ \AA}$  dan  $c = 23.0990 \text{ \AA}$  (Tabel 4). Sampel pada penelitian ini tidak hanya memiliki satu fasa, terdapat impuritas yang timbul dari proses *milling*, yaitu magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang muncul akibat serbuk  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  teroksidasi dengan media air yang digunakan. Adanya Fasa magnetit terlihat dari terdapatnya *peak-peak* pada pola difraksi yang bukan merupakan *peak* dari  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ [7].



Gambar 5. Grafik Pola Difraksi Hasil Uji XRD

**Tabel 4.** Data Ukuran Kristal Magnet Barum Ferit

Komposisi Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (%)	Ukuran Kristal (nm)
0	19.9946
0.5	17.6723
1	18.0311
1.5	17.0171

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari pengaruh bahan aditif Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan komposisi 0%, 0.5%, 1%, dan 1.5% serta karakterisasinya terhadap magnet Ba-Ferit adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh komposisi dapat meningkatkan nilai densitas dan menurunkan porositas. Dari penelitian ini diperoleh nilai tertinggi pada bahan adiktif Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> densitas sebesar 5,3 g/cm<sup>3</sup> pada sampel komposisi 1,5%.
2. Pengaruh komposisi hasil pengujian XRD terhadap fasa terdapat perubahan pada sampel 1% memiliki fase Na<sub>2</sub>O dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Terhadap ukuran kristal tidak memiliki pengaruh dengan perbandingan selisih ukuran yang kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Saragi, D. G. Syarif, and N. Syakir, "Pengembangan Bahan Magnetik Barium Heksaferite Dari Mineral Yarosit Alam Dan Karakterisasinya," *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fis.*, vol. 14, no. 2, pp. 156–168, 2012.
- [2] J. Haryadi, P. Sebayang, P. Penelitian, and F. P. Serpong, "Pengaruh Aditif Sio Terhadap Sifat Fisis Dan Sifat Magnet Pada Pembuatan Magnet BaO . 6Fe2O3," vol. 7, no. 1, pp. 39–46, 2007.
- [3] S. S. Vidyawathi, R. Amaresh, and L. N. Satapathy, "Effect of boric acid sintering aid on densification of barium ferrite," *Bull. Mater. Sci.*, 2002, doi: 10.1007/BF02710553.
- [4] A. Y. Sari, P. Sebayang, and Muljadi, "Pembuatan Dan Karakterisasi Magnet Bonded," vol. 13, no. 3, pp. 168–172, 2012.
- [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 KEM, pp. 28–33, 2020, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.855.28.
- [6] Ramlan, "Efek Tekanan terhadap Sifat Fisis dan Magnet Bahan Barium Heksaferit (BaO.6Fe 2 O 3 ) Komersial yang Dibuat dengan Metallurgi Serbuk," *J. Penelit. Sains*, vol. 19, no. September, pp. 119–123, 2017.
- [7] S. I. Salam, E. Sanjaya, and M. Muljadi, "Pembuatan dan Karakterisasi Keramik Magnet BaFe12O19 dengan Variasi Waktu Milling dan Temperatur Sintering," *Al-Fiziya J. Mater. Sci. Geophys. Instrum. Theor. Phys.*, 2019, doi: 10.15408/fiziya.v2i1.10887.