

**PENGARUH KOMPOSISI ADITIF 1% DAN 1.5% Na₂O TERHADAP SIFAT
FISIS, MAGNET, STRUKTUR KRISTAL DAN MIKROSTRUKTUR PADA
MAGNET BARIUM FERIT**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**



Disusun Oleh:

Melenia Tambunan

08021381722085

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDRALAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KOMPOSISI ADITIF 1% DAN 1.5% Na₂O TERHADAP SIFAT
FISIS, MAGNET, STRUKTUR KRISTAL DAN MIKROSTRUKTUR PADA
MAGNET BARIUM FERIT**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**

Oleh :

**MELENIA TAMBUNAN
NIM. 08021381722085**

Indralaya, Januari 2021
Menyetujui,

Pembimbing II



**Ir. Muljadi, M.Sc
NIP. 195711161983121002**

Pembimbing I



**Dr. Ramlan
NIP.196604101993031003**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



**Dr. Fritsyah Wirgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Melenia Tambunan

NIM : 08021381722085

Judul skripsi : Pengaruh Komposisi Aditif 1% dan 1.5% Na₂O Terhadap Sifat Fisis, Magnet, Struktur Kristal dan Mikrostruktur Pada Magnet Barium Ferit

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing. Yang saya susun dengan sebenarnya berdasarkan norma akademik dan bukan merupakan hasil plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari saya terbukti melanggar pernyataan yang telah saya sampaikan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Indralaya, Januari 2021

Penulis,



Melenia Tambunan

NIM. 08021381722085

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunianya sehingga skripsi dapat diselesaikan. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana dibidang Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Pembahasan materi pokok pada Hasil Tugas Akhir ini lebih menekankan pada bidang material. Penulis mengangkat tema “**Pengaruh Komposisi Aditif 1% dan 1.5% Na₂O Terhadap Sifat Fisis, Magnet dan Struktur Kristal Dan Mikrostruktur pada Magnet Barium Ferit** “ sekaligus sebagai judul dalam skripsi.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu selama penyusunan skripsi ini terutama kepada: Dosen Pembimbing I, Dr. Ramlan dan Dosen Pembimbing II, Bapak Ir. Muljadi, M.Sc. yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, waktu dan kesabaran dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, saran dan kritiknya diantaranya :

1. Kedua orang tua ku tercinta, Bapak Arifin Tambunan dan Ibu T. Novaline Simanjuntak yang selalu berjuang tanpa kenal lelah dan selalu memberikan semangat, motivasi, nasihat, dukungan serta doa kepada penulis.
2. Kakakku tersayang, Srikandi Tambunan, Wina Tambunan, dan Dinar Tambunan yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa yang tiada henti diberikan kepada penulis.
3. Ibu Dra. Yulinar Adnan, M.T., Bapak Akmal Johan, S.Si, M.Si dan Ibu Erni, S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, waktu dan kesabaran dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Prof. Iskhaq Iskandar selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si. M.T selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Supardi, S.Pd, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

7. Teman-teman seperjuangan Endah, Diani, Suci dan teman KBI Material.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang disebabkan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu besar harapannya kritik dan saran yang membangun dapat diberikan untuk hasil yang lebih baik kedepannya.

Indralaya, Januari 2021
Penulis,

Melenia Tambunan
NIM.08021381722085

**PENGARUH KOMPOSISI ADITIF 1% DAN 1.5% Na₂O TERHADAP SIFAT FISIS,
MAGNET , STRUKTUR KRISTAL DAN MIKROSTRUKTUR PADA MAGNET**

BARIUM FERIT

Melenia Tambunan

08021381722085

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan magnet Barium Ferit menggunakan aditif Na₂O. Komposisi bahan aditif yang digunakan adalah 1%, 1.5%, 1% Calc dan 1.5 Calc dengan massa total 30 gram. Preparasi sampel dilakukan melalui metode metalurgi serbuk, dengan tahapan penimbangan dan pencampuran menggunakan *ball mill* selama 3 jam, kemudian proses pengeringan menggunakan oven dan dilanjutkan proses kalsinasi pada suhu 1000°C, dilakukan pencetakan *pellet* pada ukuran diameter 18 mm dan tebal 6 mm menggunakan mesin *hydraulic press* pada gaya 8 tonf ditahan selama 1 menit. Selanjutnya dilakukan proses *sintering* menggunakan *vacum furnance* pada suhu 1000°C dengan waktu penahanan 1 jam. Pengujian meliputi densitas, porositas, fluks magnetic, pengukuran VSM, XRD dan SEM. Hasil pengujian dengan penambahan bahan aditif meningkatkan densitas dan menurunkan porositas pada sampel melalui proses kalsinasi maupun tanpa kalsinasi. Sedangkan terhadap fluks magnetik diperoleh fluks magnetik tertinggi sebesar 415.4 Gauss pada kalsinasi 1.5% aditif. Hasil uji VSM diperoleh remanensi, koersivitas, dan saturasi tertinggi adalah $M_r = 2.192$ kG, $H_c = 2.806$ kOe dan $M_s = 4.245$ kG pada kalsinasi 1.5% aditif. Hasil analisa XRD menunjukkan fasa tunggal pada sampel dengan proses kalsinasi. Sedangkan pada sampel tanpa kalsinasi muncul 3 fasa yaitu fase BaFe₁₂O₁₉, Na₂O dan Fe₃O₄. Hasil perhitungan ukuran kristal diperoleh nilai perbandingan selisih ukuran yang besar terhadap sampel melalui kalsinasi dibandingkan tanpa kalsinasi. Pada hasil uji SEM terdapat rongga selebar $\pm 5\mu\text{m} - 25\mu\text{m}$ yang memiliki ukuran butiran sebesar $\pm 2.5\mu\text{m} - 10\mu\text{m}$ dengan bentuk yang bervariasi.

Kata kunci: Barium Ferit, Aditif Na₂O, *sintering*, fluks magnetik, remanensi, koersivitas.

Indralaya, Januari 2021

Menyetujui,

Pembimbing II

Ir. Muljadi, M.Sc

NIP. 195711161983121002

Pembimbing I

Dr. Ramlan

NIP.196604101993031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Dr. Erinsyah Wirgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

THE EFFECT OF 1% AND 1.5% Na₂O ADDITIVE COMPOSITION ON PHYSICAL PROPERTIES, MAGNETES, CRYSTAL STRUCTURE AND MICROSTRUCTURE ON BARIUM FERITE MAGNETS

Melenia Tambunan

08021381722085

Abstract

Research has been conducted on the manufacture of Barium Ferrite magnets using Na₂O additives. The composition of the additives used was 1%, 1.5%, 1% Calc and 1.5 Calc with a total mass of 30 grams. Sample preparation was carried out through the powder metallurgy method, with weighing and mixing stages using a ball mill for 3 hours, then the drying process using an oven and continued with the calcination process at a temperature of 1000°C, printing pellets at a diameter of 18 mm and a thickness of 6 mm using a hydraulic press machine at the 8 tonf force is held for 1 minute. Furthermore, the sintering process is carried out using a vacuum furnace at a temperature of 1000°C with a holding time of 1 hour. Tests include density, porosity, magnetic flux, VSM, XRD and SEM measurements. The test results with the addition of additives increase the density and decrease the porosity of the sample through the calcination process or without calcination. Whereas for magnetic flux, the highest magnetic flux was obtained at 415.4 Gauss at 1.5% additive calcination. The VSM test results obtained that the highest remanence, coercivity, and saturation were Mr = 2.192 kG, Hc = 2.806 kOe and Ms = 4.245 kG at 1.5% calcination of additives. The XRD analysis results showed a single phase in the sample with a calcination process. Whereas in the sample without calcination, there were 3 phases, namely the BaFe₁₂O₁₉, Na₂O and Fe₃O₄ phases. The results calculation of crystal size obtained a large size difference ratio of the sample through calcination compared to without calcination. In the SEM test results, there is a cavity width of ±5µm - 25µm which has a grain size ±2.5µm - 10µm with various shapes.

Keywords: Barium Ferrite, Na₂O additive, sintering, magnetic flux, remanence, coercivity

Indralaya, Januari 2021

Menyetujui,

Pembimbing II



Ir. Muljadi, M.Sc

NIP. 195711161983121002


Pembimbing I



Dr. Ramlan

NIP.196604101993031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Dr. Frihsyah Mirgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
Abstrak.....	vi
Abstract.....	vii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Magnet.....	5
2.2. Jenis – Jenis Magnet.....	5
2.2.1 Magnet Permanen.....	5
2.2.2 Magnet Remanen.....	6
2.3. Bahan Magnetik	6
2.3.1 Bahan Diamagnetik	6
2.3.2 Bahan Paramagnetik.....	7
2.3.3 Bahan Feromagnetik.....	7
2.3.4 Bahan Antiferomagnetik	8
2.3.5 Bahan Ferimagnetik	8
2.4. Sifat Bahan Magnet.....	9
2.4.1 <i>Temperature Curie</i>	9
2.4.2 Kurva Histeris	9
2.5. Magnet Barium Ferit	10
2.6. Natrium Oksida	11
2.7. Metalurgi Serbuk.....	12

2.8	Proses Kalsinasi	12
2.9	Karakterisasi Material	12
2.9.1	Densitas	12
2.9.2	Porositas	13
2.9.3	Fluks Magnet.....	14
2.9.4	<i>Vibrating Sample Magnetometer (VSM)</i>	14
2.9.5	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	16
2.9.6	<i>Scanner Electron Microscope (SEM)</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	20
3.2.1	Alat Penelitian	20
3.2.2	Bahan Penelitian.....	20
3.3	Variabel, Parameter, dan Data	21
3.3.1	Variabel	21
3.3.2	Parameter.....	21
3.3.3	Data	21
3.4	Tahapan Penelitian	21
3.4.1	Proses Preparasi Sampel.....	21
3.4.2	Proses Penimbangan dan Pencampuran	22
3.4.3	Pengeringan Serbuk.....	22
3.4.4	Kalsinasi	22
3.4.5	Pencetakan Sampel.....	23
3.4.6	Pembakaran Sampel (<i>Sintering</i>)	23
3.5	Alur Penelitian	24
3.5.1	Diagram alir penelitian	24
3.6	Karakterisasi.....	26
3.6.1	Densitas	26
3.6.2	Porositas	26
3.6.3	Fluks Magnet.....	27
3.6.4	<i>Vibrating Sample Magnetometer (VSM)</i>	27
3.6.5	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Densitas	28
4.2 Porositas	29
4.3 Fluks Magnet.....	31
4.4 <i>Vibrating Scanning Magnetometer (VSM)</i>	32
4.5 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	37
4.6 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	39
BAB V KESIMPULAN.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	46
LAMPIRAN 1 ALAT DAN BAHAN.....	46
LAMPIRAN II.....	50
LAMPIRAN III VSM	59
LAMPIRAN IV XRD	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Momen Magnet dari Sifat Paramagnetik	7
Gambar 2.2 Momen Magnet dari Sifat Ferromagnetik.....	8
Gambar 2.3 Arah domain dan kurva bahan Antiferromagnetik.....	8
Gambar 2.4 Momen Magnet dari Sifat Ferrimagnetik.....	8
Gambar 2.5 Kurva induksi normal.....	9
Gambar 2.6 Kurva Histeresis	10
Gambar 2.7 Struktur Kristal $BaFe_{12}O_{19}$	11
Gambar 2.8 Variasi aditif Na_2O terhadap Densitas.....	13
Gambar 2.9 Variasi aditif Na_2O terhadap Porositas.....	14
Gambar 2.10 Variasi aditif Na_2O terhadap Fluks Magnet	14
Gambar 2.11 Kurva Histerisi dengan variasi aditif Na_2O	15
Gambar 2.12 Difraksi bidang atom sinar-X.....	17
Gambar 2.13 Pola Difraksi Uji XRD dengan variasi aditif Na_2O	18
Gambar 2.14 Hasil Uji SEM dengan aditif Na_2O	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Densitas	38
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Porositas	30
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Fluks Magnet.....	31
Gambar 4.4 Grafik Kurva Histerisis hasil uji VSM Komposisi 1%	33
Gambar 4.5 Grafik Kurva Histerisis hasil uji VSM Komposisi 1.5%	34
Gambar 4.6 Grafik Kurva Histerisis hasil uji VSM.....	35
Gambar 4.7 Grafik Kurva Histerisis Pada Kuadran II hasil uji VSM.....	35
Gambar 4.8 Grafik Pola Difraksi Hasil Uji XRD	38
Gambar 4.9 Hasil Uji SEM	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai (M_r), (H_c), (M_s) dan (BH_{max}) aditif Na_2O dengan kalsinasi	16
Tabel 2.2 Parameter kisi (a , c , V), ukuran kristal (D_{hkl}), dan (ρ_x), untuk ferit	18
Tabel 4.1 Pengukuran densitas pada masing-masing komposisi	28
Tabel 4.2 Pengukuran porositas pada masing-masing komposisi.....	29
Tabel 4.3 Pengukuran fluks magnet pada masing-masing komposisi	31
Tabel 4.4 Pengukuran Hasil Uji VSM pada masing-masing komposisi	36
Tabel 4.5 Pengukuran ukuran kristal pada masing-masing komposisi.....	38

DAFTAR SINGKATAN

ρ	: densitas
m	: massa
V	: Volume
m_K	: kestabilan keadaan remanen
m_r	: magnetisasi didapatkan setelah memberi perlakuan medan magnet pada bahan
XRD	: <i>X-Ray Diffraction</i>
VSM	: <i>Vibrating Sample Magnetometer</i>
SEM	: <i>Scanner Electron Microscope</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari kata “magnet” sudah sering didengar. Secara umum magnet dapat didefinisikan sebagai benda yang dapat menarik benda lain. Magnet merupakan salah satu material yang berperan cukup banyak dalam kehidupan manusia. 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. Seperti *loudspeaker*, meteran air, KWH-meter, *rice cooker*, transformer dan generator. Karakteristik 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 ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$). Serbuk Barium Ferit Komersial yang merupakan produk buatan China digunakan sebagai bahan baku. (Sari et al., 2018). Serbuk ini diproduksi dengan teknologi canggih berskala industri yang memiliki keunggulan pada sifat magnet, secara umum bahan ini telah diperjualbelikan dalam produk massal dengan bahan barium ferit komersial yang sangat baik (Ramlan, 2017)

Barium ferit telah dikenal sebagai bahan magnetik permanen yang memiliki keuntungan dalam ekonomis. Secara teori memiliki koersivitas tinggi, *temperature curie* yang tinggi, magnetisasi saturasi yang relatif besar, kestabilan kimiawi yang baik, dan tahan korosi. 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. 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_2 , MgO , SiO_2 , Fe_2O_3 dan lain-lain. Dalam penelitian ini dilakukan dengan penambahan bahan aditif Na_2O dengan dua variasi komposisi .

Sifat-sifat kemagnetan dari Barium heksaferit sangat tergantung pada mikrostrukturnya, seperti misalnya ukuran butir (*grain size*) dan distribusi *grain size*. Dalam pembuatan Barium heksaferit ditambahkan bahan aditif yang berfungsi memperbaiki mikrostruktur yaitu mencegah pertumbuhan butir dan sebagai *filler*. Salah satu jenis aditif yang digunakan dalam pembuatan magnet ferit adalah Na₂O (Vidyawathi et al., 2002). Peran aditif tersebut dapat menghambat pertumbuhan butir ketika proses *sintering*. Tujuan penambahan bahan aditif Na₂O untuk menyempurnakan *sintering*. Jika pertumbuhan butiran dapat dicegah, maka diharapkan sifat magnetiknya meningkat.

Berdasarkan penelitian (Haryadi et al., 2007) adanya penambahan bahan aditif mampu meningkatkan densitas. Sampel tanpa aditif hanya memiliki nilai densitas 4.67 g/cm³ sedangkan densitas teoritis 5.28 g/cm³, nilai tersebut memiliki tingkat kepadatan yang rendah dikarenakan belum mencapai densitas teoritis. Penambahan aditif 2% menunjukkan peningkatan nilai densitas yang mendekati nilai teoritis, dengan aditif 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2% masing-masing komposisi nilai densitas 5.0 g/cm³, 5.13 g/cm³, 5.23 g/cm³, 5.27 g/cm³. Sehingga bahan aditif tersebut mampu mengisi pori-pori yang terdapat pada butir dan peningkatan nilai densitas terjadi dengan adanya proses pemadatan. Kekuatan magnet meningkat pada aditif 1% dan 1.5% yang ditunjukkan pada hasil pengukuran 0.14 kG menjadi 1 kG, berbeda dengan penambahan aditif 2% terjadi penurunan magnetik. Hal ini menunjukkan bahan aditif yang efektif pada 1% dan 1.5% dikarenakan aditif tersebut dapat mencegah adanya pertumbuhan butir pada sampel. Namun pada aditif 2% terjadi penurunan kuat magnet akibat bahan berlebih menjadikan aditif sebagai bahan pengotor. Maka variasi komposisi bahan aditif yang dilakukan pada penelitian ini dengan 1% dan 1.5% Na₂O.

Metode yang dilakukan berupa metode metalurgi serbuk yang paling banyak digunakan karena mampu mengontrol kualitas dan kuantitas material, sehingga bahan material yang di proses dalam penelitian tidak banyak terbuang. Proses ini meliputi pencampuran bahan dengan *milling* (Rizki et al., 2018). Pencampuran dilakukan dengan *wet milling* yang dapat menghasilkan distribusi partikel secara merata dibandingkan dengan proses *dry milling*. Pencampuran basah ini menggunakan pelarut *aquadest* untuk mendapatkan hasil yang lebih homogen (Rosyidah & Zainuri, 2013). Sampel yang telah homogen dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 1 jam pemilihan suhu dan waktu ini berdasarkan penelitian yang dilakukan (Purnama et al., 2015)

Dengan dua preparasi bahan yang melalui proses kalsinasi dan tanpa kalsinasi dilakukan untuk melihat perbandingan keduanya ternyata pada penelitian (Dawar et al., 2016) menunjukkan bahwa kalsinasi sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan kristal barium heksaferit. Semakin tinggi suhu kalsinasi maka terjadi peningkatan kristalisasinya dimana pada sampel tanpa kalsinasi masih berstruktur amorf dan setelah dikalsinasi pada suhu 800°C sudah menempati struktur heksagonal (Kwak *et al.*, 2012) juga melaporkan hasil penelitiannya bahwa perlakuan kalsinasi di bawah suhu 750°C menyebabkan struktur kristal yang terbentuk masih belum sempurna. Hal ini juga dipengaruhi oleh perlakuan panas yang diberikan saat proses berlangsung. Sehingga pada penelitian ini dilakukan kalsinasi dengan suhu 1000°C. Proses kalsinasi yang dilakukan dapat memperkecil pori dan sampel yang dihasilkan padat, sehingga dapat meningkatkan sifat magnetik. Proses ini berupaya untuk stabilitas fasa pada sampel dalam bentuk serbuk (Marinov et al., 2014).

Nilai magnetik menunjukkan kerentanan bahan terhadap medan luar dengan *sintering* pada suhu 1000°C pada penelitian yang dilakukan (Rizki et al., 2018) memiliki kurva histerisis yang tebal dengan kemampuan mempertahankan medan magnet sebesar 1.466 kOe. Nilai koersivitas ini menunjukkan mudah atau tidaknya magnetisasi pada bahan dihilangkan. Sehingga pada penelitian ini dilakukan proses *sintering* dengan suhu 1000°C dibawah *melting point* bahan Barium Ferit dikarenakan pada suhu diatas 1000°C dapat menurunkan sifat magnetik, , walaupun heksaferit terbentuk nilai remanensi dan koersivitas akan menurun akibat adanya pertumbuhan butir yang berlebihan pada material tersebut (Serletis *et al.*, 2017).

Untuk menganalisis pengaruh bahan aditif Na₂O pada magnet Barium Ferit dilakukan pengujian dari beberapa karakterisasi, diantaranya densitas, porositas, kekuatan magnet, VSM, XRD, dan SEM. Karakterisasi sifat fisis sampel dilakukan dengan pengukuran densitas dan porositas yang menunjukkan tingkat kepadatan dan pori-pori maupun rongga pada sampel . Sifat magnetik sampel diukur dengan menggunakan Gaussmeter dan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) (Ramlan et al., 2020). Untuk mengidentifikasi fasa dan struktur kristal dilakukan karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) . Dalam menganalisis mikrostruktur magnet Barium Ferit dibutuhkan pengujian dengan alat *Scanner Electron Microscope* (SEM).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh komposisi aditif Na_2O terhadap sifat fisis dan sifat magnetik Barium Ferit yang dilakukan dengan perbandingan kalsinasi dan tanpa kalsinasi?
2. Bagaimana pengaruh komposisi aditif Na_2O terhadap sifat struktur kristal, dan mikrostruktur magnet Barium Ferit yang dilakukan dengan perbandingan kalsinasi dan tanpa kalsinasi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui dan menganalisa pengaruh komposisi aditif Na_2O terhadap sifat fisis dan sifat magnetik Barium Ferit yang dilakukan dengan perbandingan kalsinasi dan tanpa kalsinasi.
2. Mengetahui dan menganalisa pengaruh komposisi aditif Na_2O terhadap struktur kristal dan mikrostruktur magnet Barium Ferit yang dilakukan dengan perbandingan kalsinasi dan tanpa kalsinasi.

1.4 Batasan Masalah

1. Bahan aditif yang digunakan adalah Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dan bahan baku Barium Ferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$)
2. Komposisi aditif Na_2CO_3 digunakan : 1%, dan 1.5%
3. Waktu pencampuran menggunakan *ball mill* selama tiga jam.
4. Dilakukan dengan dua proses preparasi serbuk yang pertama tanpa melalui kalsinasi dan yang kedua dengan menggunakan kalsinasi pada suhu 1000°C
5. Pencetakan dilakukan dengan penekanan gaya 8 tonf dan ditahan selama 1 menit.
6. Suhu *sintering* dilakukan pada suhu 1000°C
7. Karakterisasi yang dilakukan meliputi ; densitas, porositas, kekuatan magnet. VSM, XRD, dan SEM.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini mampu menghasilkan magnet permanen yang diharapkan menjadi acuan dalam merekayasa bahan magnetik berupa magnet permanen berbasis Barium Ferit melalui proses kalsinasi dan tanpa kalsinasi pada penambahan aditif Na_2O .

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2008). *Pengantar Nanosains*. Institut Teknologi Bandung.
- Alfarisa, S., Rifai, D. A., & Toruan, P. L. (2018). Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida (ZnO) X-ray Diffraction Study on ZnO Nanostructures. *Risalah Fisika*, 2(2), 53–57.
- Arya, M., Gandhi, M. N., Prabhu, S. S., Achanta, V. G., & Duttagupta, S. P. (2020). Effect of calcination temperature on structural and terahertz characterization of M-type barium ferrite. *AIP Advances*, 10(10). <https://doi.org/10.1063/5.0026101>
- Atmono, T. M., Prasetyowati, R., & Kartika, A. M. R. (2015). Pembuatan Prototipe Vibrating Sample Magnetometer untuk Pengamatan Sifat Magnetik Lapisan Tipis. *Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah*, 57–66.
- B.R.Kirupakar, Dr.B.A.Vishwanath, Sree, M. P., & Deenadayalan. (2016). Vibrating Sample Magnetometer and Its Application In Characterisation Of Magnetic Property Of The Anti Cancer Drug Magnetic Microspheres. *International Journal of Pharmaceutics & Drug Analysis*, 4(5), 227–233.
- Borisova, N. M., Sizova, Z. I., Shurinova, E. V., & Mozul, K. A. (2015). *Properties of barium ferrite powder , prepared using a flux additive Na 2 O*. 107–109.
- Chen, D., Zeng, D., & Liu, Z. (2016). Synthesis, Structure, Morphology Evolution and Magnetic Properties of Single Domain Strontium Hexaferrite Particles. *Materials Research Express*, 3, 1–9. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/3/4/045002>
- Cullity, B. D., & Graham, C. D. (2009). *Introduction to Magnetic Materials* (2th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Cullity, B. D., & Stock, S. R. (2014). *Elements of X-Ray Diffraction Third Edition*. Pearson Education limited.
- Dawar, N., Chitkara, M., Sandhu, I. S., Jolly, J. S., & Malhotra, S. (2016). Structural, magnetic and dielectric properties of pure and nickel-doped barium nanohexaferrites synthesized using chemical co-precipitation technique. *Cogent Physics*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/23311940.2016.1208450>
- Fachry, A. . R., Tumanggor, J., & L, N. P. E. Y. (2008). Pengaruh Waktu Kristalinitas dengan Proses Pendinginan dari Larutannya. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2), 9–16.
- Fujiati, H. (2018). *Pengaruh Suhu Kalsinasi terhadap Struktur , Morfologi dan Sifat Magnet Barium Heksaferit dengan Doping Nikel dan Cobalt*.
- Furlani, E. P. (2001). *Permanent Magnet and Electromechanical Devices*. Academic Press.
- Handani, S. (2011). PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MAGNET PERMANEN BAO.(6-X)FE₂O₃ DARI BAHAN BAKU LIMBAH FE₂O₃. *JURNAL ILMU FISIKA | UNIVERSITAS ANDALAS*. <https://doi.org/10.25077/jif.3.1.1-9.2011>
- Haryadi, J., Sebayang, P., Penelitian, P., & Serpong, F. P. (2007). *PENGARUH ADITIF SiO TERHADAP SIFAT FISIS DAN SIFAT MAGNET PADA PEMBUATAN MAGNET BaO . 6Fe₂O₃*. 7(1), 39–46.
- Hasanah, S. U., Widanarto, W., & Sunardi, S. (2018). Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Struktur dan Sifat Magnetik Ni²⁺- Barium Ferit sebagai Penyerap Gelombang Mikro. *Jurnal Teras Fisika*, 1(1), 23. <https://doi.org/10.20884/1.jtf.2018.1.1.567>
- Herawati, H., & Yuyu, A. (2020). KARAKTERISASI BESARAN MAGNET PERMANEN DARI HASIL CAMPURAN NdFeB DAN SERBUK EPOXY

- RESIN. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*.
<https://doi.org/10.37277/stch.v22i2.611>
- Humaidi, S., AS, R., Raja, T., Dermayu, S., & Sebayang, P. (2015). Magnetic Properties of Cu²⁺ Substituted BaFe_{12-x}Cu_xO₁₉ (x= 0.1,0.2,0.3,..., 4). *Indonesian Journal of Applied Physics*, 5(1), 71–78.
- Jayanti, N. D., Yulianto, A., & Suhaldi. (2013). Fabrikasi Magnet Komposit Berbahan Dasar Magnet Daur Ulang Dengan Pengikat Cult. *Unnes Physics Journal*, 2(1), 24–29.
- Marinov, M., Mushev, G., Petrov, P., Paunova, R., & Aleksandrova, R. (2014). Production efficiency of a ferro-molibdenum alloy. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 49(1), 45–48.
- Mattei, J. L., Le, C. N., Chevalier, A., Maalouf, A., Noutehou, N., Queffelec, P., & Laur, V. (2018). A simple process to obtain anisotropic self-biased magnets constituted of stacked barium ferrite single domain particles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 451, 208–213. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2017.10.121>
- Nurrohman, D. T., & Pribadi, J. S. (2018). Kajian Struktur Kristal, Lattice Strain, dan Komposisi Kimia Nanopartikel Pasir Besi yang Disintesis Dengan Metode Ball Milling. *Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 3(2), 47–54. <https://doi.org/10.20414/konstan.v3i2.17>
- Permatasari, D., Rusnaeni, N., Muljadi, M., Arif, E., & M.Noer, N. (2016). Pengaruh Variasi % wt Resin Epoksi pada Sifat Fisis, Mikrostruktur Sifat Magnet Bonded NdFeB. *JURNAL IKATAN ALUMNI FISIKA*. <https://doi.org/10.24114/jiaf.v2i1.3512>
- Priyono, P., & Prasongko, W. (2013). PEMBUATAN MATERIAL MAGNETIK KOMPOSIT BAFE9MN0,75CO0,75TI1,5O19 / ELASTOMER UNTUK APLIKASI PENYERAP GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK. *JURNAL SAINS DAN MATEMATIKA*.
- Purnama, S., Patricius Purwanto, & Ari, W. A. (2015). Pembuatan Bahan Magnetik Barium Heksaferit (BaFe₁₂O₁₉). *Jurnal Kimia Kemasan*, 37, 95–100.
- Ramadhan, M. I., Widanarto, W., & Sunardi, S. (2018). Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Struktur dan Sifat Magnetik Ni²⁺- Barium Ferit sebagai Penyerap Gelombang Mikro. *Jurnal Teras Fisika*. <https://doi.org/10.20884/1.jtf.2018.1.1.567>
- Ramlan. (2017). Efek Tekanan terhadap Sifat Fisis dan Magnet Bahan Barium Heksaferit (BaO.6Fe₂O₃) Komersial yang Dibuat dengan Metallurgi Serbuk. *Jurnal Penelitian Sains*, 19(September), 119–123.
- Ramlan, Setiabudidaya, D., Bama, A. A. A., & Muljadi. (2020). Analysis magnetic properties and corrosion resistance of hybrid bonded magnet bafe₁₂o₁₉ – ndfeb. *Key Engineering Materials*, 855 KEM, 28–33. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.855.28>
- Rizki, M., Budiman, A., & Puryanti, D. (2018). Barium Ferit (BaFe₁₂ O₁₉) Pasir Besi Batang Sukam Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 7(1), 15–20.
- Rosyidah, K. C., & Zainuri, M. (2013). *Sintesis Dan Karakterisasi Struktur Dan Sifat Magnet Komposit Barium M-Heksaferit/ Polianilin Berstruktur Core- Shell Berbasis Pasir Besi Alam*. 1(1), 1–3.
- Salam, S. I., Sanjaya, E., & Muljadi, M. (2019). Pembuatan dan Karakterisasi Keramik Magnet BaFe₁₂O₁₉ dengan Variasi Waktu Milling dan Temperatur Sintering. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical*

- Physics*. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v2i1.10887>
- Saragi, T., Syarif, D. G., & Syakir, N. (2012). Pengembangan Bahan Magnetik Barium Heksaferite Dari Mineral Yarosit Alam Dan Karakterisasinya. *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik*, 14(2), 156–168.
- Sari, A. Y., Safira, C. H., Setiadi, E. A., Simbolon, S., Kurniawan, C., & Sebayang, P. (2018). EFEK ADITIF FeMo DAN PROSES KALSINASI PADA SERBUK MAGNETIK BaFe₁₂O₁₉. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 18(3), 95. <https://doi.org/10.17146/jsmi.2017.18.3.4112>
- Sari, A. Y., Sebayang, P., & Muljadi. (2012). PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MAGNET BONDED. 13(3), 168–172.
- Senida, Z. E., Ramli, Ratnawulan, & Hidayati. (2019). Pengaruh Variasi Komposisi MnFe₂O₄ Terhadap Sifat Magnetik Nanokomposit MnFe₂O₄ / PANi yang Disintesis dengan Metoda Sol – Gel Spin Coating Mahasiswa Pendidikan Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang Staf Pengajar Jurusan Fisika , FMIPA Universita. *Pillar of Physics*, 12, 17–24.
- Serletis, C., Litsardakis, G., Pavlidou, E., & Efthimiadis, K. G. (2017). Magnetic Properties of Co-precipitated Hexaferrite Powders with Sm-Co Substitutions Optimized with The Molten Flux Method. *Physica B: Physics of Condensed Matter*, 525, 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2017.09.025>
- Shen, S. Y., Zheng, H., Zheng, P., Wu, Q., Deng, J. X., Ying, Z. H., & Zheng, L. (2018). Microstructure, magnetic properties of hexagonal barium ferrite powder based on calcination temperature and holding time. *Rare Metals*. <https://doi.org/10.1007/s12598-018-1153-4>
- Suprapedi, Sardjono, P., Mujadi, Rusnaeni, N., & Humaidi, S. (2017). Effect of additive Na₂O on sintering temperature, crystal structure and magnetic properties of BaFe₁₂O₁₉ magnet. *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Triatmono, H. C., & Anggraini, L. (2017). Penurunan Ukuran Butir Serbuk Besi dengan Ball Milling 744 rpm dan Ball to Powder Weight Ratio 1 : 5. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 2(1), 34–40.
- Vidyawathi, S. S., Amaresh, R., & Satapathy, L. N. (2002). Effect of boric acid sintering aid on densification of barium ferrite. *Bulletin of Materials Science*. <https://doi.org/10.1007/BF02710553>