

**Pengaruh Suhu Sintering BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> Terhadap Sifat Fisis, Struktur Mikro dan Sifat Magnet Yang Dibuat Melalui Metode Pengendapan  
( *Precipitation* )**

**SKRIPSI**

**BIDANG STUDI FISIKA**



**Oleh:**

**HAQIQI NUROHMATUN**

**08021381419059**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA**

**2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

### Pengaruh Suhu Sintering BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> Terhadap Sifat Fisis, Struktur Mikro dan Sifat Magnet Yang Dibuat Melalui Metode Pengendapan (*Precipitation*)

#### SKRIPSI

Untuk memenuhi syarat mendapat gelar sarjana dibidang  
studi Fisika Fakultas MIPA



Oleh:

**HAQIQI NUROHMATUN**  
**08021381419059**

Inderalaya, Juli 2018

**Pembimbing I**

  
Drs. Ramlan, M.Si  
NIP: 196604101993031003

**Pembimbing II**

  
Ibu Muljadi, M.Sc  
NIP: 195711161983121002

Diketahui Oleh:



## LEMBAR PERSEMBAHAN



### MOTTO

**“Kunci Kesuksesan Adalah Sedekah Dan Selalu Bersabar”**

*“Dan bahwa seorang manusia tidak akan memperoleh sesuatu selain apa yang telah diusahakannya sendiri”*  
*(QS. An-Najm [53]: 39)*

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari satu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap”*  
*(QS. Al-Insyirah [94]: 6-8)*

*Kupersembahkan skripsi ini untuk,*

- *Allah SWT; Sumber cinta pertama*
- *Rasulullah SAW; yang kurindukan syafaatnya*
- *Keempat Orangtuaku tercinta, serta adikku tersayang*
- *Suamiku Yang Tercinta*
- *Sahabat-sahabatku*
- *Almamater-Ku (Universitas Sriwijaya)*

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **” Pengaruh Suhu Sintering Bafe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> Terhadap Sifat Fisis, Stuktur Mikro Dan Sifat Magnet Yang Di Buat Melalui Metode Pengendapan ( Precipitation )”**. Taklupa shalawat dikirimkan pada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat, semoga syafaat dikaruniakan kepada kita semua. Aamiin Penulisan laporan tugas akhir ini bertujuan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Fisika di Jurusan Fisika Fakulta Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penelitian tugas akhir ini difokuskan pada bidang ilmu material yang penelitiannya dilaksanakan di Pusat Penelitian Fisika LIPI, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu selama penyusunan dan pelaksanaan tugas akhir terutama kepada :Dosen Pembimbing I, Bapak Ir Muljadi, M.Sc, dan Dosen Pembimbing II Bapak Drs. Ramlan, M.Si. Selain itu penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak memberikan bantuan,bimbingan, dukungan, saran dan kritikannya, diantaranya :

1. Bapak dan Apa terkhusus untuk mamak dan mama tercinta yang selalu memberikan dukungan, motivasi, semangat dan doa.
2. Untuk My Husband yang tercinta yang selalu memberikan dukungan, motivasi, semangat dan doa.
3. Keluargaku (nene, ibu titing, tante eva,dan keluargaku yang di sukabumi aa iman, dan teteh susan. Adik tercinta: icek, icak, unaisa, rena, dan topik) serta keluargaku lainnya yang tidak dapat kusebutkan satu per satu.
4. Bapak Prof.Dr.Iskhaq Iskandar, M.Sc. Selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

5. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Drs. Ramlan, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Kepada dosen pengaji bapak Drs. Hadir Kaban, M.T dan Dr. Fiber Monando, M.Si yang telah memberikan banyak ilmu dan saran sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik
8. Bapak Akmal Johan, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing Akademik dan juga sebagai penguji yang telah memberikan banyak ilmu dan saran sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
9. Seluruh dosen – dosen Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
10. Bapak Dr. Bambang Widiyatmoko,M.Eng selaku Kepala Pusat Penelitian Fisika (PPF) LIPI atas perizinan tempat Kerja Praktek kepada penulis.
11. Teman seperjuangan (mahasiswa Tugas Akhir di LIPI) yang telah menjadi teman penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman dan sahabat Desi Rahmita Rambe, Purwati Ningsih, Anisyah Dhulhija, Musdalifah, Lulu Vividiticha , dan teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Indralaya, Juli 2018  
Penulis

**HAQIQI NUROHMATUN  
08021381419059**

**Pengaruh Suhu Sintering BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> Terhadap Sifat Fisis, Struktur Mikro dan Sifat Magnet Yang Dibuat Melalui Metode Pengendapan  
( *Precipitation* )**

**Haqiqi Nurohmatun**

**08021381419059**

**ABSTRAK**

Pembuatan magnet permanen dilakukan dengan mencampurkan serbuk magnet BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> dengan *binder* yang bersifat non-magnet. Serbuk magnet yang digunakan ialah serbuk magnet *Iron (III) Chloride Hexahydrate* (FeCl<sub>3</sub>\*6H<sub>2</sub>O) dan *Barium Carbonate* (BaCo<sub>3</sub>). Sedangkan *binder* yang digunakan ialah lem seluna. Perbandingan variasi komposisi serbuk magnet FeCl<sub>3</sub>\*6H<sub>2</sub>O dengan BaCo<sub>3</sub> ( % massa ) 94.27 : 5.73 dari massa total 50 gram lalu dilakukan pencampuran FeCl<sub>3</sub>\*6H<sub>2</sub>O dengan penambahan Aquades dan amoniak perbandingan 1:1. Setelah pencampuran FeCl<sub>3</sub>\*6H<sub>2</sub>O lalu dilakukan pengeringan dan penggerusan dan pencampuran serbuk FeCl<sub>3</sub>\*6H<sub>2</sub>O dan BaCo<sub>3</sub>, kemudian dilakukan kompaksi dengan *hydrolitic press*, menggunakan cetakan berdiameter 20 mm dengan tekanan 8 ton, dengan waktu kompaksi selama 1 menit. Sampel yang telah dicetak setelah itu di sintering dengan suhu 1100°C dan 1200°C lalu dilakukan karakterisasi sifat fisis, struktur mikro dan magnetik. Karakterisasi sifat fisis meliputi perubahan warna akibat sintering, dan pengukuran densitas. Karakterisasi sifat magnet meliputi pengukuran kuat medan magnet. Pengukuran kuat medan magnet menggunakan Gaussmeter. Sedangkan untuk mengetahui karakterisasi struktur mikro meliputi ukuran kristal, bentuk fasa yang terbentuk dan puncak-puncak pada bahan BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>. Pengukuran Struktur Mikro didapat dari hasil pengukuran XRD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisis yang terbesar pada suhu sintering 1100°C dengan sampel Barium Heksafirit endapan (densitas sebesar 4,1 g/cm<sup>3</sup>, kuat tekan 8 kgF/cm<sup>2</sup>) dengan perubahan warna pada sampel dengan suhu sintering 1200°C. Dan untuk sifat magnet optimum diperoleh pada sampel uji dengan Suhu Sintering 1200°C (kuat medan magnet 212,6 Gauss pada sampel komersial) dan Ukuran Kristal yang terbesar pada suhu 1100°C (Ukuran Kristal 24,82389 nm) dan fasa dan puncak yang tertinggi pada hasil XRD menyatakan bahwa Barium Heksafirit sudah terbentuk .

Kata kunci: *suhu sintering, compression molding, XRD, density, VSM*

**Effect of Sintering Temperature BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> on Physical Characteristics, Micro Structure and Magnetism Which Makes Through Method of Precipitation  
(Precipitation)**

**By : Haqiqi Nurohmatun**

**08021381419059**

**ABSTRACT**

Permanent magnet making is done by mixing BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> magnetic powder with binder which is non-magnet. Magnetic powder magnet Iron (III) Chloride Hexahydrate (FeCl<sub>3</sub> \* 6H<sub>2</sub>O) and Barium Carbonate (BaCo<sub>3</sub>). While the binder is a glue celuna. Answers to the composition of FeCl<sub>3</sub> \* 6H<sub>2</sub>O magnetic powders with BaCo<sub>3</sub> (mass%) 94.27: 5.73 of the total mass of 50 grams and mixing FeCl<sub>3</sub> \* 6H<sub>2</sub>O with details of Aquades and ammonia ratio of 1: 1. After mixing FeCl<sub>3</sub> \* 6H<sub>2</sub>O then do pouring and mixing of FeCl<sub>3</sub> \* 6H<sub>2</sub>O and BaCo<sub>3</sub> powder powder, then compacted with hydrolic press, using 20 mm diameter mold with pressure 8 ton, with compaction time for 1 minute. Samples that have been treated with the temperature of 1100°C and 1200°C then performed characterization of physical properties, microstructure and magnetic. Characterization of physical properties is the color that affects sintering, and density measurement. Characterization of magnetic properties includes magnetic fields. Magnetic field measurement using Gaussmeter. To find out the characterization of microstructure include crystal forms, forms and materials on BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>, Microstructure Measurement of XRD measurements. The results showed that the largest physical properties at 1100°C sintering temperature with Barium Hexaferit sediment samples (density of 4.1 g / cm<sup>3</sup>, compressive strength 8 kgF / cm<sup>2</sup>) with samples at 1200°C sintering temperature. And for optimum magnetic properties in samples with Sintering Temperature 1200°C (212.6 Gauss magnetic field strength in commercial samples) and largest crystal size at 1100°C (Crystallization 24,82389 nm) and the phase and peak yield of XRD states that Barium Hexaferys are already formed.

Keywords: temperature sintering, compression molding, XRD, density, VSM.

## DAFTAR ISI

Halaman

### COVER

### LEMBAR PENGESAHAN

**LEMBAR PERSEMPAHAN .....**.....iii

**KATA PENGANTAR.....**.....iv

**ABSTRAK .....**.....vi

**ABSTRACT .....**.....vii

**DAFTAR ISI.....**.....viii

**DAFTAR TABEL .....**.....xi

**DAFTAR GAMBAR.....**.....xii

**BAB I PENDAHULUAN.....**..... 1

    1.1 Latar Belakang ..... 1

    1.2 Rumusan Masalah ..... 2

    1.3 Batasan masalah ..... 2

    1.4 Tujuan Penelitian ..... 2

    1.5 Manfaat Penelitian ..... 3

    1.6 Sistematika Penulisan ..... 3

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....**..... 4

    2.1 Sejarah dan Pengertian Magnet Secara Umum ..... 4

    2.2 Jenis-Jenis Magnet ..... 5

        2.2.1 Magnet Tetap ..... 5

        2.2.2 Magnet Tidak Tetap ..... 5

        2.2.3 Magnet Buatan ..... 5

    2.3 Perkembangan Magnet Permanen ..... 5

    2.4 Sifat-Sifat Magnet Permanen ..... 6

2.4.1 Induksi Remanen (Br) atau Remenensi.....	7
2.4.2 Permeabilitas Magnet $\mu$ .....	7
2.4.3 Gaya Korsif (Hc) atau Koersivitas .....	7
2.4.4 Energi Produk Maksimum (BH) Max.....	8
2.5 Bahan-Bahan Magnetik.....	8
2.5.1 Bahan Diamagnetik.....	8
2.5.2 Bahan Paramagnetik.....	8
2.5.3 Bahan Ferromagnetik .....	9
2.5.4 Bahan Antiferromagnetik.....	10
2.5.5 Bahan Ferrimagnetik.....	10
2.6 Material Magenet Lunak dan Keras .....	10
2.7 Barium Heksafерit .....	12
2.7.1 Komposisi dan Sifat Barium Heksafерit .....	13
2.7.2 Struktur Kristal.....	14
2.8 Karakterisasi.....	15
2.8.1 <i>Bulk Density</i> (Densitas).....	15
2.8.2 X-Ray Difraction.....	16
2.8.3 Kuat Medan Magnet .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.2.1 Alat Penelitian.....	16
3.2.2 Bahan Penelitian.....	17
3.3 Variabel, Parameter, dan Data .....	17
3.3.1 Variabel .....	27
3.3.2 Parameter.....	10

3.3.3 Data .....	17
3.4 Tahapan Penelitian .....	17
3.4.1 Preparasi Serbuk.....	17
3.4.2 Proses Pencampuran dan Pencetakan Sampel Magnet BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub> .....	18
3.4.3 Proses Sintering.....	18
3.5 Diagram Alir Penelitian .....	19
3.6. Karakterisasi.....	20
3.6.1 <i>Bulk Density</i> .....	20
3.6.2 <i>X-Ray Difraction (XRD)</i> .....	21
3.6.3 Kuat Medan Magnet.....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Hasil Pengujian <i>Bulk Density</i> (Densitas) .....	22
4.2 Hasil Pengujian <i>X-Ray Difraction (XRD)</i> .....	24
4.4 Hasi Pengujian Kuat Medan Magnet .....	28
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>32</b>
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Sifat Kemagnetan Interinsik Fasa magnet dan Magnet Permanen.....	6
Tabel 4.1 Data hasil <i>bulk density</i> Dengan Suhu Sintering 1100 <sup>0</sup> C .....	22
Tabel 4.2 Data hasil <i>bulk density</i> Dengan Suhu Sintering 1200 <sup>0</sup> C .....	23
Tabel 4.3 Perhitungan Ukuran Kristal Suhu Sintering 1100C .....	26
Tabel 4.4 Analisa Ukuran Kristal Pada Pola XRD Suhu Sintering1100C .....	26
Tabel 4.5 Perhitungan Ukuran Kristal Suhu Sintering 1100C .....	27
Tabel 4.6 Analisa Ukuran Kristal Pada Pola XRD Suhu Sintering1200C .....	27
Tabel 4.7 Analisa Ukuran Kristal Pada Pola XRD Dengan Variasi suhu sintering .....	28
Tabel 4.8 Data Hasil Kuat Medan Magnet Untuk Suhu Sintering 1100C .....	29
Tabel 4.8 Data Hasil Kuat Medan Magnet Untuk Suhu Sintering 1200C .....	29

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Arah domain diamagnetik .....	8
Gambar 2.2 Arah domain paramagnetik .....	9
Gambar 2.3 Arah domain farramagnetik .....	9
Gambar 2.4 Arah domain antiferromagnetik .....	10
Gambar 2.5 Kurva Histerisis .....	11
Gambar 2.6 Struktur Kristal Barium Heksafерит.....	13
Gambar 2.7 Prinsip Dasar Hukum Bragg .....	15
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	19
Gambar 3.2 Contoh Hasil Pengujian XRD.....	21
Gambar 4.1 Grafik <i>bulk density</i> dengan Variasi suhu sintering.....	22
Gambar 4.2 Grafik Hasil XRD dengan Suhu Sintering 1100 <sup>0</sup> C .....	25
Gambar 4.3 Grafik Hasil XRD dengan Suhu Sintering 1200 <sup>0</sup> C .....	25
Gambar 4.3 Grafik Kuat Medan Magnet Terhadap Variasi Suhu Sintering .....	29



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Magnet merupakan salah satu material yang berperan cukup banyak dalam kehidupan manusia. Hampir semua alat elektronik yang ada disekitar kita yang biasa kita gunakan untuk membantu kegiatan sehari-hari merupakan aplikasi dari magnet. Beberapa aplikasi dari magnet tersebut diantaranya adalah generator listrik, motor listrik, radio, televisi, komputer, dan komponen pengeras suara. Selain diaplikasikan pada alat-alat elektronik, magnet juga sekarang sudah diaplikasikan diberbagai bidang lainnya seperti kereta maglev yang ada di jepang sebagai alat transportasi, dan MRI yang digunakan dalam dunia medis untuk mendeteksi kanker ( Virdhian dkk, 2016 ).

Magnet yang dianggap memiliki sifat magnetik paling baik salah satunya adalah magnet nano barium heksaferit yang sering digunakan sebagai material untuk pembuatan magnet permanen. Barium ferit tipe-M dengan struktur molekul Hexagonal atau Barium Heksaferrit ( $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) merupakan material magnet permanen yang dikenal dengan kualitas tinggi, hal tersebut disebabkan karena barium heksaferit memiliki anisotropik kristal magnet yang besar, temperatur Curie yang tinggi, magnetisasi yang relatif besar, stabilitas kimia yang baik, dan tahan terhadap korosi. Karena sifatnya yang unik dan potensinya yang besar tersebut membuat penelitian tentang sintesis magnet barium heksaferit banyak dilakukan untuk menemukan barium heksaferit kualitas tinggi dengan sifat magnetik yang baik. Selain itu ferrit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) banyak tersedia di Indonesia sehingga diharapkan material magnet permanen barium heksaferrit dapat diproduksi di Indonesia dengan menggunakan sumber daya alam lokal ( Virdhian dkk, 2016 ).

Bahan magnet permanen Barium Heksaferrit ( $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) telah sangat dikenal dan banyak digunakan di industri maupun pada peralatan rumah tangga. Pemanfaatan bahan barium heksaferit ini secara luas, didukung oleh harganya yang murah (Johan, 2010).

Berdasarkan rumus kimia dan struktur kristalnya, Barium Hexaferrit ( $\text{BaM}$ ) dikelompokkan menjadi 6 tipe yaitu M ( $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ), Y ( $\text{BaMe}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ ), W ( $\text{BaMe}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$ ), Z ( $\text{Ba}_3\text{Me}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ ), X ( $\text{Ba}_2\text{Me}_2\text{Fe}_{28}\text{O}_{46}$ ) dan U( $\text{Ba}_4\text{Me}_2\text{Fe}_{36}\text{O}_{60}$ ). M,

Y, W, Z, X, dan U menyatakan tipe dari barium hexaferrit yang ditentukan oleh jumlah kandungan ion besi dan oksigen dalam senyawa. Sedangkan Me menyatakan suatu variabel yang bisa diganti dengan ion Zn, Ti, Co, Ga, Al, serta kation logam lainnya yang ukurannya hampir sama sesuai dengan sifat yang ingin dimunculkan (Bilalodin, 2014).

Pada proses pembuatan magnet permanen  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu teknik metalurgi serbuk (magnet *sintered* ), dan metode bonded magnet (Kurniawan dkk, 2013). Sifat-sifat kemagnetan magnet permanen dipengaruhi oleh kemurnian bahan, ukuran butir (*grain size*), kepadatan (densitas) dan orientasi dari kristal. Faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan suatu bahan salah satu diantaranya tekanan kompaksi, semakin besar tekanan kompaksi yang diberikan maka semakin padat atau *compact* bahan tersebut (Sari, Sebayang, dan Muljadi, 2012).

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan magnet permanen dengan menggunakan bahan dari  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{BaCO}_3$ .

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh suhu sintering  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  terhadap sifat fisis, struktur mikro dan sifat magnet?
2. Bagaimana pengaruh suhu sintering  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  yang dibuat melalui metode pengendapan (*Precipitation*) ?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Menggunakan bahan baku serbuk Barium Carbonat ( $\text{BaCO}_3$ ), *Iron (III) Chloride Hexahidrate* ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) dan juga perekat lem seluna sebagai bindernya.
2. Menggunakan variasi suhu sintering  $1100^{\circ}\text{C}$  dan  $1200^{\circ}\text{C}$ .

## 1.4. Tujuan Penelitian

1. Memahami pengaruh suhu sinterings  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  terhadap sifat fisis, struktur mikro dan sifat magnet.

2. Memahami pengaruh suhu sintering BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> yang dibuat melalui metode pengendapan (*Precipitation* ).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini meliputi:

1. Menambah pengetahuan mengenai teknologi magnet permanen BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> dalam rangka pengembangan teknologi pengolahan bahan magnetik khususnya di Indonesia.
2. Dapat mengetahui pengaruh suhu sintering dari bahan BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> yang dibuat melalui metode pengendapan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini mencakup latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II INJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang studi literatur yang menjadi acuan untuk penelitian tugas akhir ini.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang metode dan proses penelitian tugas akhir yang dilakukan.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan tentang hasil yang diperoleh pada penelitian tugas akhir ini beserta uraian pembahasannya.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, Jeremy J. 2010. "Structural And Magnetic Properties Of Neodymium - Iron - Boron Clusters By."
- Asmi, M. A. M. dan D. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Bahan Magnet Barium Heksferit ( $BaCO_3$ ) dan Pasir Besi dari Daerah Pesisir Selatan .3(1):9–16.
- Bilalodin. (2014). Sintesa Magnet Permanen BArium Ferrit dan Karakterisasi Struktur serta Kemagnetannya. *Seminar Nasional*, 5, 2087–922.
- Johan, A. (2010). Analisa Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksferit ( $BaO_6Fe_2O_3$ ) Dengan Menggunakan *High-Energy Milling*, 14(1), 14105 19-14105 24.
- Kurniawan, Candra, Hilda Ayu Marlina, And Perdamean Sebayang. 2013. "Analisis Sifat Mekanik dan Magnet Terhadap Variasi Matriks Poliester Dan Silicone Pada Magnet Bonded Pr-Fe-B." Serpong: Pusat Penelitian Fisika-LIPI.
- Kumalahardiyani, N. A., Fahdiran. R., Handoko, E., 2015. Analisis Struktur Kristal Material Barium Heksaferrit  $BaFe_{12-x}(CoTi_{0.5}Mn_{0.5})_{x/2}O_{19}$ . Prosiding Seminar Nasional Fisika. IV: 2476-9398.
- Nuraini, Siti. 2010. "Pembuatan Bonded Anisotopi Manget Ndfeb dan Karakterisasinya." *Skripsi, Universitas Sumatera Utara*.
- Vinnik.,D.,A.Tarasova.,A.Y.Zherebtsov.,D.A.Gudkova.,S.,A.Calimov.,D.,M.Zhuvulin.. V.,F.Trofimov.,E.,A.Nemravas.,S.Perov.,N.,S.Isaenko.,L.I.andNewa.,R.2017. Magnetic and Structural Properties of Barium Hexaferrite  $BaFe_{12}O_{19}$  from Various Growth Techniques.Journal Materials.10(578):1-11.
- Virdhian dkk, S. 2016. Pengaruh Temperatur Dan Waktu Aging Pada Sintesis Magnet Nano Barium Heksferit ( $BaFe_{12}O_{19}$ ) Terhadap Struktur Kristal, Morfologi Dan Sifat Magnet. *Jurnal Metal Indonesia*, 38(1), 1–7.
- Purnama.,S.Purwanto.,P.Danari.,W.,A.2015.Pembuatan Bahan Magnetik Barium Heksferit ( $Bafe_{12019}$ ).Jurnal Kimia Kemasan.37(2):95-102.
- Sardjono, Prijo And Muljadi. 2013. "Analisis Struktur Kristal Dan Mikrostruktur Serbuk Nd 2 Fe 14 B Hasil Proses Mechanical Alloying." *Prosiding*29–34.
- Sari,w Ayu Yuswita, Perdamean Sebayang, And Muljadi. 2012. "Pembuatan Dan Karakterisasi Magnet Bonded." 13(3):168–72.
- Savalas T, Munib, dan Susulawati. 2016. Sintesis Barium M-Hexaferritte ( $Bafe_{12-Xnix019}$ ) Doping Logam Nikel Dengan Metode Kopresipitasi. Penelitian Pendidikan Ipa. 2(1): 2460-2582.
- Sawitri, Dyah And Ratih Resti Astari. 2011. "Pengaruh Variasi Komposisi Dan Proses Pendinginan Terhadap Karakteristik Magnet Barium Ferrite." *Pendidikan Fisika*.

- Sokolowski, Peter Kelly. 2007. "Processing And Protection Of Rare Earth Permanent Magnet Particulate For Bonded Magnet Applications." In *Thesis Master Of Science*. Iowa.
- S.Kanagesan.,Jesurani.,S.,Sivakumar.,M.Thirupathi.,C.And Kalaivani.,T.,2011. Effect Of Microwave Calcinations On Barium Hexaferrite Synthesized Via Sol-Gel Combustion.Journal Of Scientific Researct.3(3):451-456.
- Wibowo, A. (2015). Analisa Sifat Mekanis Komposit Barium Hexaferrit dengan Penguat Silika. Integrasi, 7(2), 108-112.