

PENGARUH WAKTU *MILLING* DAN KOMPOSISI *EPOXY RESIN* TERHADAP SIFAT FISIS, SIFAT MAGNET, DAN MIKROSTRUKTUR PADA PEMBUATAN BONDED BARIUM HEKSA FERIT ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$)

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya



Disusun Oleh:

MARDIATI

08021181621013

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH WAKTU *MILLING* DAN KOMPOSISI *EPOXY RESIN*
TERHADAP SIFAT FISIS, SIFAT MAGNET, DAN
MIKROSTRUKTUR PADA PEMBUATAN
BONDED BARIUM HEKSA FERIT ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya*



OLEH :
Mardiati 08021181621013

Pembimbing II

Ir. Muljadi, M.Si.
NIP. 195711161983121002

Indralaya, Januari 2020

Pembimbing I

Dr. Ramlan, M.Si.
NIP. 196604101993031003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Dr. Erhisyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Tak lupa shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya dan sahabatnya, semoga kita termasuk orang-orang yang mendapatkan Syafaat di Yaumul Hisab nanti.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis berharap semoga skripsi ini bisa menambah pengetahuan para pembaca. Namun terlepas dari itu, penulis memahami bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun demi terciptanya tulisan yang lebih baik.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya Bapak Jasman Tanjung dan Ibu Manisem.
2. Bapak Dr. Ramlan, M.Si. dan Bapak Ir. Muljadi, M.Si. selaku dosen pembimbing saya.
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, M.T. selaku ketua jurusan Fisika.
4. Para staf di P2F-Pusat Penelitian Fisika Lipi, Puspitek serpong.
5. Kakak Ku M. Yuliansyah S.Pd. dan Rensi Septembriani S.Pd.
6. Teman petualang ku M. Erlan Syaputra, S.H.
7. Sahabat- sahabat Ku Retno Alviah, Febriyanti Putri, dan Berliani.
8. Teman-teman seperjuangan Ku, khususnya anak-anak KBI material (Siti Jumiati, Ayu Wandira, Devina Setya Dewi, Della Agustiana, Jumatul Rahmayani, Yahri Seftiyadi, Ilham Maulana, dan Paul Lawrence).

Saya ucapkan terima kasih untuk motivasi, masukkan, semangat, serta Do'a nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Indralaya, Januari 2020

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN



MOTTO

Berlarilah!!! Fokuslah di jalurmu, hingga kau mencapai garis finish yang ingin kau capai. Dan jangan lupa berDo'a.

“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 Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(QS. Al-Insyirah [94]: 6-8)

Kupersembahkan skripsi ini untuk,

Allah SWT, Sumber cinta pertama

Rasulullah SAW, yang kurindukan syafaatnya

Kedua Orangtuaku tercinta, seluruh keluarga besar Ku tersayang

Sahabat-sahabatku, serta Almamater-Ku (Universitas Sriwijaya)

ABSTRAK

Pembuatan Bonded Barium Heksaferrit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) dengan variasi waktu *milling* dan komposisi perekat *epoxy resin*. Proses penghalusan bahan dilakukan dengan proses *milling* (basah) dengan variasi waktu *milling* 1 jam, 3 jam, dan 6 jam menggunakan *Ball mill*. Setelah proses *milling* dilakukan pengeringan dengan *oven* pemanas. Selanjutnya bahan dicampurkan dengan perekat *epoxy resin* sebanyak 0,15 gram, 0,3 gram, dan 0,45 gram lalu di cetak menggunakan mesin *press hidrolis* Selanjutnya dilakukan uji densitas, densitas tertinggi sebesar $3,95 \text{ gram/cm}^3$ terdapat pada sampel dengan waktu *milling* 6 jam dan perekat *epoxy resin* sebanyak 0,45 gram. Uji porositas, porositas tertinggi sebesar 25,50% terdapat pada sampel dengan waktu *milling* 60 menit dan perekat *epoxy resin* sebanyak 0,15 gram. Uji Fluks Magnet, fluks magnet tertinggi sebesar 1,70 Wb terdapat pada sampel dengan waktu *milling* 6 jam dan perekat *epoxy resin* sebanyak 0,15 gram. Uji Kekerasan, Kekerasan tertinggi sebesar 28,5 HD terdapat pada sampel dengan waktu *milling* 360 menit dan perekat *epoxy resin* sebanyak 0,45 gram. Uji VSM, pada sampel Barium Heksaferrit di *milling* selama 1 jam nilai saturasi (M_s) sebesar 538,337 gauss, nilai remanansi (M_r) sebesar 253,567 Gauss, nilai koersivitas (H_{ci}) sebesar 1349 Oe dan nilai energi produk (BH maks) sebesar 0,1320 MGOe. pada sampel Barium Heksaferrit di *milling* selama 6 jam nilai saturasi (M_s) sebesar 564,126 Gauss, nilai remanansi (M_r) sebesar 277,027 Gauss, nilai koersivitas (H_{ci}) sebesar 1356 Oe dan nilai energi produk (BH maks) sebesar 0,1458 MGOe. dan Uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Kata kunci : *Barium Heksa Ferrit, epoxy resin, ball mill, Shore hardness, VSM, SEM.*

ABSTRACT

Making Bonded Barium Hexaferrite with variations in milling time and Epoxy Resin adhesive composition. The process of refining the material is done by the process of milling (wet) with a variation of milling time of 1 hour, 3 hours, and 6 hours using a Ball mill. After the milling process is carried out drying with a heating oven. Furthermore, the material is mixed with epoxy resin adhesive as much as 0.15 grams, 0.3 grams and 0.45 grams and then printed using a hydraulic press machine. Then the density test is done, the highest density of 3.95 grams / cm³ is found in samples with milling time 6 hours and epoxy resin adhesive as much as 0.45 grams. Porosity test, the highest porosity of 25.50% was found in the sample with a milling time of 1 hour and an epoxy resin adhesive of 0.15 grams. Magnetic Flux Test, the highest magnetic flux of 1.70 Wb was found in samples with a milling time of 6 hours and epoxy resin adhesive of 0.15 grams. The highest hardness, hardness test of 28.5 HD was found in samples with 6 hours of milling time and 0.45 grams of epoxy resin adhesive. VSM test, on Barium Hexaferrite samples in milling for 1 hour the saturation value (Ms) was 538,337 gauss, remanansi value (Mr) was 253,567 Gauss, the coercivity value (Hci) was 1349 Oe and the product energy value was 0, 1320 MGOe. in the Barium Hexaferrite sample in milling for 6 hours the saturation value (Ms) was 564,126 Gauss, the remission value (Mr) was 277,027 Gauss, the coercivity value (Hci) was 1356 Oe and the value of product energy (BH max) was 0.1458 MGOe. and the Scanning Electron Microscopy (SEM) Test.

Keywords: Barium Hexa Ferrite, epoxy resin, ball mill, Shore hardness, VSM, SEM.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Magnet	4
2.2. Jenis-jenis Magnet	4
2.2.1. Magnet alam	4
2.2.2. Magnet buatan	4
2.3. Bahan Magnetik	5
2.3.1. Bahan Diamagnetik	5
2.3.2. Bahan Paramagnetik	5
2.3.3. Bahan <i>Ferromagnetik</i>	6
2.3.4. Bahan Ferrimagnetik	6
2.4. Barium HeksaFerit	7
2.5. Epoxy Resin	8
2.6. Milling	9
2.7. Ball Mill	10

2.8. Densitas.....	11
2.9. Porositas.....	11
2.10. Fluks Magnet.....	12
2.11. <i>Vibrating Sample Magnetometer (VSM)</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.2.1. Alat Penelitian.....	17
3.2.2. Bahan Penelitian.....	17
3.3. Variabel, Parameter, dan Data	17
3.3.1. Variabel.....	17
3.3.2. Parameter	18
3.3.3. Data.....	18
3.4. Tahapan Penelitian	18
3.4.1. Proses Penimbangan dan Pencampuran.....	18
3.4.2. Proses Pencetakan Sampel	18
3.4.3. Proses pemanasan.....	19
3.4.4. Karakterisasi Sampel.....	19
3.5. Alur Penelitian	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. DENSITAS	22
4.2. POROSITAS	23
4.3. FLUKS MAGNET	24
4.4. UJI KEKERASAN.....	25
4.5. UJI VSM (<i>Vibrating Scanning Magnetometer</i>).....	26
4.6. UJI SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	31
BAB V PENUTUP	34
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Momen Magnetik Dari Sifat Paramagnetik.....	6
Gambar 2.2. Arah domain magnetik pada ferromagnetic.....	6
Gambar 2.3. Arah domain magnetik pada ferrimagnetik	7
Gambar 2.4. Kerja Durometer Hardness Test.....	13
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Densitas Dengan Waktu <i>Milling</i>	22
Gambar 4.2. Grafik Hubungan Porositas Dengan Waktu <i>Milling</i>	23
Gambar 4.3. Grafik Hubungan Fluks Magnetik Dengan Waktu <i>Milling</i>	24
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Kekerasan Dengan Waktu <i>Milling</i>	26
Gambar 4.5. Kurva histerisis (emu/gram, Oe) BaFe ₁₂ O ₁₉ di <i>milling</i> 60 menit.....	27
Gambar 4.6. Kurva Histerisis (Gauss, Oe) BaFe ₁₂ O ₁₉ di <i>milling</i> 60 menit.....	27
Gambar 4.7. Kurva Histerisis (MG, Oe) BaFe ₁₂ O ₁₉ di <i>milling</i> 60 menit	28
Gambar 4.8. Grafik Kuadran II BaFe ₁₂ O ₁₉ di <i>milling</i> 60 menit	28
Gambar 4.9. Kurva histerisis (emu/gram, Oe) BaFe ₁₂ O ₁₉ di <i>milling</i> 360 menit.....	29
Gambar 4.10. Kurva Histerisis (Gauss, Oe) BaFe ₁₂ O ₁₉ di <i>milling</i> 360 menit.....	29
Gambar 4.11. Kurva Histerisis (MG, Oe) BaFe ₁₂ O ₁₉ di <i>milling</i> 60 menit	30
Gambar 4.12. Grafik Kuadran II (MG, Oe) BaFe ₁₂ O ₁₉ di <i>milling</i> 60 menit	30

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 tabel pengukuran densitas pada waktu <i>milling</i> 60 menit	22
Tabel 4.2. Tabel Hubungan Porositas Dengan Waktu <i>Milling</i>	23
Tabel 4.3 Tabel Hubungan Fluks Magnetik Dengan Waktu <i>Milling</i>	24
Tabel 4.4 Tabel Hubungan Kekerasan Dengan Waktu <i>Milling</i>	25
Tabel 4.5. Tabel Hubungan Remanansi, Saturasi, Koersivitas, dan <i>BH max</i>	26

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I GAMBAR ALAT DAN BAHAN	37
1. BAHAN.....	37
2. ALAT	37
LAMPIRAN II PERHITUNGAN.....	38
A. DENSITAS	38
B. POROSITAS.....	42
C. FLUKS MAGNETIK.....	45
D. UJI KEKERASAN (<i>SHORE HARDNESS</i>)	51
LAMPIRAN III DATA <i>Vibrating Scanning Magnetometer</i> (VSM).....	55
LAMPIRAN IV DATA <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kata magnet berasal dari bahasa Yunani, *magnitis lithos* yang berarti batu Magnesian. Magnet adalah suatu benda yang mampu menarik benda-benda lain yang berada disekitarnya yang bersifat besi atau logam (Hilda dkk, 2013). Berdasarkan asalnya, magnet dibagi menjadi dua kelompok, magnet alam dan magnet buatan. Magnet alam, yakni magnet yang ditemukan di alam. Bumi adalah magnet alam yang terbesar oleh karena itu bumi memiliki kutub utara dan kutub selatan sebagai ujung magnetnya. Magnet alam dapat ditemukan pada bebatuan yang mengandung unsur magnet. Magnet buatan, yakni magnet yang sengaja di buat oleh manusia. Selanjutnya, berdasarkan sifat kemagnetannya, magnet buatan dikelompokkan menjadi dua, yakni magnet tetap (permanen) dan magnet sementara (Nurdansyah, 2018).

Magnet permanen atau magnet tetap adalah magnet yang sifat kemagnetannya tetap dan terjadi dalam waktu yang relatif lama. Penggunaan magnet khususnya magnet permanen menunjukkan perkembangan yang pesat. Magnet permanen merupakan material magnet dengan aplikasi luas yang banyak digunakan pada industri-industri di Indonesia, namun pemenuhan komponen magnet permanen sampai saat ini masih bergantung pada produk impor, seperti dari Jepang dan China. Hal ini dikarenakan belum adanya produsen magnet permanen lokal dalam negeri (Sardjono, 2012).

Untuk menekan ketergantungan kebutuhan magnet dengan pihak asing, penelitian terus dikembangkan untuk mendapatkan material baru atau mengembangkan material yang sudah ada. Teknologi material magnet permanen pada awalnya dibuat dari paduan logam, kemudian berkembang ke arah material oksida atau keramik yang dikenal dengan nama ferrit (Moulson dan herbert, 1985).

Salah satu jenis ferit yang banyak dimanfaatkan adalah Barium Heksaferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$). Pengembangan material $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ sebagai bahan magnetik sangat dibutuhkan dalam berbagai bidang aplikasi, karena memiliki karakteristik Temperatur yang relatif tinggi, nilai koersifitas, saturasi magnetik dan anisotropi magnetik yang tinggi serta stabilitas kimia yang sangat baik (Dhage dkk, 2011).

Barium Heksaferit mendapat prioritas besar dalam penelitian bahan magnet karena bahan ini dapat dibuat menjadi magnet permanen (*hard magnet*) yang memiliki sifat kemagnetan bahan yang baik dan banyak diaplikasikan dalam berbagai kebutuhan. Berbagai metode digunakan dalam pembuatan magnet Barium Heksaferit untuk menghasilkan magnet yang lebih baik, misalnya *microemulsion*, kopresipitasi, kristalisasi, sol-gel, sintesis hidro termal, oksidasi asam nitrat, pemanasan amonium nitrat dan metalurgi serbuk. Metode metalurgi serbuk sering digunakan karena relatif ekonomis dan mudah dilakukan (Muhajir dan Asmi, 2015).

Sifat-sifat kemagnetan dari ferit sangat dipengaruhi oleh mikrostrukturnya, seperti ukuran butir (Vidyawathi dkk, 2002). Untuk menghasilkan ukuran butir yang di harapkan, bahan Barium Heksaferit di *milling*. *Milling* merupakan proses penguraian material yang menghasilkan bentukan bidang datar yang biasanya menggunakan proses dengan menggunakan bantuan mesin. Secara mekanik *Milling* merupakan teknik yang sederhana dan efektif untuk membuat ukuran kristal padat yang cukup besar menjadi lebih kecil tanpa melalui fasa penguapan atau reaksi kimia yang mana biasanya diperlukan dalam proses sintesa lainnya. Untuk memulai proses *milling* ini digunakan cara yakni deformasi yang berulang-ulang dengan menghancurkan partikel serbuk sehingga partikel menjadi lebih kecil. Untuk memperbaiki mikrostruktur dan sifat fisis dari Barium Heksaferit, melalui pembuatan magnet dengan mencampurkan serbuk magnet Barium Heksaferit dengan bahan pengikat bukan magnet seperti *Epoxy resin*. *Epoxy resin* dibentuk lewat reaksi kimia secara *in situ*, dimana *resin* dan *hardener* atau *resin* dengan katalis dicampur dalam satu tempat kemudian terjadilah proses pengerasan (polimerisasi). Sekali terjadi pengerasan, *epoxy* ini tidak bisa mencair lagi sekalipun dilakukan pemanasan sehingga *resin* ini memiliki karakteristik mekanik yang bagus, daya penyusut yang rendah, perekat yang bagus untuk banyak bahan logam, dan tahan terhadap kelembaban udara serta tahan terhadap tekanan (Firmansyah dan Astuti, 2013).

Dari latar belakang diatas, akan dilakukan penelitian dalam pembuatan magnet dan karakterisasi menggunakan bahan Barium Heksaferit yang di *milling* dengan waktu milling 1 jam, 3 jam, dan 6 jam menggunakan mesin *low energy milling ball mill (rotary milling)* dengan bahan pengikat bukan magnet (*epoxy resin*). Diharapkan dari pembuatan magnet ini, diperoleh magnet dengan keunggulan dalam sifat fisis dan sifat magnet nya.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu *milling* dan variasi perekat *epoxy resin* dalam pembuatan *bonded* magnet Barium Heksaferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$).
2. Bagaimana menganalisis karakterisasi sifat fisis, sifat magnet, dan mikrostruktur pada pembuatan *bonded* Barium Heksaferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$).

1.3. Batasan Masalah

1. Bahan baku yang digunakan Barium Heksaferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$).
2. Variasi waktu proses *milling*, 1 jam, 3 jam, dan 6 jam.
3. Variasi Perekat *Epoxy Resin* 0,15 gram, 0,30 gram, dan 0,45 gram.

1.4. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh variasi waktu *milling* dalam pembuatan *bonded* magnet Barium Heksaferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$).
2. Menganalisis karakterisasi sifat fisis dan sifat magnet dan mikrostruktur pada pembuatan *bonded* Barium Heksaferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$).

1.5. Manfaat Penelitian

Bagi peneliti :

1. Menambah wawasan peneliti tentang magnet, *milling*, Barium Heksaferit, dan *epoxy resin*.
2. Dapat mengembangkan atau meneruskan penelitian tentang *bonded* Barium Heksaferit.

Bagi masyarakat :

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang magnet permanen Barium Heksaferit, magnet dengan aplikasi luas yang banyak digunakan pada industri-industri di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Afza, E. 2011. *Pembuatan Magnet Permanent Ba-Hexa Ferrite (BaO.6Fe₂O₃) Dengan Metode Koopresipitasi Dan Karakterisasinya*. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Balas, Peter., 2008. *Mechanochemistry in Nanoscience and Minerals Engineering*. Jerman : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Fujiati, Heryani., 2018. *Pengaruh Suhu Kalsinasi terhadap Struktur, Morfologi dan Sifat Magnet Barium Heksaferit dengan Doping Nikel dan Cobalt*, [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Handani, S., Mairoza, S dan Muljadi., 2011. *Pembuatan Dan Karakterisasi Magnet Permanen Bao.(6-X)Fe₂O₃ Dari Bahan Baku Limbah Fe₂O₃*. Jurnal Ilmu Fisika (JIF), 1(3); 3.
- Hilda, dkk, 2013 , *Pembuatan Magnet Bonded Permanen Prfeb Dengan Binder Polyester Dan Silicone Rubber*, Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Hulu, B. 2014. *Pembuatan Magnet Berbasis BaFe₁₂O₁₉-SiO₂ Dan Karakterisasinya*. [Tesis]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Juliansyah., Ratnawulan. Dan Fauzy, A., 2015. *Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Struktur Mineral Granit Yang Terdapat Di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok*, Pillar Physics. 6(1) ; 11.
- Khairunnisa, Hafisah., 2017. *Pengaruh Penambahan Fe Pada Pembuatan Bonded Magnet Nndfeb Terhadap Sifat Fisis Dan Sifat Magnet*, [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Kirupakar, B.R, dkk., 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, 5(4) ; 227.
- Ridha, M . dan Darminto., 2016. *Analisis Densitas, Porositas, Dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok Dengan Variasi Lokasi Menggunakan Metode Archimedes Dan Software Image-J*, Jurnal Fisika Dan Aplikasinya. 3(12); 125.
- Setiyanto, Imam., 2009. *Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Sepatu Gesek*, [Skripsi]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tippler, Paul A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Tehnik*. Edisi Ketiga. Jilid 2. Erlangga: Jakarta.