

**PENGARUH KOMPOSISI *EPOXY RESIN* TERHADAP SIFAT MEKANIK,
SIFAT MAGNET DAN STRUKTUR MIKRO PADA PEMBUATAN MAGNET
KOMPOSIT BARIUM HEKSAFERIT**

(BaFe₁₂O₁₉)

SKRIPSI

BIDANG STUDI FISIKA



Oleh:

SITI KHODIJAH

08021181419007

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDRALAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KOMPOSISI *EPOXY RESIN* TERHADAP SIFAT MEKANIK,
SIFAT MAGNET DAN STRUKTUR MIKRO PADA PEMBUATAN MAGNET
KOMPOSIT BARIUM HEKSAFERIT**

(BaFe₁₂O₁₉)

SKRIPSI

Untuk memenuhi syarat mendapat gelar sarjana dibidang
studi Fisika Fakultas MIPA



Oleh:

**SITI KHODIJAH
08021181419007**

Inderalaya, Juli 2018

Pembimbing I

**Drs. Ramlan, M.Si
NIP: 196604101993031003**

Pembimbing II

**Iy. Muljadi, M.Sc
NIP : 195711161983121002**

Diketahui Oleh:

**Ketua Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Sriwijaya**

**Dr. Frinsvah Virgo, S.Si, M.T
NIP : 197009011994121001**

LEMBAR PERSEMBAHAN



Sesungguhnya Allah berkata: “Aku sesuai prasangka hambaku pada-Ku dan Aku bersamanya apabila ia memohon kepada-Ku” (HR.Muslim)

Merantaulah,

Orang berilmu dan beradab tidak diam beristirahat di kampung halaman

Tinggalkan negerimu dan hidup asing (di negeri orang)

Merantaulah,

Kau akan dapatkan pengganti dari orang-orang yang engkau tinggalkan (kerabat dan kawan)

Berlelah-lelahlah, manisnya hidup terasa setelah lelah berjuang

Aku melihat air menjadi rusak karena diam tertahan

Jika mengalir menjadi jernih, jika tidak, akan keruh menggenang

Singa jika tak tinggalkan sarang, tak akan dapat mangsa

Anak panah jika tak tinggalkan busur, tak akan kena sasaran

Jika matahari di orbitnya tak bergerak dan terus berdiam

Tentu manusia bosan padanya dan enggan memandang

Bijih emas tak ada bedanya dengan tanah biasa di tempatnya (sebelum ditambang)

Kayu gaharu tak ubahnya seperti kayu biasa jika di dalam hutan

Jika gaharu itu keluar dari hutan, ia menjadi parfum yang tinggi nilainya

Jika biji memisahkan diri (dari tanah), barulah ia dihargai sebagai emas murni

(Nasihat Imam Syafi'i)

Sebaik-baik skripsi adalah skripsi yang selesai ☺

Kupersembahkan skripsi ini untuk,

- Allah SWT, Rabb semesta alam
- Rasulullah SAW yang saya cintai melebihi cinta kepada diri saya sendiri
- Emak dan bakku
- 4 Putri Rajuli (Ayuk Yely, Ayuk Erda, Ayuk Ari dan Ayuk S.Hardianti)
- 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 Komposisi *Epoxy Resin* terhadap Sifat Mekanik, Sifat Magnet dan Struktur Mikro pada Pembuatan Bonded Magnet Komposit Barium Heksaferit ($BaFe_{12}O_{19}$)”**. Tak lupa shalawat selalu tercurah pada Nabi Muhammad SAW beserta parasahabat, semoga syafaat dikaruniakan kepada kita semua dan semoga kita dimatikan dalam keadaan yang sama yaitu mati dalam dakwah.

Penulisan laporan tugas akhir ini bertujuan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Fisika di Jurusan Fisika Fakultas 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 PUSPITEK Serpong, Tangerang Selatan. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu selama penyusunan skripsi ini terutama kepada: Dosen Pembimbing I, Bapak Drs. Ramlan, M.Si dan Dosen Pembimbing II, Bapak Ir. Muljadi, M.Sc. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, saran dan kritiknya diantaranya:

1. Untuk Orang Tuaku, bakku tercinta M.Abdul Rajuli dan Emakku tersayang Nawarti yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta do'a yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. 4 Saudara perempuanku (Ayuk Yelly, Ayuk Erda, Ayuk Ari dan Ayuk Cedi) serta keluarga besarku yang tak bisa disebutkan satu persatu.
3. Bapak Prof.Dr.Iskhaq Iskandar, M.Sc. Selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Khairul Saleh, S.Si, M.Si selaku Sekertaris Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Dedi Setiabudidaya selaku dosen pembimbing Akademik.
7. Ibu Dr. Erry Koriyanti, M.T., Ibu Jorena, M.Si. dan Dr. Fitri Suryani Arsyad, M.Si. Selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan.

8. Ibu Dr. Rike Yudianti. Eng selaku Kepala Pusat Penelitian Fisika (PPF) LIPI atas perizinan tempat Tugas Akhir penulis.
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. Inspirasi ku (Teh Ekha, Mbak Muro’, Mbak Ifi).
11. Teman-teman Fisika angkatan 2014 seperjuangan yang bersama-sama melaksanakan tugas akhir di PPF-LIPI (Ade, Asriadi, Beta, Haqiqi, Ines, Ririn, Yensi, Windi, Balada) dan terutama untuk Meiliyana dan Sruni yang tak pernah bosan membantu dan memberikan saran pada penulis.
12. Ayuk Demi, kak Niko dan Ayuk Uci yang telah banyak membantu penulis selama penelitian.
13. Teman-teman Sahabat Muslim Tasti (SMT), Sahabat Hijrah Indralaya (SHI), dan teman-teman yang lainnya yang selalu mengingatkan dan selalu mengajak pada kebaikan dan untuk HIMATASTI serta HIMAFIA.
14. Spesial untuk sahabat syurgaku, partner dakwahku, tempat bercerita, dan yang pasti kawan begadanku, Ririn Rafita Malik, S.E.
15. Kance seperjuangkanku, para ibung-ibungku (Andari Rahayu, Apra Oktania, Suyanti, Temi Lestari) dan Adek-adekku yang cantik-cantik (Wisa Apriani, Novita Apriani, Mifta Kholifah) dan adek-adek yang lain
16. Teman-teman lainnya yang banyak membantu dan menyemangati selama proses pengerjaan skripsi ini.

Indralaya, Juli 2018

Penulis

Siti Khodijah

08021181419007 DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACK	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Magnet	4
2.2 Jenis-jenis Magnet	4
2.2.1 Magnet Permanen.....	4
2.2.2 Magnet Buatan	5
2.3 Klasifikasi Material Magnet.....	5
2.3.1 Bahan Diamagnetik	6
2.3.2 Bahan Paramagnetik	6
2.3.3 Bahan Feromagnetik	7

2.3.4 Bahan Anti Feromagnetik	7
2.3.5 Bahan Anti Ferimagnetik	8
2.4 Sifat Magnet	8
2.5 Kurva Histerisis	9
2.6 Magnet Komposit	12
2.7 Barium Heksaferit.....	12
2.8 <i>Epoxy Resin</i>	14
2.9 Pencampuran (<i>Mixing</i>)	14
2.10 Penekanan (Kompaksi)	15
2.11 Kuat Tekan	16
2.12 <i>XRD (X-Ray Diffraction)</i>	16
2.13 VSM	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3 Variabel, Parameter, dan Data	18
3.3.1 Variabel.....	18
3.3.2 Parameter	18
3.3.3 Data	18
3.4 Tahapan Penelitian.....	19
3.4.1 Preparasi Serbuk.....	19
3.4.2 Proses Pencampuran dan Pencetakan Sampel Magnet	19
3.4.3 Proses <i>Aging</i>	19
3.5 Karakterisasi.....	20
3.5.1 Karakterisasi Sifat Fisis (Kuat Tekan).....	20
3.5.2 <i>XRD (X-Ray Diffraction)</i>	20

3.5.3 VSM.....	20
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Karakterisasi Sifat Mekanik	23
4.1.1 Uji Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>).....	23
4.2 Sifat Magnet (Kurva Histerisis)	23
4.5 XRD.....	26
BAB V PENUTUP	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arah domain-domain dalam bahan diamagnetik.....	6
Gambar 2.2 Arah domain-domain dalam bahan paramagnetik.....	6
Gambar 2.3 Arah domain dalam bahan ferromagnetik.....	7
Gambar 2.4 Arah domain dalam bahan anti ferromagnetik	7
Gambar 2.5 Arah domain dalam bahan ferrimagnetik.....	7
Gambar 2.6 Kurva Histerisis	13
Gambar 2.7 Struktur Heksagonal Barium Heksaferit	14
Gambar 2.8 Difraksi Bidang Atom	15
Gambar 3.1 Diagram Alir	17
Gambar 4.1 Grafik Uji Kuat Tekan	18
Gambar 4.2 Kurva Histerisis Sampel Uji	19
Gambar 4.3 Grafik Hasil XRD.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat beberapa magnet keras.....	11
Tabel 4.1 Uji Kuat Tekan.....	22
Tabel 4.2 Karakteristik Sifat Magnet Sampel.....	24
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan untuk BaFe ₁₂ O ₁₉ dengan <i>epoxy resin</i> 2.5%.....	27
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan untuk BaFe ₁₂ O ₁₉ dengan <i>epoxy resin</i> 5%.....	28

**PENGARUH KOMPOSISI *EPOXI RESIN* TERHADAP SIFAT MEKANIK,
SIFAT MAGNET DAN STRUKTUR MIKRO PADA PEMBUATAN MAGNET
KOMPOSIT BARIUM HEKSAFERIT
(BaFe₁₂O₁₉)**

**Oleh
Siti Khodijah
08021181419007**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pembuatan dan karakterisasi *bonded magnet* BaFe₁₂O₁₉ dari bahan serbuk BaFe₁₂O₁₉ komersial yang dicampur dengan variasi komposisi *epoxy resin*. *Epoxy resin* yang divariasikan yaitu 2.5% dan 5% dengan penekanan selama satu menit menggunakan suhu 25°C. Karakterisasi yang dilakukan meliputi sifat mekanik (kuat tekan), sifat magnetik (kurva histeresis) dan strukturmikro. Sampel yang telah dicetak dikarakterisasi menggunakan *Compressive Strength Test*, *VSM (Vibreting Sample Magnetometer)* dan *XRD (X-Ray Diffraction)*. Kemudian serbuk barium heksaferit dicampur dengan *epoxy resin* dan ditambahkan katalis sebanyak dua tetes serta dicetak menggunakan alat *press hydraulic*. Proses *aging* dilakukan selama ±24 jam dengan suhu 60°C. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanik (kuat tekan), uji sifat magnet (kurva histeresis), dan uji struktur mikro. Hasil karakterisasi sampel untuk uji kuat tekan menunjukkan bahwa sampel dengan komposisi *epoxy resin* 5% memiliki nilai kuat tekan yang paling tinggi, yaitu sebesar 7,3 kgf. Analisa dengan uji VSM dengan komposisi *epoxy resin* sebanyak 5% memiliki kondisi sifat magnetik yang baik dilihat dari nilai remanansi yang tinggi yaitu sebesar 18.17938753 nm. Dari pengukuran uji XRD pada sampel hasil penelitian menunjukkan adanya fasa tunggal BaFe₁₂O₁₉ pada sampel, dimana nilai Ukuran Kristal rata-rata magnet barium heksaferit (BaFe₁₂O₁₉) dengan penambahan *epoxy resin* 2,5% yaitu 19,91815133 nm, dibulatkan menjadi 19,92 nm dan simpangannya sebesar 8,71161248 nm, dibulatkan menjadi 8,71 nm.

Kata kunci : Magnet Permanen *Bonded*, BaFe₁₂O₁₉, *Compressive Strength Test*, *X-Ray Diffraction* (XRD), *Vibreting Sample Magnetometer* (VSM)

**THE EFFECT OF EPOXY RESIN COMPOSITION ON MECHANICAL
PROPERTIES, MAGNET PROPERTIES AND MICRO STRUCTURE IN
MAKING OF MAGNET COMPOSITE BARIUM HEXAFERRITE**

(BaFe₁₂O₁₉)

By

Siti Khodijah

08021181419007

ABSTRACT

A research on the preparation and characterization of BaFe₁₂O₁₉ bonded magnets from commercial BaFe₁₂O₁₉ powder material mixed with various epoxy resin compositions. Epoxy resins were varied by 2.5% and 5% with one minute pressurization using 25°C. Characterization includes mechanical properties (compressive strength), magnetic properties (hysteresis curves) and microstructures. Printed samples were characterized using Compressive Strength Test, VSM (Vibreting Sample Magnetometer) and XRD (X-Ray Diffraction). Then the barium hexaferrite powder was mixed with epoxy resin and added two drops of catalyst and printed using a hydraulic press tool 25°C. The aging process is carried out for ± 24 hours with a temperature of 60°C. Furthermore, tests of mechanical properties (compressive strength), magnetic properties test (hysteresis curve), and microstructure test. The result of sample characterization for compressive strength test showed that the sample with epoxy resin composition of 5% had the highest value of compressive strength, which was 7.3 kgf. Analysis with VSM test with epoxy resin composition as much as 5% have good magnetic properties condition seen from high remanensi value that is 30.03 emu/gram. From the measurement of the XRD test on the sample, the results show that there is a single phase BaFe₁₂O₁₉ in the sample, with the highest BaFe₁₂O₁₉ crystal structure values found in the sample with a 2.5% epoxy resin composition ie 8,71161248 nm.

Keywords: Permanent Magnet, BaFe₁₂O₁₉, Compressive Strength Test, X-Ray Diffraction (XRD), Vibreting Sample Magnetometer (VSM)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini di Indonesia produk magnet khususnya magnet permanen yang ada dipasaran 100% masih berbasis impor. Kebutuhan magnet permanen di Indonesia sangat tinggi dan menempatkan Indonesia menjadi pasar nomor 2 dunia (Widanarto, 2015).

Magnet barium ferit mulai dikembangkan pada awal tahun 1960, Magnet ini termasuk klasifikasi material keramik magnet keras (Ramadhan, dkk, 2018). Magnet ferit atau magnet keramik merupakan produk kompetitif dalam pasar magnet karena harganya yang murah, tahan terhadap korosi dan stabil secara kimiawi (Widanarto, 2015).

Magnet barium heksaferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ atau $\text{BaO}\cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$) merupakan salah satu magnet ferit yang telah didoping dengan oksida barium (Widanarto, 2015). Magnet permanen berbasis bahan ferit seperti barium ferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) telah banyak diaplikasikan dalam bidang industri khususnya bidang otomotif, telekomunikasi, pemroses data, elektronika, instrumentasi, manufaktur, industri pesawat terbang dan *biosurgical* (Kuncoro, 2015). Bahan ini telah digunakan secara luas antara lain dalam fabrikasi magnet permanen komersial, penyimpanan data komputer, media *magnetic recording*, fluida magnetik untuk aplikasi biomedis dan peralatan gelombang mikro (Winatapura, dkk, 2013).

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan bonded magnet *Barium hexaferrite* dengan variasi *epoxi Resin* 2.5% dan 5% dengan tekanan 10ton menggunakan alat *Hydraulic Press*. Bahan barium heksaferit yang akan digunakan pada penelitian ini adalah serbuk barium heksaferit komersial (yang biasa dijual dipasaran). Karakterisasi yang dilakukan meliputi kuat tekan (*compressive strength*), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan VSM (*Vibreting Sample Magnetometer*).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini anatra lain:

1. Bagaimana cara pembuatan magnet *bonded* $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dengan variasi komposisi

epoxy resin?

2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi *epoxy resin* terhadap sifat mekanik, sifat magnetik dan mikrostruktur magnet *bonded* BaFe₁₂O₁₉?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Memahami cara pembuatan magnet *bonded* BaFe₁₂O₁₉ dengan variasi komposisi *epoxy resin*.
2. Memahami pengaruh variasi komposisi *epoxy resin* terhadap sifat mekanik, magnetik dan mikrostruktur magnet *bonded* BaFe₁₂O₁₉.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini meliputi:

1. Menambah pengetahuan tentang cara pembuatan magnet *bonded* BaFe₁₂O₁₉ dengan variasi komposisi *epoxy resin*.
2. Memahami magnet permanen BaFe₁₂O₁₉ melalui perbandingan variasi komposisi *epoxy resin* dari hasil karakterisasi melalui pengukuran sifat mekanik, sifat magnetik dan struktur mikro.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Menggunakan bahan baku serbuk komersial BaFe₁₂O₁₉.
2. Menggunakan variasi komposisi *epoxy resin* 2.5% dan 5% sebagai campuran bahan serbuk komersial BaFe₁₂O₁₉.

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 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang studi literature 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 beserta uraian pembahasannya.

BAB V PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA

- Afza, E., 2011. *Pembuatan Magnet Permanent Ba-Hexa Ferrite ($BaO.6Fe_2O_3$) Dengan Metode Koopresipitasi dan Karakterisasinya*. Skripsi, Medan: FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Atmono, T.M., Prasetyowati, R., dan Kartika, A.M.R., 2015. *Pembuatan Prototipe Vibrating Sample Magnetometer Untuk Pengamatan Sifat Magnetik Lapisan Tipis*. Yogyakarta: BATAN.
- Ewa, D.E., Ukpata, J.O. dan Etika, A.A., 2013. *Effect of Curing on the Compressive Strengths of Commercial Sandcrete Block in Calabar Nigeria*. International Journal of Engineering and Technology 7(3): 5.
- Fulani, E.P., 2001. *Permanent Magnet and Electromechanical Devices*. Academic Press: London.
- Ginting, D., 2014. *Efek Penambahan Boron Terhadap Mikrostruktur, Sifat Fisis, dan Magnetik Barium Heksaferit*. Skripsi, Medan: FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Hulu, B., 2015. *Pembuatan Magnet Berbasis $BaFe_{12}O_{19}$ - SiO_2 dan Karakterisasinya*. Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara: Sumatera Utara.
- Havwini, T., 2013. *Pengaruh Komposisi Bakelit dan Resin Epoksi Pada Pembuatan Bonded Magnet Permanen Pr-Fe-B*. Skripsi, Medan: FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Kuncoro, H.S., dkk, 2015. *Sifat Densitas Dan Kemagnetan Barium Ferit Dari Partikel Nano $BaFe_{12}O_{19}$ Yang Disintesis Menggunakan Metode Emulsi Mikro*. Jurnal Keramik Indonesia Vol.5 (2): 62.
- Manaf, A., 2000. *Magnet Permanen Berbasis Nd-Fe-B*. Prosiding Seminar Nasional Bahan Magnet I, ISSN 1411-7630.
- Muklisin, I., 2013. *Pembuatan dan Karakterisasi Magnet Komposit Ferit dengan Bahan Pengikat Resin*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Ritawanti, A., dkk, 2016. *Pengaruh Ukuran Butir (grain size) pada Pembuatan Bonded Magnet NdFeB*. Jurnal Alumni Fisika Universitas Negeri Medan Vol.2 (1): 1.

- Sagita, L., 2015. *Optimasi Milling Time Powder terhadap Sifat Fisis dan Mikrostruktur $BaFe_{12}O_{19}$ Dengan SiO_2 sebagai Aditif*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara: Sumatera Utara.
- Widanarto, W., dkk, 2015. *Peningkatan Sifat Magnetik Material Hematit Melalui Substitusi Barium dan Kontrol Temperatur Sintering*. Jurnal Fisika Vol.18(4): 125.
- Winatapura, D.S., dkk, 2013. *Karakterisasi $BaFe_{12}O_{19}$ Koersivitas Tinggi Hasil Sintesis dengan Metode Kopresipitasi Kimia*. Jurnal. Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia Vol.14 (2): 80.
- Yusan, I., dkk, 2012. *Pengembangan Magnet Permanen Berbasis Ferrite untuk Produk Meter AirPt Multi Instrumentasi, Bandung*. Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Kalibrasi, Instrumentasi, dan Metrologi ke-38.