

Bidang Penelitian : MIPA

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

JUDUL PENELITIAN

**SINTESIS BAHAN SMART MAGNETIK BERBASIS
 $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ UNTUK PENYERAP GELOMBANG
ELEKTROMAGNETIK**



Oleh :

1. **Akmal Johan, S.Si., M.Si.** (NIDN. 0021127309)
2. **Dr. Fitri Suryani Arsyad** (NIDN. 0019107001)
3. **Dr. Wisnu Ari Adi** (NIP. 197112131998031003)

Dibiayai dari:

Anggaran DIPA Badan Layanan Umum
Universitas Sriwijaya tahun anggaran 2018
No. 108.137/UN9/SB3.LP2M.PT/2018 tanggal 05 Desember 2017
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya
Nomor : 0007/UN9/SK.LP2M.PT/2018
Tanggal 06 Juni 2018

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

B. HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Sintesis Bahan Smart Magnetik Berbasis $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ Untuk Penyerap Gelombang Elektromagnetik
2. Bidang Penelitian : MIPA
3. Ketua Peneliti :
 - a. Nama Lengkap : Akmal Johan, S.Si., M.Si.
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP / NIDN : 19731221 199903 1 003 / 0021127309
 - d. Pangkat dan Golongan : Pembina/ IV.a
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - g. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
 - h. Fakultas / Jurusan : MIPA / Fisika
 - i. Alamat Kantor : Jurusan Fisika FMIPA Kampus Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang-Prabumulih KM.32 Indralaya Ogan Ilir
 - j. Telepon / Faks : 0711-580743 / 0711-580056
 - k. Alamat Rumah : Jln. Lintas Timur Perum TPI Blok D.6 No.09 RT.10
LK.V Kelurahan Indralaya Mulya Kecamatan
Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Propinsi Sumatera
Selatan
- l. Telepon/HP/Fax/E-mail : 0711-581380/ HP.08127392602/
akmal_johan@mipa.unsri.ac.id
4. Jangka Waktu Penelitian : 10 (sepuluh) bulan
5. Biaya Tahun Pertama : Rp. 71.000.000,- (*Tujuh puluh satu juta rupiah*)

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA,



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.
NIP. 19721004 199702 1 001

Indralaya, 26 November 2018
Ketua Peneliti,

Akmal Johan. S.Si., M.Si.
NIP. 19731221 199903 1 003

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Sriwijaya



Prof. Drs. Tatang Suhery, M.A, Ph.D.
NIP. 19590412 198403 1 002

C. SISTEMATIKA PENELITIAN

I. Identitas Penelitian

1. Judul Usulan : Sintesis Bahan Smart Magnetik Berbasis $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ Untuk Penyerap Gelombang Elektromagnetik
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Akmal Johan, S.Si., M.Si.
 - b. Bidang Keahlian : Fisika Material
3. Anggota peneliti

No	Nama dan Gelar	Keahlian	Institusi	Alokasi Waktu (Jam/minggu)
1.	Dr. Fitri Suryani Arsyad	Fisika Material	Universitas Sriwijaya	15
2.	Dr. Wisnu Ari Adi	Fisika Material	Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju (PSTBM) – BATAN PUSPIPTEK Serpong	15

4. Isu Strategis :

Perkembangan teknologi semakin meningkat terutama di bidang telekomunikasi, seperti telepon genggam (ponsel). Ponsel dengan komponen elektronik yang bekerja pada frekuensi tinggi sering mengalami kebocoran frekuensi. Fenomena ini disebut EMI (interferensi gelombang elektromagnetik). Fenomena EMI dapat mengganggu kinerja komponen elektronik tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan penyerap gelombang elektromagnetik (absorber) untuk menghindari kebocoran frekuensi. Syarat yang harus dipenuhi oleh suatu material agar dapat digunakan sebagai bahan penyerap gelombang elektromagnetik adalah material tersebut harus memiliki permeabilitas tinggi, permitivitas yang tinggi, koersivitas rendah, resistivitas tinggi dan saturasi magnetik yang tinggi, sehingga nilai dari reflection loss yang dihasilkan bahan cukup besar. Salah satu contoh bahan absorber yang banyak dikembangkan saat ini adalah zink-ferit (ZnFe_2O_4). ZnFe_2O_4 mengandung zink (Zn) sebagai komponen permitivitas sedangkan ferit sebagai komponen permeabilitasi.

5. Topik Penelitian : Karakterisasi dan analisa Bahan Smart Magnetik Berbasis $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ Untuk Penyerap Gelombang Elektromagnetik.
6. Objek penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian).

Pada Tahun pertama (2018), mempelajari sifat fisika dan magnetik dari senyawa magnetic sistem $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ hasil mechanical alloying. Fokus utama penelitian adalah pada efek modifikasi struktur kristal fasa material dasar terhadap sifat sifat fisika dan magnetik. Sifat Fisika yang dimaksud mencakup resistivitas listrik,

permitivitas, parameter sel satuan kristal masing-masing senyawa, polarisasi listrik, konstanta dielektrik. Sifat magnetik mencakup polarisasi spontan magnet, magnetisasi remanen, konstanta anisotropi, permeabilitas, medan koersivitas dan bentuk loop histeresis. Kajian sifat-sifat material jenis senyawa tersebut ditelusuri secara teoretikal dan eksperimental.

Pada Tahun kedua (2019), mempelajari sifat fisika dan magnetik dari senyawa magnetic sistem $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ hasil mechanical alloying. Fokus utama penelitian adalah pada efek modifikasi struktur kristal fasa material dasar terhadap sifat sifat fisika dan magnetik. Sifat Fisika yang dimaksud mencakup resistivitas listrik, permitivitas, parameter sel satuan kristal masing-masing senyawa, polarisasi listrik, konstanta dielektrik. Sifat magnetik mencakup polarisasi spontan magnet, magnetisasi remanen, konstanta anisotropi, permeabilitas, medan koersivitas dan bentuk loop histeresis. Kajian sifat-sifat material jenis senyawa tersebut ditelusuri secara teoretikal dan eksperimental.

Pada Tahun ketiga (2020), fokus penelitian pada material nanopartikel yang melibatkan fasa material dari jenis senyawa magnetik yang selesai dikaji pada Tahun I dan II. Sistem nanopartikel yang dimaksud dipersiapkan melalui proses penghalusan material hasil mekanikal alloying dan dilanjutkan dengan deformasi gelombang ultrasonic frekuensi tinggi menggunakan perangkat sonicator untuk menghasilkan material yang memiliki sistem nanostructure. Diharapkan dari kegiatan penelitian pada tahun III telah dihasilkan kandidat material yang mampu menyerap adanya interferensi gelombang elektromagnetik pada telepon seluler lengkap dengan spesifikasi sifat-sifat absorpsinya.

7. Lokasi Penelitian : Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA

Universitas Sriwijaya dan Laboratorium Bidang Karakterisasi dan Analisis Nuklir (BKAN) – Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju (PSTBM) – BATAN PUSPIPTEK Serpong

8. Hasil yang ditargetkan.

Usulan penelitian ini berorientasi pada eksplorasi sifat-sifat material khususnya besaran impedansi dan reflection loss. Penelusuran secara eksperimental memerlukan preparasi yang sistematis terhadap material baik pada komposisi material maupun pada proses pembentukan fasa material. Sifat-sifat material yang diteliti mencakup beberapa fenomena fisika di dalam material seperti ferromagnetism, ferroelectric, magnetocrystalline anisotropy constant, complex impedance, magnetic permeability, electric permittivity dan lain sebagainya yang kaya dengan kandungan ilmiah. Karenanya luaran yang dapat diharapkan sebagai hasil telusuran adalah berbagai karya dan kegiatan ilmiah seperti :

1. Material yang mampu menyerap adanya interferensi gelombang elektromagnetik dengan spesifikasi sifat-sifat absorpsinya.
2. Publikasi ilmiah di jurnal internasional minimal 1 buah dan artikel ilmiah di jurnal nasional terakreditasi minimal 1 buah..

9. Institusi lain yang terlibat : Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju (PSTBM) –

BATAN PUSPIPTEK Serpong

10. Sumber biaya lain :----- sebesar Rp -----

11. Keterangan lain yang dianggap perlu : -----

II. Substansi Penelitian

ABSTRAK

Aplikasi secara komersial bahan penyerap gelombang adalah untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi pada perangkat elektronik khususnya yang bekerja pada frekuensi tinggi. Pada umumnya masalah yang timbul adalah terjadinya medan bias yang terjadi akibat interferensi elektromagnetik sehingga dapat mengurangi kinerja dari peralatan elektronik tersebut. Untuk menghilangkan medan bias tersebut diperlukan bahan magnet yang dapat beresonansi pada frekuensi tertentu sehingga diharapkan dapat menyerap radiasi gelombang elektromagnetik yang tidak diinginkan. Bahan ferromagnet dengan permeabilitas yang sangat tinggi dapat digunakan sebagai penyerap gelombang elektromagnetik frekuensi rendah. Biasanya bahan tersebut digantikan dengan bahan magnet berbasis ferrite yang mampu mereduksi gelombang elektromagnetik hingga skala MHz bahkan sampai GHz.

Salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk aplikasi praktis sebagai penyerap gelombang elektromagnetik adalah bahwa bahan ini harus memiliki nilai koersivitas serendah mungkin dengan saturasi magnet yang tinggi. Dengan demikian diperlukan modifikasi bahan agar dapat memperkecil nilai koersivitas dari bahan ini. Berdasarkan fenomena tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi bahan yaitu dengan substitusi Zn ke dalam Co dan La ke dalam Fe pada system $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ sehingga diharapkan dapat mempengaruhi baik struktur maupun sifat-sifat magnetiknya. Namun sejauh mana pengaruh substitusi Mn dan Ti terhadap struktur kristal sehingga dapat mempengaruhi sifat-sifat magnetik dari bahan ini belum dieksplorasi secara lengkap. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan material yang berbasis ferrite yang mampu menyerap bias gelombang elektromagnetik dengan biaya yang murah dan mudah diaplikasikan dengan metode *Mechanical Milling*.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Sistematika Usul Penelitian	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
BAB I Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Tujuan Khusus Penelitian	2
I.3. Manfaat Penelitian	2
I.4. Urgensi Penelitian	3
Bab II. Peta Jalan Penelitian (<i>Road Map</i>)	4
2.1. Peta Jalan Penelitian	4
Bab III. Studi Pustaka	5
Bab IV. Metode Penelitian	7
4.1. Waktu dan Tempat Penelitian	7
4.2. Metode Penelitian	8
4.3. Alat dan Bahan Penelitian	10
Bab VI. Hasil dan Pembahasan	12
Bab V. Kesimpulan	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN I IDENTITAS DIRI TIM PENELITI	25
LAMPIRAN II BUKTI SERTIFIKAT PESERTA PEMAKALH SEMINAR INTERNASIONAL	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Jalan Penelitian (<i>Road Map</i>)	4
Gambar 3.1. Struktur kristal Ferrite (MFe_2O_4)	6
Gambar 4.1. Peralatan Sintesis dan Karakterisasi	11
Gambar 5.1. Hasil analisa kualitatif pola difraksi sinar-X sampel $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ($x = 0 - 1$)	12
Gambar 5.2. Pergeseran puncak-puncak dari pola difraksi sinar-X sampel $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ($x = 0 - 1$)	13
Gambar 5.3. Hasil analisis kuantitatif pola difraksi sinar-X sampel $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ($x = 0 - 1$)	14
Gambar 5.4. Hasil perhitungan ukuran kristalit metode Williamson-Hall dan morfologi partikel $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ yang diamati menggunakan SEM untuk sampel (a) dan (f) $x = 0$; (b) dan (g) $x = 0,25$; (c) dan (h) $x = 0,5$; (d) dan (i) $x = 0,75$; (e) dan (j) $x = 1$.	17
Gambar 5.5. Volume unit sel dan kerapatan atomik sebagai fungsi komposisi	18
Gambar 5.6. Ilustrasi struktur spinel ferit $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ dengan simetri kristal cubic (grup ruang $Fd-3m$)	19

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Bahan dasar penelitian $Co_{(1-y)}Zn_yFe_2O_4$	8
Tabel 4.2. Bahan dasar penelitian $CoFe_{2-x}La_xO_4$	8
Tabel 4.3. Bahan dasar penelitian $Co_{(1-y)}Zn_yFe_{2-x}La_xO_4$	9
Tabel 4.4. Peralatan Sintesis dan Karakterisasi	10
Tabel 5.1. Nilai parameter struktur, kriteria fit (Rwp), goodness of fit (χ^2) dan fraksi massa fasa yang terbentuk dalam sampel $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ dengan variasi dalam komposisi ($x = 0 - 1$)	15
Tabel 5.2. Distribusi kationik yang dihitung berdasarkan hasil refinement data XRD	19

BAB I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Material magnetik dengan basis senyawa ferrite sampai saat ini masih menarik perhatian banyak para peneliti maupun pelaku industri mengingat aplikasinya yang sangat luas dalam industri elektronik dan telekomunikasi. Diketahui bahwa material berbasis ferrite sampai saat ini masih menguasai pangsa pasar dunia hingga 52% hanya sebagai bahan magnet permanen saja [1,2]. Bagi para peneliti, senyawa ferrite menjadi menarik karena sifat kemagnetannya juga menjanjikan untuk dieksplorasi lebih lanjut dalam kaitan dengan fenomena-fenomena fisis yang lain, antara lain potensinya untuk menjadi bahan penyerap gelombang mikro, dikarenakan permeabilitasnya sebagai fungsi frekuensi bernilai tinggi terutama di sekitar daerah frekuensi gelombang mikro [3-5]. Kelebihan yang dimiliki oleh senyawa magnetik ferrite antara lain adalah di samping komponen utamanya berbasis besi oksida (Fe_2O_3) yang ketersediaannya di dunia berlimpah dan dengan demikian dapat diproduksi dengan biaya material yang murah, senyawa ini juga memiliki magnetocrystalline anisotropy constant yang relatif tinggi $\sim 0.33 \text{ MJ.m}^{-3}$, temperatur Curie $\sim 450 \text{ }^\circ\text{C}$ sehingga dapat beroperasi pada temperature relatif tinggi, di samping nilai magnetisasi totalnya yang besar $\sim 0,5 \text{ T}$ dan dengan demikian berpotensi memiliki energi sebesar $\sim 45,26 \text{ kJ.m}^{-3}$. [6-8]. Kedua jenis material magnetik yang disebutkan di atas memiliki fasa-fasa oksida yang dibangun berdasarkan ikatan ionik yang sangat kuat. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kondisi atmosfer yang umum, kedua jenis material ini secara kimia dan fisika sangat stabil. Jenisnya yang ionik, memudahkan pula proses sintesis material melalui metode yang tidak terlalu sulit seperti solid state reaction [9] dan sol gel [10] serta metode pembentukan thin film melalui spin coating [11]. Mempertimbangkan pengalaman yang cukup dari anggota peneliti di grup kami dalam hal sintesis senyawa oksida dengan dasar fasa ferit, dan pengetahuan serta pengalaman penelitian dalam riset fundamental fenomena-fenomena fisis dalam zat mampat dari pengusul [12-14], kami mengusulkan untuk mengeksplorasi sifat-sifat penyerapan gelombang mikro dari material nanokristalit berbasis $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ dalam kegiatan penelitian unggulan kompetitif. Hal ini sejalan dengan pengembangan kegiatan riset yang sedang berjalan di Universitas Sriwijaya oleh kelompok peneliti material magnetik-elektrik agar terdapat sinergi yang saling menguntungkan dari dua keahlian yang berbeda, yakni keahlian sintesis bahan magnetik dan keahlian dalam pemodelan teoretik. Di samping itu, arah penelitian ini juga masih sangat up-to-date, mengingat pemanfaatan bahan magnetik

berbasis ferrite sebagai bahan penyerap gelombang mikro hingga ini masih terbuka untuk dikembangkan. Dalam proposal ini kami mengajukan rencana penelitian dengan fokus pada eksplorasi sifat ekstrinsik material nanokristalit berbasis $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ pasca rekayasa struktur kristal, dan pengukuran serta perhitungan teoretik sifat serapan gelombang mikro dari material hasil rekayasa struktur tersebut. Rekayasa struktur kristal akan dilakukan melalui substitusi ionik dengan teknik implantasi serta rekayasa material menjadi nanocrystalline materials melalui teknik deformasi mekanik dilanjutkan dengan deformasi secara ultrasonik.

I.2. Tujuan Khusus Penelitian

Bertolak dari deskripsi yang telah diberikan diatas, pengusul menetapkan arah pengembangan penelitian pada eksplorasi rekayasa struktur Kristal material komposit sistem $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$. Senyawa material memiliki fasa magnetik dasar $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ dan $\text{CoFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ atau dikenal sebagai cobalt ferrite. Kedua fasa penyusun material akan direkayasa baik struktur kristalnya maupun struktur materialnya untuk menghasilkan efek kopling antar fasa. Rekayasa struktur kristal akan dilakukan melalui substitusi parsial elemen-elemen penyusun kristal dan menjalani proses implantasi ion dengan ion Zn-La untuk menurunkan magnetocrystalline anisotropy constant fasa. Preparasi material ditelusuri melalui mechanical milling dan solid state reaction agar diperoleh partikel mengandung nanokristalit penyusun struktur material. Pembuatan nanoparticles material akan ditelusuri melalui deformasi oleh ledakan cavity yang dihasilkan oleh vibrasi mekanik frekuensi tinggi ~ 20 kHz. Tujuan dari penelitian ini dengan demikian adalah penelusuran sifat ekstrinsik material terutama sifat magnetik dan elektrik antara lain permeabilitas magnetik dan permitivitas elektrik suatu system bulk materials untuk mengkaji potensi senyawa magnetik cobalt ferrite sebagai kandidat material penyerap gelombang mikro.

I.3. Manfaat Penelitian

Manfaat secara umum bahwa bahan magnet baik berbasis ferrite mampu mereduksi gelombang elektromagnetik hingga skala MHz bahkan sampai GHz. Berdasarkan fenomena tersebut, bahan magnet berbasis ferrite sangat efektif untuk penyerap gelombang elektromagnetik frekuensi ultra tinggi pada frekuensi radar yang bekerja pada frekuensi MHz hingga GHz dengan sedikit *magnetic loss*. Aplikasi yang lain adalah untuk transformator frekuensi tinggi, device elektronik, filter inductor, resonansi electromagnet (EMI), dan dapat juga diaplikasikan sebagai radar absorbing material (RAM) [15-16]. Sedangkan manfaat

secara khusus bahwa kombinasi bahan ini memiliki struktur yang sangat beragam bergantung pada komposisinya, dengan demikian melalui pemahaman konsep modifikasi bahan, diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih luas tentang rekayasa bahan guna untuk aplikasi-aplikasi tertentu sesuai dengan kebutuhan.

I.4. Urgensi Penelitian

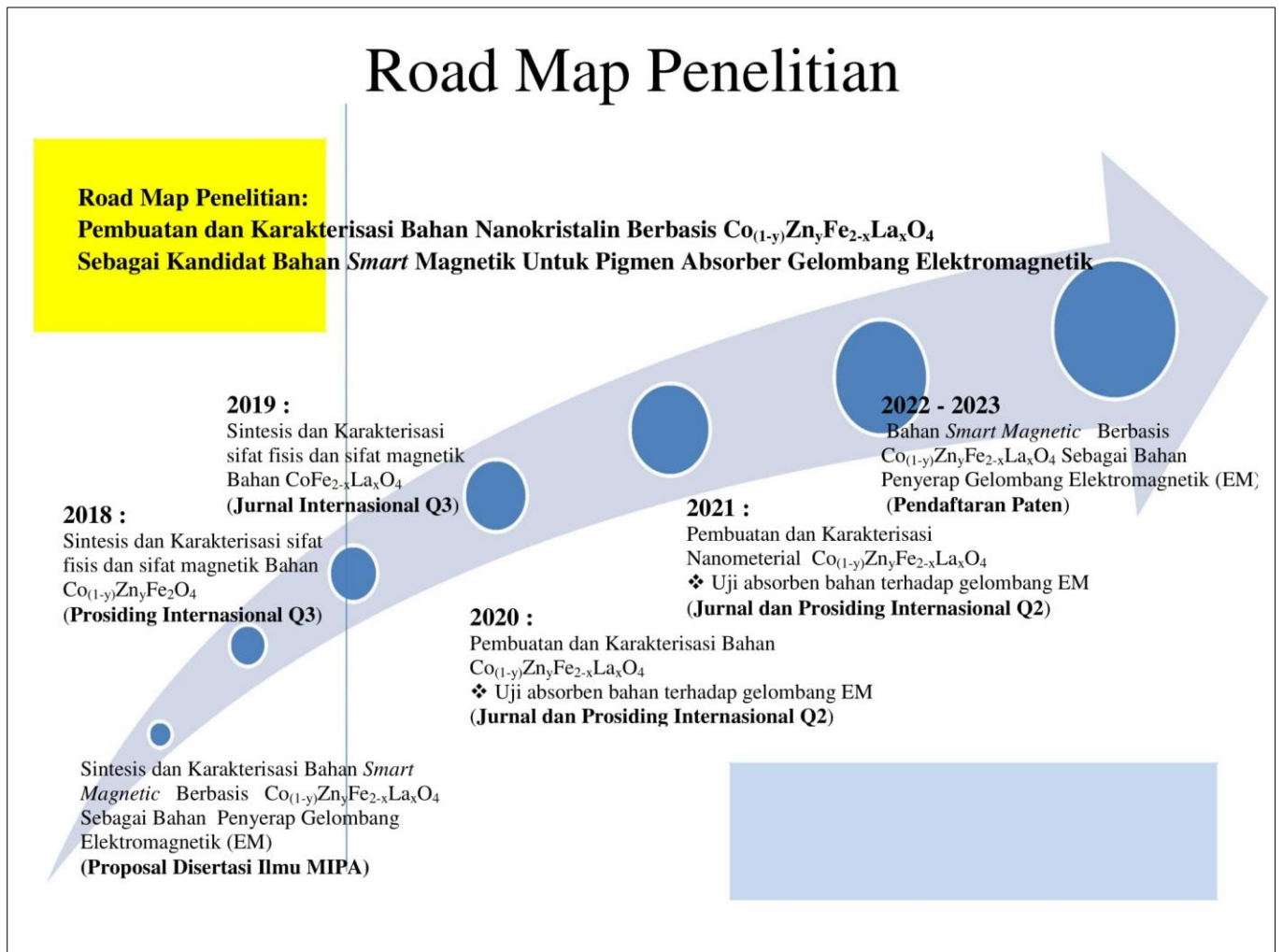
Sintesis dan karakterisasi terhadap senyawa $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ dengan variasi x diperoleh bahwa dengan substitusi ion-ion Zn^{2+} dan La^{3+} akan meningkatkan kepadatan dan konektivitas antar butir. Efek substitusi terhadap sifat magnetic mengungkapkan bahwa magnetisasi total, remanen dan koersivitas berubah dengan adanya substitusi ini. Karena koersivitas dan magnetisasi total dapat dikendalikan/diatur sementara sifat resistivitasnya dipertahankan, maka bahan ini sangat berguna untuk absorber gelombang mikro [17].

Pada Tahun pertama, mensintesis dan mengkarakterisasi senyawa magnetik sistem $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ dan $\text{CoFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ hasil mechanical alloying. Fokus utama penelitian adalah pada efek modifikasi struktur kristal fasa material dasar terhadap sifat sifat fisika dan magnetik.

Pada Tahun kedua, mempelajari sifat fisika dan magnetik dari senyawa magnetik sistem $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ hasil mechanical alloying. Fokus utama penelitian adalah pada efek modifikasi struktur kristal fasa material dasar terhadap sifat sifat fisika dan magnetik. Sifat Fisika yang dimaksud mencakup resistivitas listrik, permitivitas, parameter sel satuan kristal masing-masing senyawa, polarisasi listrik, konstanta dielektrik. Sifat magnetik mencakup polarisasi spontan magnet, magnetisasi remanen, konstanta anisotropi, permeabilitas, medan koersivitas dan bentuk loop histeresis. Kajian sifat-sifat material jenis senyawa tersebut ditelusuri secara teoretikal dan eksperimental.

Pada Tahun ketiga, fokus penelitian pada material nanopartikel sistem nanokristal yang melibatkan fasa material dari jenis senyawa magnetik yang selesai dikaji pada Tahun I dan II. Sistem nanopartikel yang dimaksud dipersiapkan melalui proses penghalusan material hasil mekanikal milling dan dilanjutkan dengan deformasi gelombang ultrasonik frekuensi tinggi menggunakan perangkat sonikator untuk menghasilkan material yang memiliki sistem nanopartikel. Diharapkan dari kegiatan penelitian pada tahun III telah dihasilkan kandidat material yang mampu menyerap adanya interferensi gelombang elektromagnetik pada telepon seluler lengkap dengan spesifikasi sifat-sifat absorpsinya.

BAB II. PETA JALAN PENELITIAN (*ROAD MAP*)

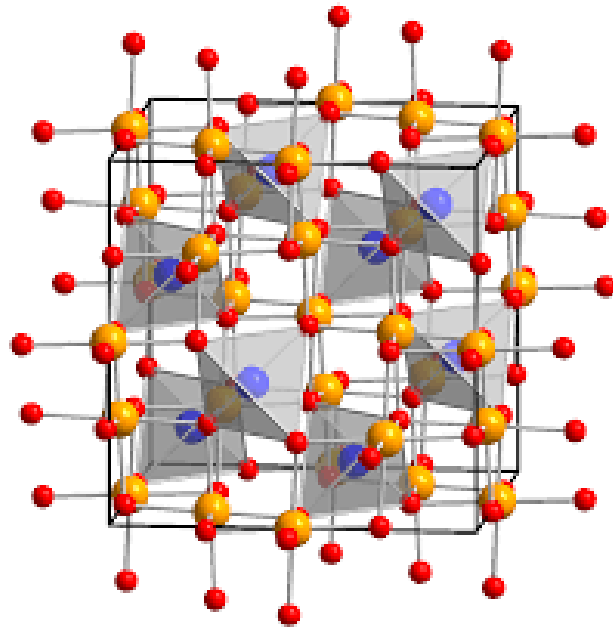


Gambar 2.1. Peta Jalan Penelitian (*Road Map*)

BAB III. STUDI PUSTAKA

Akhir-akhir ini, perkembangan teknologi semakin meningkat terutama di bidang telekomunikasi, seperti telepon genggam (ponsel). Ponsel dengan komponen elektronik yang bekerja pada frekuensi tinggi sering mengalami kebocoran frekuensi. Fenomena ini disebut EMI (interferensi gelombang elektromagnetik). Fenomena EMI dapat mengganggu kinerja komponen elektronik tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan penyerap gelombang elektromagnetik (absorber) untuk menghindari kebocoran frekuensi [14]. Syarat yang harus dipenuhi oleh suatu material agar dapat digunakan sebagai bahan penyerap gelombang elektromagnetik adalah material tersebut harus memiliki permeabilitas tinggi, permitivitas yang tinggi, koersivitas rendah, resistivitas tinggi dan saturasi magnetik yang tinggi, sehingga nilai dari reflection loss yang dihasilkan bahan cukup besar [15-17]. Salah satu contoh bahan absorber yang banyak dikembangkan saat ini adalah zink-ferit (ZnFe_2O_4). ZnFe_2O_4 mengandung zink (Zn) sebagai komponen permitivitas sedangkan ferit sebagai komponen permeabilitas [16].

ZnFe_2O_4 merupakan salah satu senyawa magnetik yang memiliki struktur kristal spinel kubik yang mengandung ion Zn^{2+} dan Fe^{3+} . Ion Zn^{2+} menempati tapak (site) A (tetrahedral), sedangkan ion Fe^{3+} menempati tapak B (oktahedral) [17-18]. ZnFe_2O_4 bersifat antiferomagnetik pada suhu Neel 10.5 K dan bersifat paramagnetik pada suhu tinggi [19]. ZnFe_2O_4 digolongkan sebagai material soft magnetic dengan koersivitas dan magnetisasi saturasi yang rendah tetapi memiliki resistivitas listrik yang tinggi sehingga membuat material ini sangat cocok untuk aplikasi bidang magnetik dan magneto-optik [20]. Nanopartikel ZnFe_2O_4 menampilkan kurva histeresis yang sempit sehingga material ini dapat digunakan sebagai bahan penyerap gelombang mikro, low and high frequency transformer cores, high density information storage materials, dan aplikasi frekuensi tinggi lainnya [21-22]. Berbagai metode telah yang dikembangkan untuk mensintesis senyawa spinel ZnFe_2O_4 , baik secara fisika maupun kimia. Pada penelitian sebelumnya telah berhasil disintesis senyawa spinel lainnya, seperti spinel NiFe_2O_4 fase tunggal hasil sintesis dengan metode milling [23] dan dengan metode sol-gel [24].



Gambar 3.1. Struktur kristal Ferrite (MFe_2O_4).

Spinel ferit adalah senyawa dengan rumus MFe_2O_4 ($M = Mn, Co, Ni, Zn, Mg, dll$), yang memiliki sifat-sifat magnetik, katalitik, optik, dan listrik yang luar biasa. Struktur spinel memiliki grup ruang $Fd3m$. Sel satuan kubik dibentuk oleh 56 atom, 32 anion oksigen terdistribusi dalam struktur kubik tertutup, dan 24 kation yang menempati 8 dari 64 sisi tetrahedral yang tersedia (sisi A) dan 16 dari 32 sisi oktahedral yang tersedia (situs B) [25]. Berbagai macam sistem ferit yang membentuk konstituen utama dari bahan magnetik. Spinel MFe_2O_4 menunjukkan sifat ferromagnetik yang berasal dari pasangan momen magnet anti-paralel antara momen magnet ion Fe^{3+} pada site tetrahedral dengan momen magnet ion M^{2+} dan ion Fe^{3+} pada site octahedral [26-28]. Nanopartikel MFe_2O_4 merupakan material soft magnetic dengan koersivitas dan magnetisasi saturasi yang rendah tetapi memiliki resistivitas listrik yang tinggi sehingga membuat material ini sangat cocok untuk aplikasi bidang magnetik dan magneto-optik. Spinel MFe_2O_4 menampilkan kurva histeresis yang sempit dan karenanya, material ini dapat digunakan sebagai microwave absorbing materials, low and high frequency transformer cores, high density information storage materials, etc. [29].

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini direncanakan berjalan dalam kurun waktu 3 tahun dengan waktu efektif 30 bulan. Sistematika penelitian dan capaian yang diharapkan pada setiap tahun tahapan adalah sebagai berikut :

Tahun I (2018):

Pada Tahun pertama, mempelajari sifat fisika dan magnetik dari senyawa magnetic sistem $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ hasil mechanical alloying. Fokus utama penelitian adalah pada efek modifikasi struktur kristal fasa material dasar terhadap sifat sifat fisika dan magnetik. Sifat Fisika yang dimaksud mencakup resistivitas listrik, permitivitas, parameter sel satuan kristal masing-masing senyawa, polarisasi listrik, konstanta dielektrik. Sifat magnetik mencakup polarisasi spontan magnet, magnetisasi remanen, konstanta anisotropi, permeabilitas, medan koersivitas dan bentuk loop histeresis. Kajian sifat-sifat material jenis senyawa tersebut ditelusuri secara teoretikal dan eksperimental.

Tahun II (2019):

Pada Tahun kedua, mempelajari sifat fisika dan magnetik dari senyawa magnetic sistem $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ hasil mechanical alloying. Fokus utama penelitian adalah pada efek modifikasi struktur kristal fasa material dasar terhadap sifat sifat fisika dan magnetik. Sifat Fisika yang dimaksud mencakup resistivitas listrik, permitivitas, parameter sel satuan kristal masing-masing senyawa, polarisasi listrik, konstanta dielektrik. Sifat magnetik mencakup polarisasi spontan magnet, magnetisasi remanen, konstanta anisotropi, permeabilitas, medan koersivitas dan bentuk loop histeresis. Kajian sifat-sifat material jenis senyawa tersebut ditelusuri secara teoretikal dan eksperimental.

Tahun III (2020):

Pada Tahun ketiga, fokus penelitian pada material nanopartikel yang melibatkan fasa material dari jenis senyawa magnetik yang selesai dikaji pada Tahun I dan II. Sistem nanopartikel yang dimaksud dipersiapkan melalui proses penghalusan material hasil mekanikal alloying dan dilanjutkan dengan deformasi gelombang ultrasonik frekuensi tinggi menggunakan perangkat sonicator untuk menghasilkan material yang memiliki sistem nanostruktur. Diharapkan dari

kegiatan penelitian pada tahun III telah dihasilkan kandidat material yang mampu menyerap adanya interferensi gelombang elektromagnetik pada telepon seluler lengkap dengan spesifikasi sifat-sifat absorpsinya.

4.2. Metode Penelitian

4.2.1. Preparasi Sampel

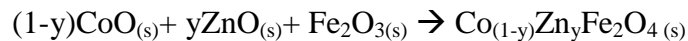
4.2.1.1. $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ (dengan $y : 0 - 1,0$)

Penyiapan prekursor $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ (dengan $y : 0 - 1,0$) dengan metode Mechanical Milling dilakukan dengan perbandingan nominal kandungan besi dan barium Fe : Co adalah 2:1. Bahan-bahan dasar yang digunakan adalah Fe_2O_3 , CoO, dan ZnO dan ethanol, produk Merck dengan tingkat kemurnian *pro analysis*.

Tabel 4.1. Bahan dasar penelitian $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$

No	Nama	Formula Kimia	Produk	Kemurnian
1	Cobalt Oksida	CoO	Merck	99,5 %
2	Iron Oksida	Fe_2O_3	Merck	99,5 %
3	Zinc Oksida	ZnO	Merck	99,5 %

Melakukan pencampuran 3 bahan-bahan dasar tersebut dengan jumlah massanya digunakan prinsip stoichiometri dengan persamaan reaksi :



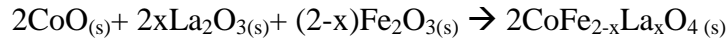
4.2.1.2. $\text{CoFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ (dengan x dan $y : 0 - 1,0$)

Penyiapan prekursor $\text{CoFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ (dengan $x : 0 - 1,0$) dengan metode Mechanical Milling dilakukan dengan perbandingan nominal kandungan besi dan barium Fe : Co adalah 2:1. Bahan-bahan dasar yang digunakan adalah Fe_2O_3 , CoO, dan La_2O_3 dan ethanol, produk Merck dengan tingkat kemurnian *pro analysis*.

Tabel 4.2. Bahan dasar penelitian $\text{CoFe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$

No	Nama	Formula Kimia	Produk	Kemurnian
1	Cobalt Oksida	CoO	Merck	99,5 %
2	Iron Oksida	Fe_2O_3	Merck	99,5 %
3	Lanthanum Oksida	La_2O_3	Merck	99,5 %

Melakukan pencampuran bahan-bahan dasar tersebut dengan jumlah massanya digunakan prinsip stoichiometri dengan persamaan reaksi :



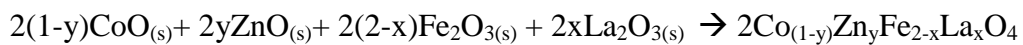
4.2.1.3. $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ (dengan x dan y : 0 – 1,0)

Penyiapan prekursor $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$ (dengan x dan y : 0 – 1,0) dengan metode Mechanical Milling dilakukan dengan perbandingan nominal kandungan besi dan barium Fe : Co adalah 2:1. Bahan-bahan dasar yang digunakan adalah Fe_2O_3 , CoO, ZnO, dan La_2O_3 dan ethanol, produk *Merck* dengan tingkat kemurnian *pro analysis*.

Tabel 4.3. Bahan dasar penelitian $\text{Co}_{(1-y)}\text{Zn}_y\text{Fe}_{2-x}\text{La}_x\text{O}_4$

No	Nama	Formula Kimia	Produk	Kemurnian
1	Cobalt Oksida	CoO	Merck	99,5 %
2	Zinc Oksida	ZnO	Merck	99,5 %
3	Iron Oksida	Fe_2O_3	Merck	99,5 %
4	Lanthanum Oksida	La_2O_3	Merck	99,5 %

Melakukan pencampuran bahan-bahan dasar tersebut dengan jumlah massanya digunakan prinsip stoichiometri dengan persamaan reaksi :



Kemudian serbuk ini masing-masing di milling selama 30 jam menggunakan *high-energy milling*, '*SPEX CertiPrep 8000M Mixer/ Mill*. Untuk menghindari kerusakan pada alat *milling* akibat peningkatan suhu motor yang terlalu tinggi, maka untuk setiap siklus *milling* selama 90 menit, proses dihentikan selama 1 jam untuk proses pendinginan motor. Dalam proses *milling* ini *vial* serta bola yang digunakan terbuat dari *stainless steel*. Serbuk yang telah melalui proses *milling* ini kemudian dibagi dalam beberapa bagian dan dikompaksi dalam bentuk *pellet* dengan tekanan kompaksi sekitar 7 ton/cm². Sampel yang telah dipelet kemudian diproses *sintering* dengan suhu 1050°C selama 15 jam di dalam kondisi atmosfer udara biasa.

Analisis kualitas dan kuantitas fasa-fasa yang ada di dalam sampel diukur menggunakan alat *x – ray diffractometer (XRD)*. Pengukuran pola difraksi sampel dilakukan dengan berkas sinar-x dari *tube anode Cu* (cobalt) dengan panjang gelombang, $\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$, *mode: continuous-scan, step size : 0,02°*, dan *time per step : 0,5 detik*. Profil difraktometer sinar-x dianalisis menggunakan perangkat lunak RIETAN (*Rietveld Analysis*) 1994 dan GSAS [20]. Kemudian analisis struktur magnetik dilakukan dengan alat difraksi neutron (HRPD). Analisis komposisi dan morfologi permukaan menggunakan alat scanning electron

microscope dan energy dispersive x-ray spectroscopy. Sedangkan karakterisasi sifat magnetik diukur dengan menggunakan alat vibrating sampel magnetometer (VSM).

Aktivitas penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA UNSRI, Laboratorium Bidang Karakterisasi dan Analisis Nuklir (BKAN) – Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju (PSTBM) – BATAN PUSPIPTEK Serpong, dan PPET – LIPI meliputi sintesis sampel, mechanical milling, sonikasi, pengujian dan karakterisasi.

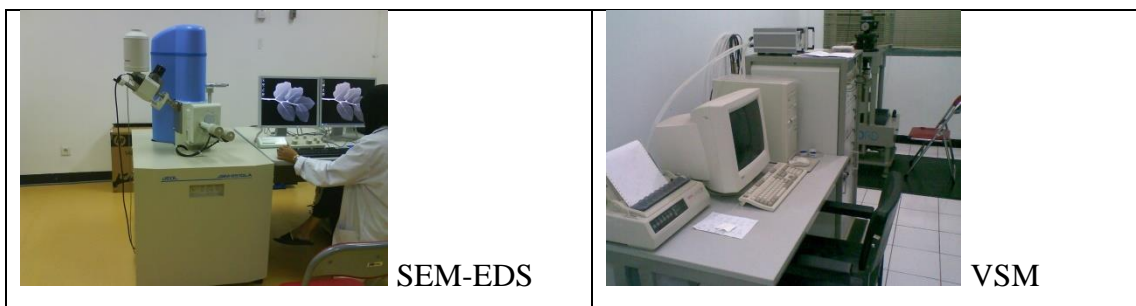
4.3. Alat dan Bahan Penelitian

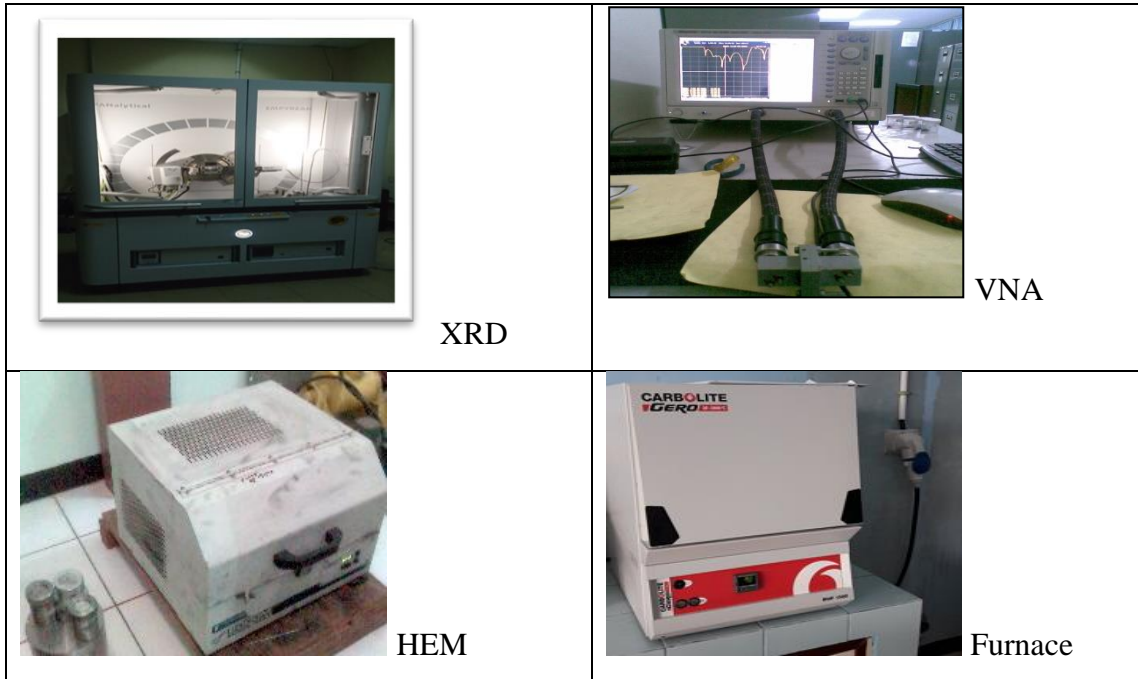
4.3.1. Peralatan Karakterisasi

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi peralatan sintesis (*high energy milling, ultrasound, furnace, implantasi ion*) dan peralatan karakterisasi (difraksi sinar-x, SEM-EDS, PSA, VSM, dan VNA) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Gambar 3.1 berikut ini,

Tabel 4.4. Peralatan Sintesis dan Karakterisasi

No.	Nama Peralatan	Spesifikasi	Jumlah
1	High Energy Milling	Kapasitas 25 gr, SPEX 8000 mixer/mill.	1 unit
2	Furnace	Thermolyne, programable	1 unit
3	Sonicator Q 700	Misonix, 20 kHz, 700 Watt.	1 unit
4	XRD	Philip PW1710	1 unit
5	SEM-EDS	Jeol JED-2300	1 unit
6	PSA	Coulter, min size 0.4 μ m	1 unit
7	VSM	Oxford VSM1.2H Instrument, 1.2 T	1 unit
8	VNA	Advantest type R3770	1 unit

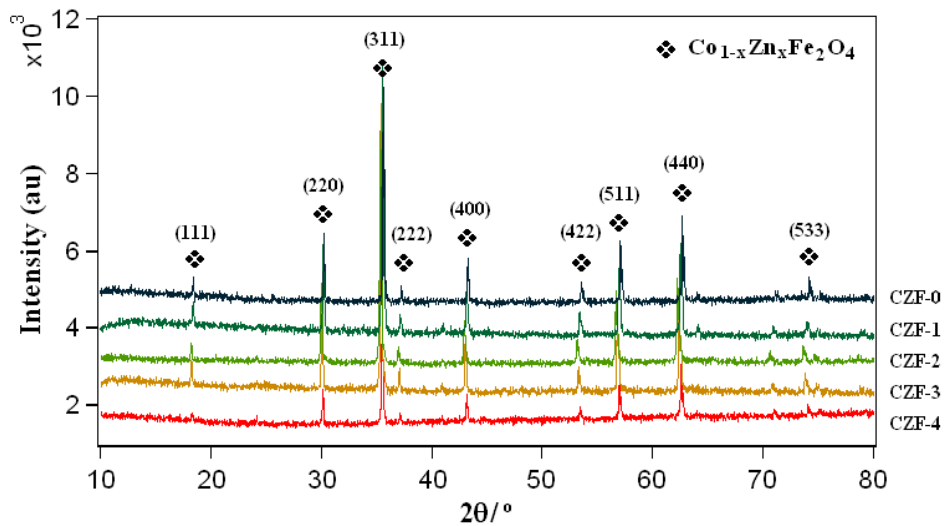




Gambar 4.1. Peralatan Sintesis dan Karakterisasi

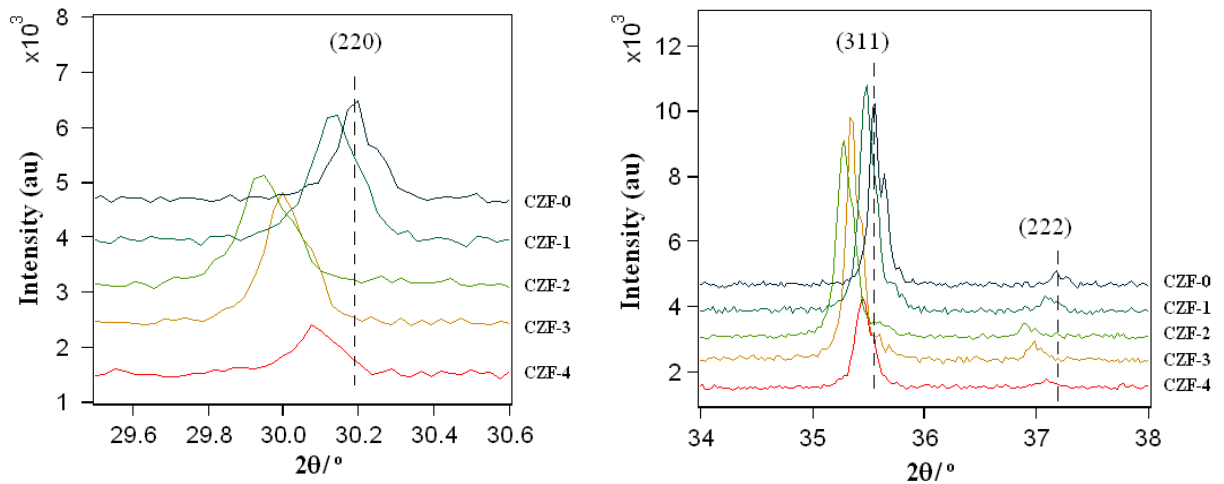
V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 5.1 diperlihatkan pola difraksi sinar-X (XRD) hasil pengukuran sampel magnetik cobalt ferit substitusi Zn^{2+} ($Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$) untuk $x = 0 - 1$ menggunakan difraktometer sinar-X. Hasil analisis kualitatif menggunakan program Match diperoleh bahwa semua sampel merupakan fasa tunggal spinel ferit dengan simetri kristal cubic (grup ruang Fd-3m) [30]. Puncak-puncak dari pola XRD untuk semua sampel sangat bersesuaian dengan crystallography open database (COD: 00-043-0002). Pola difraksi sinar-X ini juga mirip dengan puncak-puncak pola XRD pada penelitian sebelumnya [30-31].



Gambar 5.1. Hasil analisa kualitatif pola difraksi sinar-X sampel $Co_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ($x = 0 - 1$)

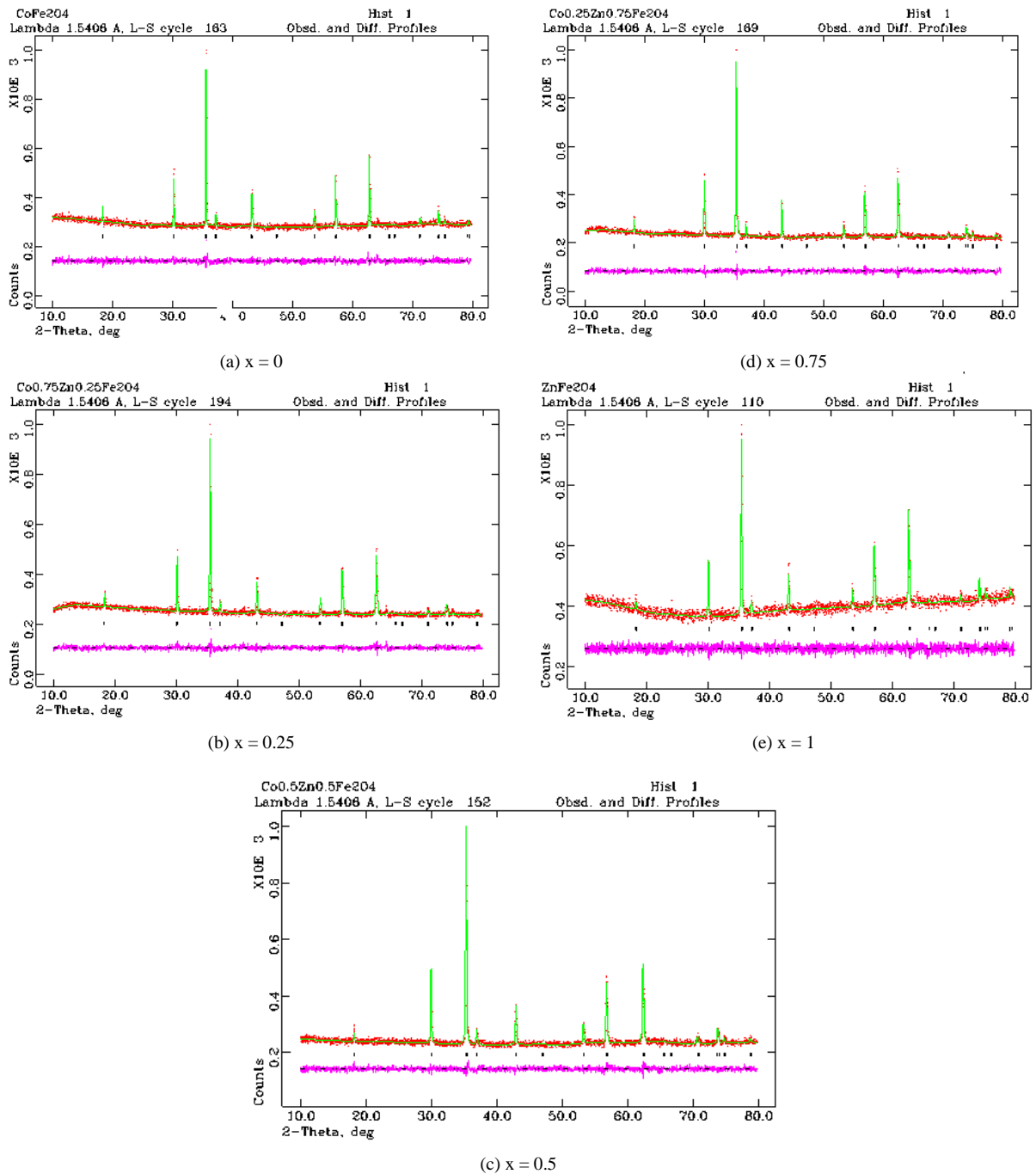
Hasil analisa kualitatif menggunakan program Match ini menunjukkan bahwa semua puncak teridentifikasi fasa tunggal dengan indeks Miller bidang (111), (220), (311), (222), (400), (422), (511), (440), dan (533) berturut turut berada pada sudut Bragg $18,36^\circ$; $30,19^\circ$; $35,54^\circ$; $37,21^\circ$; $43,19^\circ$; $53,62^\circ$; $57,08^\circ$; $62,67^\circ$; dan $71,12^\circ$. Hasil identifikasi fasa tunggal ini sangat menarik untuk dipahami karena diindikasikan bahwa atom-atom zinc telah berhasil tersubstitusi menggantikan sebagian atom-atom cobalt dalam struktur $CoFe_2O_4$. Pada Gambar 1 juga tampak bahwa dengan hadirnya substitusi Zn dalam sampel, menyebabkan terjadinya pergeseran puncak derti yang diperlihatkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2. Pergeseran puncak-puncak dari pola difraksi sinar-X sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($x = 0 - 1$)

Puncak-puncak difraksi Bragg secara bertahap tampak bergeser ke arah kiri yang lebih rendah seiring dengan peningkatan konsentrasi Zn sebanding dengan Co dalam kisi cobalt ferit dan bergeser ke kanan kembali setelah konsentrasi Zn ini bertambah hingga terbentuk fasa tunggal zinc ferit (ZnFe_2O_4). Pada Gambar 5.2 jelas teramati bahwa bidang (220) bergeser dari difraksi Bragg 30,19 (CZF-0) bergeser hingga 30,30 (CZF-2). Demikian pula pada bidang (311) dan (222) mengalami pergeseran puncak berturut-turut dari difraksi Bragg 34,13 (CZF-0) hingga 34,23 (CZF-2) dan 34,13 (CZF-0) hingga 34,23 (CZF-2). Hal ini diduga karena ukuran jari-jari ion Zn^{2+} lebih besar (0,99 Å) dibandingkan dengan jari-jari ion Co^{2+} (1,49 Å). Hal ini juga akan berdampak pada perubahan parameter struktur kristal dari bahan sistem ini. Diskusi lebih detail terkait dengan pengaruh substitusi Zn ke dalam kisi cobalt ferit akan dibahas lebih detail berdasarkan hasil analisis kuantitatif dari pola XRD ini, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk menentukan pembentukan fasa, perubahan parameter kisi, kristalit size, lattice strain, dan distribusi kationiknya hasil substitusi Zn ke dalam kisi cobalt ferit ini.

Pada Gambar 5.3, menunjukkan hasil analisis kuantitatif pola difraksi sinar-X dari sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi komposisi ($x = 0 - 1$).



Gambar 5.3. Hasil analisis kuantitatif pola difraksi sinar-X sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($x = 0 - 1$)

Gambar 5.3.(a-e) merupakan hasil refinement pola XRD untuk $x = 0 - 1$ yang telah membentuk puncak difraksi bragg dengan fasa tunggal mengikuti struktur spinel ferit dengan simetri kristal cubic (grup ruang $Fd-3m$). Analisis kuantitatif ini mengacu pada data Kristalografi dari database Crystallography Open Database dengan nomor kartu (COD: 00-043-0002) untuk fasa CoFe_2O_4 .

Pembentukan fasa, perubahan parameter kisi, kristalit size, lattice strain, dan distribusi kationiknya hasil substitusi Zn ke dalam kisi cobalt ferit ini berdasarkan refinement pola difraksi sinar-X sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi komposisi ($x = 0 - 1$) untuk semua sampel ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Nilai parameter struktur, kriteria fit (R_{wp}), goodness of fit (χ^2) dan fraksi massa fasa yang terbentuk dalam sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi dalam komposisi ($x = 0 - 1$).

Sample	Phase	Lattice parameter (Å)	V	ρ	Fraction	R_{wp} (%)	χ^2
(x)		$a = b = c$	(Å ³)	(g/cm ³)	wt%		
0	CoFe_2O_4	8,3707(2)	586,52(5)	5,33	100	2,64	1,21
0,25	$\text{Co}_{0.75}\text{Zn}_{0.25}\text{Fe}_2\text{O}_4$	8,3957(3)	591,80(6)	5,29	100	2,70	1,91
0,5	$\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	8,4160(3)	596,11(7)	5,26	100	2,95	1,21
0,75	$\text{Co}_{0.25}\text{Zn}_{0.75}\text{Fe}_2\text{O}_4$	8,3971(2)	592,10(5)	5,28	100	2,83	1,19
1	ZnFe_2O_4	8,3729(5)	586,99(1)	5,05	100	2,69	1,29

Hasil refinement pola difraksi sinar-X pada Gambar 5.3 dan Tabel 5.1 memiliki kualitas *fitting* yang sangat baik sesuai dengan kriteria fit (R_{wp}) dan goodness of fit (χ^2) sangat baik [32]. Parameter statistik R_{wp} merupakan rasio berat selisih antara pola observasi dan kalkulasi pola XRD dimana nilai terbaik $< 10\%$, sementara parameter statistik χ^2 (*chi-squared*) merupakan rasio perbandingan dari pola XRD hasil observasi dan ekspektasi secara kalkulasi dimana nilai terbaik $1 < \chi^2 < 1.3$.

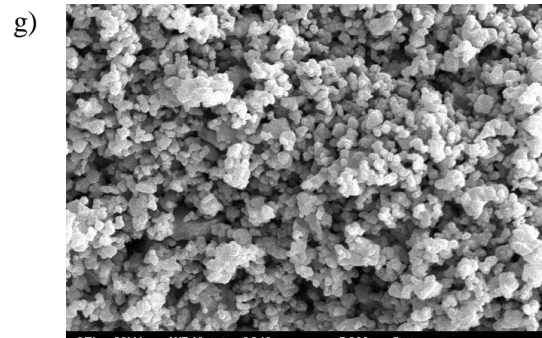
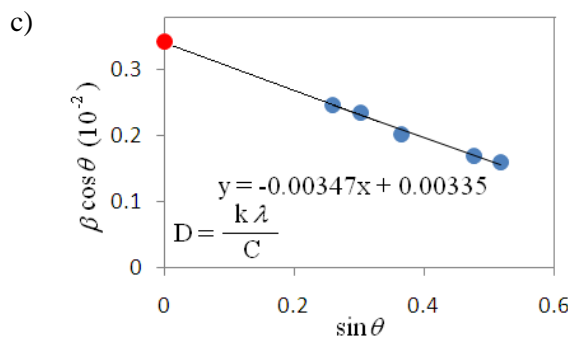
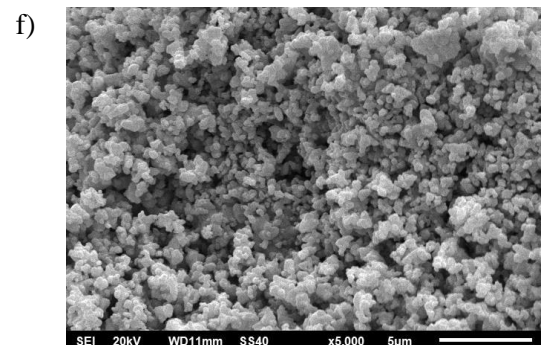
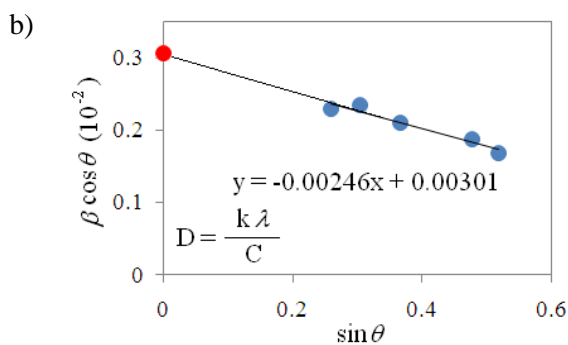
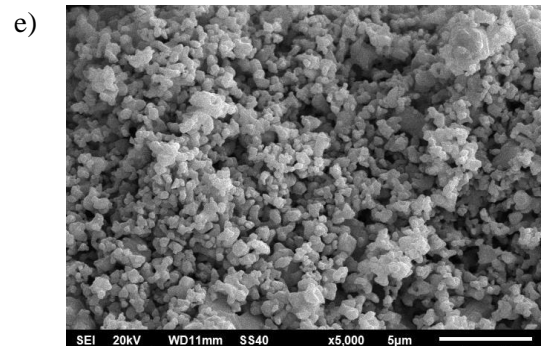
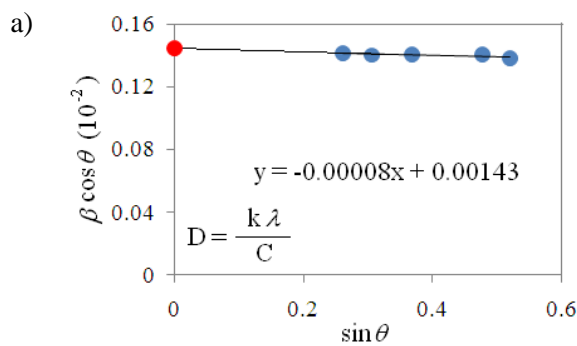
Ukuran kristal dan strain kisi dihitung berdasarkan formula Williamson-Hall, dimana merupakan kurva antara parameter $\sin \theta$ sebagai axis dan $\beta \cos \theta$ sebagai ordinat untuk beberapa puncak tertinggi dari pola XRD. Formula Williamson-Hall didefinisikan sebagai [33]:

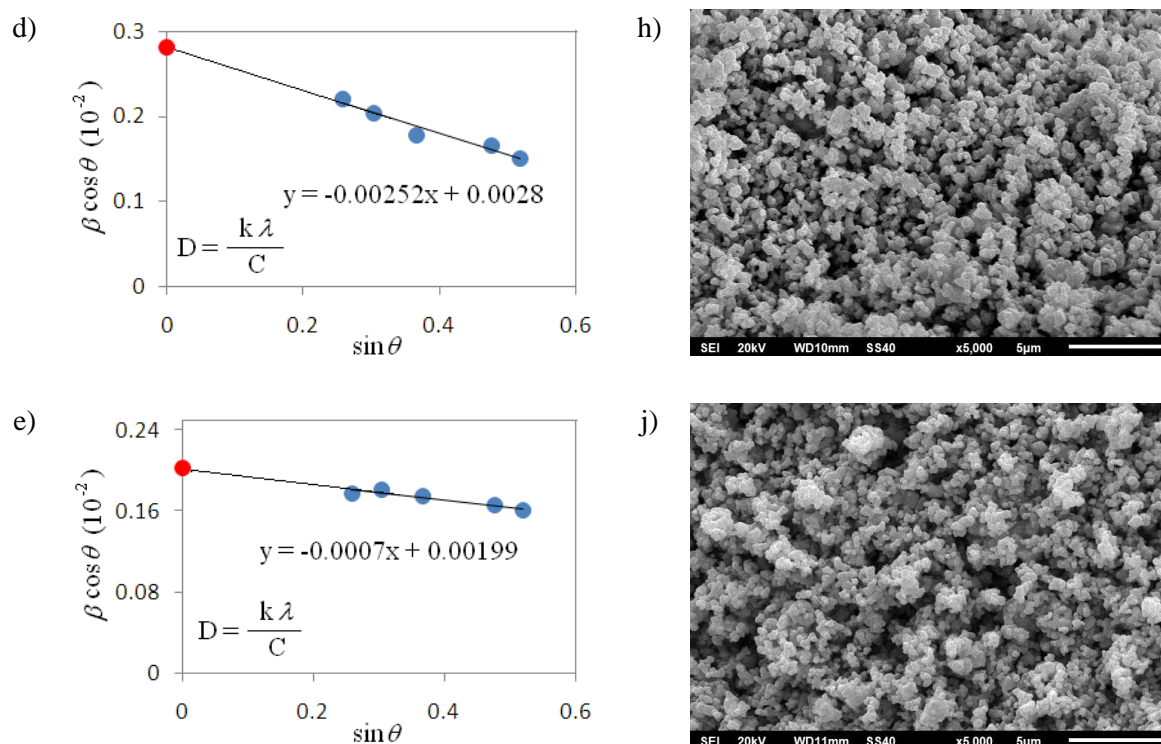
$$\beta \cos \theta = k \frac{\lambda}{D} + 3\varepsilon \sin \theta$$

Dengan k adalah konstanta scherrer (bernilai 0,9), λ adalah panjang gelombang sinar-X, θ adalah sudut difraksi Bragg, D adalah ukuran kristalit, β adalah lebar setengan puncak maksimum (FWHM dalam radian), dan ε adalah regangan kisi. Kurva $\beta \cos \theta$ versus $\sin \theta$ dihitung untuk lima puncak-puncak tertinggi pola XRD sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi dalam komposisi ($x = 0 - 1$) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.4.(a-e). Data ini dianalisis dengan pendekatan fungsi linear, sehingga baik ukuran kristalit dan strain kisi

diperoleh dari intersepsi ordinat dan kemiringan kurva sebagai fungsi linear. Hasil perhitungan baik ukuran kristal dan strain kisi ditunjukkan pada Gambar 5.4.(f-j) untuk semua sampel.

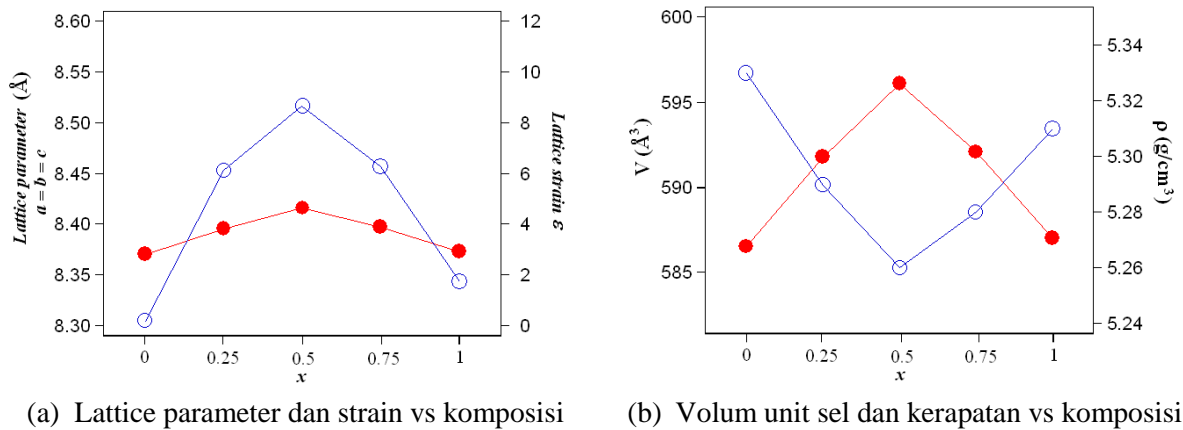
Hasil refinement ini juga didukung oleh pengamatan morfologi permukaan partikel untuk fasa tunggal tersebut menggunakan SEM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.4.(f-j). Pada Gambar 5.4.(f-j) menunjukkan bahwa morfologi partikel untuk semua sampel memiliki homogenitas partikel yang sangat baik dan seragam di seluruh permukaan sampel dengan bentuk partikel cubic dengan ukuran partikel bervariasi dari 100 nm hingga 500 nm. Secara umum hasil karakteristik fasa tunggal sampel polikristalin ini menurut pengamatan foto SEM adalah homogenitas dan bentuk partikel yang seragam untuk fasa CoFe_2O_4 di seluruh permukaan sampel.





Gambar 5.4. Hasil perhitungan ukuran kristalit metode Williamson-Hall dan morfologi partikel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang diamati menggunakan SEM untuk sampel (a) dan (f) $x = 0$; (b) dan (g) $x = 0,25$; (c) dan (h) $x = 0,5$; (d) dan (i) $x = 0,75$; (e) dan (j) $x = 1$.

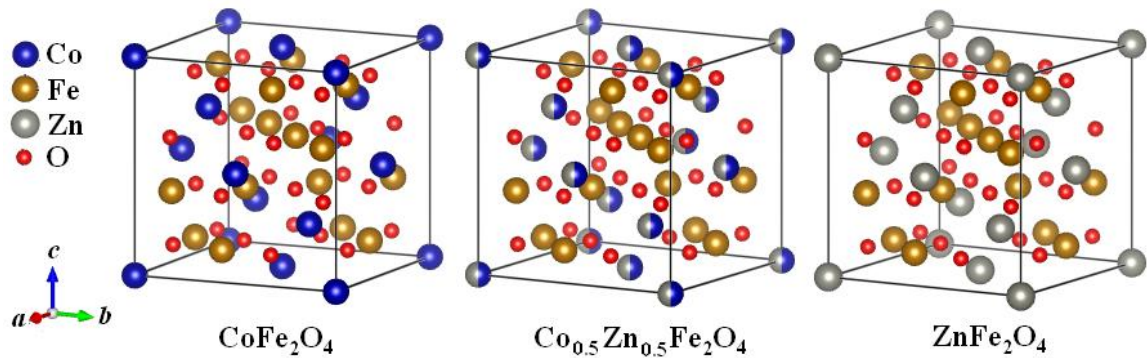
Diskusi yang menarik ditemukan bahwa ukuran kristalite rata-rata sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi dalam komposisi ($x = 0 - 1$) berubah sebagai fungsi komposisi sedangkan distribusi ukuran partikel hampir konstan untuk semua sampel (100 – 500 nm). Perubahan ukuran kristalite ini terhadap ukuran partikel yang hampir konstan berkaitan erat dengan karakteristik anisotropi magnetokristalin sampel magnetic ini. Ukuran kristalit untuk masing-masing komposisi $x = 0$, $x = 0,25$; $x = 0,5$; $x = 0,75$ dan $x = 1$ berturut-turut adalah sebesar ± 97 nm, ± 46 nm, ± 41 nm, ± 49 nm, dan ± 70 nm. Ukuran kristalit paling kecil ditemukan pada komposisi $x = 0.5$ sebesar $D = \pm 41$ nm ($D = \pm 97$ nm untuk $x = 0$) dimana diduga pada kondisi ini memiliki anisotropi magnetokristalin terbesar karena dimungkinkan sekali terjadi penurunan area domain wall di masing-masing partikel.



Gambar 5.5. Volume unit sel dan kerapatan atomik sebagai fungsi komposisi

Berdasarkan hasil refinement pola difraksi sinar-X sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi dalam komposisi ($x = 0 - 1$), semua sampel memiliki fasa tunggal struktur cobalt ferit. Sedangkan parameter kisi, volume unit sel, dan kerapatan atomik berubah sebagai fungsi komposisi x seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.5. Pada Gambar 5.5.(a) ditunjukkan bahwa parameter kisi dan strain tertinggi ditemukan pada komposisi $x = 0,5$. Begitu pula volume unit sel terbesar dan kerapatan atomik terkecil diperoleh pada komposisi $x = 0,5$. Hal ini disebabkan jari-jari ion Zn ($r = 1,25 \text{ \AA}$) lebih besar dibandingkan dengan jari-jari ion Co ($r = 1,16 \text{ \AA}$), sehingga mengakibatkan parameter kisi menjadi bertambah untuk ketiga sumbu kristalografi. Peningkatan parameter kisi ini menyebabkan lattice strain terutama di daerah batas butir dan volume unit sel menjadi meningkat. Namun jumlah atom dalam satu unit sel tetap sementara volume unit sel meningkat, sehingga kerapatan atomik semakin kecil. Walaupun demikian baik parameter kisi, volume unit sel, maupun kerapatan atomik berubah sebagai fungsi komposisi x , struktur spinel ferit dengan simetri kristal kubik (grup ruang $Fd-3m$) tetap dapat dipertahankan.

Hal yang menarik untuk dipahami adalah semua sampel memiliki fasa tunggal dengan struktur yang sama, walaupun komposisinya berbeda seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5.6. Pada komposisi $x = 0,25$; $0,5$; dan $0,75$ yang artinya berturut-turut terdapat sebanyak 25%, 50%, dan 75% telah berhasil menggantikan sebagian atom Co yang diharapkan dapat memberi dampak pada sifat-sifat yang lain, terutama pada sifat penyerapan gelombang mikro. Dalam hal ini perlu dilakukan analisis distribusi kationik dengan cara merefine faktor hunian atom pada site atom Co yang telah disubstitusi dengan atom Zn.



Gambar 5.6. Ilustrasi struktur spinel ferit $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan simetri kristal cubic (grup ruang Fd-3m)

Struktur $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ adalah struktur spinel ferit dengan simetri kristal cubic (grup ruang Fd-3m). Posisi atom Co menempati posisi Wyckoff di site 8a, atom Fe menempati posisi Wyckoff di site 16d, dan atom O menempati posisi Wyckoff di site 32e. Satu unit sel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dibentuk oleh 56 atom dengan 32 anion oksigen terdistribusi dalam struktur kubik tertutup, dan 24 kation yang terdiri dari 8 atom Co pada site tetrahedral dan 16 atom Fe pada site oktahedral [16]. Sedangkan atom Zn akan menempati sebagian posisi Wyckoff dari atom Co di site 8a. Analisis panjang ikatan Co–O–Fe dan distribusi kationik hasil refinement ini ditunjukkan pada Tabel 5.2. berikut,

Tabel 5.2. Distribusi kationik yang dihitung berdasarkan hasil refinement data XRD

x	Site	Point symmetry	Panjang ikatan (Å)		Distribusi kationik		
			Co – O	Fe – O	Co	Zn	Composition
0	8a	-43m	4,2275(12)	1,8377(3)	1,00 (100 at.%)	-	CoFe_2O_4
0,25	8a	-43m	4,2401(17)	1,8432(5)	0,76 (75,81 at.%)	0,24 (24,19 at.%)	$\text{Co}_{0,76}\text{Zn}_{0,24}\text{Fe}_2\text{O}_4$
0,5	8a	-43m	4,2507(14)	1,8478(4)	0,44 (44,20 at.%)	0,56 (55,80 at.%)	$\text{Co}_{0,44}\text{Zn}_{0,56}\text{Fe}_2\text{O}_4$
0,75	8a	-43m	4,2409(15)	1,8435(4)	0,25 (24,90 at.%)	0,75 (75,10 at.%)	$\text{Co}_{0,56}\text{Zn}_{0,75}\text{Fe}_2\text{O}_4$
1	8a	-43m	4,2286(18)	1,8381(5)	-	1,00 (100 at.%)	ZnFe_2O_4

Sifat magnetik akan ditinjau dari perubahan interaksi pertukaran magnetik (Co-O-Fe) melalui pendekatan perhitungan jarak ikatan antara atom keduanya. Pada Tabel 5.2 tampak bahwa jarak ikat Co-O-Fe terdekat ditemukan pada komposisi $x = 0$, artinya komposisi yang terbentuk berdasarkan analisis distribusi kationik CoFe_2O_4 memiliki sifat feromagnetik terbaik dan jarak ikat terjauh ditemukan pada komposisi $x = 0,5$ dan berdasarkan analisis distribusi

kationik mempunyai komposisi $\text{Co}_{0,44}\text{Zn}_{0,56}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dan memiliki sifat feromagnetik terendah. Disamping itu diperoleh juga bahwa komposisi yang dihasilkan dari eksperimen ini mendekati komposisi stoikiometri yang diinginkan.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sintesis $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi komposisi ($x = 0 - 1$) telah berhasil dilakukan sebagai salah satu kandidat bahan microwave absorben material dengan menggunakan metode reaksi padatan melalui teknik deformasi mekanik.
2. Hasil refinement dari pola difraksi sinar-X sampel $\text{Co}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ menunjukkan bahwa sampel memiliki fase tunggal untuk semua komposisi x . Morfologi partikel untuk semua komposisi x memiliki homogenitas partikel yang baik dan seragam di seluruh permukaan sampel dengan bentuk partikel kubik dan ukuran partikel sekitar 100 – 500 nm.
3. Parameter kisi, volume unit sel, kerapatan atomik, lattice strain dan kristalite size berubah sebagai fungsi komposisi x . Parameter kisi dan strain tertinggi ditemukan pada komposisi $x = 0,5$. Begitu pula volume unit sel terbesar dan kerapatan atomik terkecil diperoleh pada komposisi $x = 0,5$. Hal ini disebabkan jari-jari ion Zn^{2+} ($r = 1,25 \text{ \AA}$) lebih besar dibandingkan dengan jari-jari ion Co^{2+} ($r = 1,16 \text{ \AA}$), sehingga mengakibatkan parameter kisi menjadi bertambah untuk ketiga sumbu kristalografi.
4. Peningkatan parameter kisi ini menyebabkan lattice strain terutama di daerah batas butir dan volume unit sel menjadi meningkat. Namun jumlah atom dalam satu unit sel tetap sementara volume unit sel meningkat, sehingga kerapatan atomik semakin kecil. Disimpulkan bahwa parameter kisi, volume unit sel, maupun kerapatan atomik berubah sebagai fungsi komposisi x , struktur spinel ferit dengan simetri kristal cubic (grup ruang Fd-3m) tetap dapat dipertahankan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ALEXANDRE R. BUENOA, MARIA L. GREGORIB, MARIA C.S. NO´ BREGAC, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 320 (2008) 864–870.
- [2]. BIN YU, LU QI, HUI SUN, JIAN-ZHONG YE, *J Mater Sci* (2007) 42:3783–3788.
- [3]. ESTEVEZ RAMS, E., MARTINEZ GARCIA, R., REGUERA, E., MONTIEL, SANCHEZ, E., and MADEIRA, H. Y., *Structural Transformation with Milling on Sol-Gel Precursor for BaM Hexaferrite*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 33, (2000) 2708-2715
- [4]. JOONGHOE DHO, E.K. LEE, J.Y. PARK, N.H. HUR_, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 285 (2005) 164–168.
- [5]. KAWASEL, K., SHIKATA, J., HIROMASAITO, *Terahertz Wave Parametric Source*, *J. Phys. D: appl. Phys.*, 34 (2001), R1-R14.
- [6]. MATSUMOTO, M., MIYATA, Y., *A Gigahertz-range Electromagnetic Wave Absorber with Bandwidth Made of Hexagonal Ferrite*, *J. Appl. Phys.* Vol. 79, No.8, (1996), pp. 5486-5488.
- [7]. L.A. DOBRZASKI, M. DRAK, B. ZI BOWICZ, *Materials with specific magnetic properties*, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 17 (2006) 37-40.
- [8]. MUSTOFA, ABDULLAH, H., MARDIANA, NOOR BAA'YAH, I., NAZLIM YUSUF, A., *Microwave Magnetic Dielectric Properties of some Cerium Yttrium Garnet*, *J. Sains Malaysia*, 37, (2008), pp 202-210.
- [9]. LI, B., SHEN, Y., YUE, Z., NAN, C., *Enhanced Microwave Absorption in Nickel/Hexagonal Ferrite/Polymer Composite*, *J. Appl. Phys. Lett.*, Vol. 89, (2006), No. 132505.
- [10]. A.M.M. FAREA, SHALENDRA KUMARA, KHALID MUJASAM BATOO, ALI YOUSEF, CHAN GYU LEE, ALIMUDDIN, *Journal of Alloys and Compounds* 469 (2009) 451–457.
- [11]. ZHANG, L., *Ferrite for UHF Application*, The Ohio State University Group Inorganic Material Science, USA, (2006).
- [12]. LI, X.C., GONG, R., FENG, Z., YAN, J., SHEN, X., HE, H., *Effect of Particle Size and Concentration on Microwave-Absorbing Properties of Hexaferrite Composites*, *J. Am. Ceram. Soc.*, 89, 4, (2006), pp. 1450-1452.
- [13]. ZHOU, S., FUSCO, V., *Thin Radar Absorber Using Artificial Magnetic Ground Plane*, *J. Electr. Lett.*, Vol 41, (2005), No. 24.
- [14]. J. DHO, E. K. LEE, J. Y. PARK, AND N. H. HUR, *Effects of the grain boundary on the coercivity of barium ferrite BaFe₁₂O₁₉*, *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 285, no. 1–2, pp. 164–168, 2005.
- [15]. S. BID AND S. K. PRADHAN, *Preparation of zinc ferrite by high-energy ball-milling and microstructure characterization by Rietveld's analysis*, *Mater. Chem. Phys.*, vol. 82, no. 1, pp. 27–37, 2003.
- [16]. E. V. GAFTON, G. BULAI, O. F. CALTUN, S. CERVERA, S. MACÉ, M. TRASSINELLI, S. STEYDLI, AND D. VERNHET, *Structural and magnetic properties of zinc ferrite thin films irradiated by 90 keV neon ions*, *Appl. Surf. Sci.*, vol. 379, pp. 171–178, 2016.

- [17]. WISNU ARI ADI and AZWAR MANAF, *J. Basic. Appl. Sci. Res.*, 2(8)7826-7834, 2012.
- [18]. S. KUMAR, T. J. SHINDE, AND P. N. VASAMBEKAR, *Microwave synthesis and characterization of nanocrystalline Mn-Zn ferrites*, *Adv. Mater. Lett.*, vol. 4, no. 5, pp. 373–377, 2013.
- [19]. G. FAN, Z. GU, L. YANG, AND F. LI, *Nanocrystalline zinc ferrite photocatalysts formed using the colloid mill and hydrothermal technique*, *Chem. Eng. J.*, vol. 155, no. 1–2, pp. 534–541, 2009.
- [20]. N. M. DERAZ AND A. ALARIFI, *Microstructure and Magnetic Studies of Zinc Ferrite Nano-Particles*, vol. 7, pp. 6501–6511, 2012.
- [21]. J. P. SINGH, H. KUMAR, R. C. SRIVASTAVA, A. SINGHAL, N. SARIN, AND K. H. CHAE, *Solubility limit, magnetic interaction and conduction mechanism in rare earth doped spinel ferrite*, *Appl. Sci. Lett.*, vol. 2, no. 1, pp. 3–11, 2016.
- [22]. H. XUE, Z. LI, X. WANG, AND X. FU, *Facile synthesis of nanocrystalline zinc ferrite via a self-propagating combustion method*, *Mater. Lett.*, vol. 61, no. 2, pp. 347–350, 2007.
- [23]. YUNASFI YUNAS, WISNU ARI ADI, MASHADI MASHADI, *Magnetic and microwave absorption properties of nickel ferrite (Ni_xFe_{3-x}) by HEM technique*, *Malaysian J. Fundam. Appl. Sci.*, vol. 13, no. 3, pp. 203–206, 2017.
- [24]. MASHADI, YUNASFI, W. A. ADI. *Analisis struktur kristal dan gugus fungsi NiFe₂O₄ hasil sintesis dengan metode sol gel*, *J. Sains Mater. Indones.*, vol. 17, no. 3, pp. 131–135, 2016.
- [25]. D. CARTA, M. F. CASULA, A. FALQUI, D. LOCHE, G. MOUNTJOY, C. SANGREGORIO, AND A. CORRIAS, *A Structural and Magnetic Investigation of the Inversion Degree in Ferrite Nanocrystals MFe₂O₄ (M = Mn, Co, Ni)*, *J. Phys. Chem. C*, Vol. 113, No. 20 (2009), p. 8607 – 8615.
- [26]. P. HERNÁNDEZ-GÓMEZ, J. M. MUÑOZ, M. A. VALENTE, C. TORRES, AND C. DE FRANCISCO, *Magnetoabsorption and Magnetic Hysteresis in Ni Ferrite Nanoparticles*, *EPJ Web of Conferences* 40, (2013), p. 17003 (1-4).
- [27]. Z. Ž. LAZAREVIĆ, Č. JOVALEKIĆ, D. SEKULIĆ, M. SLANKAMENAC, M. ROMČEVIĆ, A. MILUTINOVIĆ, N. Ž. ROMČEVIĆ, *Characterization of Nanostructured Spinel NiFe₂O₄ Obtained by Soft Mechanochemical Synthesis*, *Science of Sintering*, 44 (2012), p. 331-339
- [28]. Z. KARCIOĞLU KARAKAĞ, R. BONCUKÇUOĞLU, Ğ.H. KARAKAĞ, M.T. YILMAZ, *The Effect of pH in Nickel Ferrite Nanoparticles Synthesis by Hydrothermal Method*, *Proceedings of the International Conference Nanomaterials: Applications And Properties*, Vol. 1 No 1 (2012), 01PCN47(4pp)
- [29]. H. MORADMARD, S. FARJAMI SHAYESTEH, *The Variation of Magnetic Properties of Nickel Ferrite by Annealing*, *Manufacturing Science and Technology*, Vol. 3, No. 4 (2015), p. 141-145.
- [30]. TOBY, B. H., EXPGUI, *A Graphical User Interface for GSAS*, *J. Appl. Crystallogr.*, 2001, 34, 210–221
- [31]. ABDOLLAH HAJALILOU, SAIFUL AMRI MAZLAN, KAMYAR SHAMELI, 2016, *A comparative study of different concentrations of pure Zn powder effects on synthesis*,

structure, magnetic and microwaveabsorbing properties in mechanically-alloyed Ni-Zn ferrite, Journal of Physics and Chemistry of Solids 96-97, pp. 49 – 59.

- [32]. S. KUMAR, S. SUPRIYA, L.K. PRADHAN, MANORANJAN KAR, *Effect of microstructure on electrical properties of Li and Cr substituted nickel oxide*, J. Mater. Sci.: Mater. Electron. 28 (2017) 16679.
- [33]. A. TADJARODI, R. RAHIMI, M. IMANI, H. KERDARI, M. RABBANI, 2012, *Synthesis, characterization and microwave absorbing properties of the novel ferrite nanocomposites*, Journal of Alloys and Compounds 542, pp. 43 – 50.

LAMPIRAN I. IDENTITAS DIRI TIM PENELITI

I. IDENTITAS DIRI KETUA PENELITI

1.1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Akmal Johan, S.Si.,M.Si. (Laki-laki)
1.2.	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
1.3.	Pangkat/Golongan	Pembina/ IV.a
1.4.	NIP/NIDN/No. identitas lainnya	197312211999031003 / 0021127309
1.5.	Tempat dan Tanggal Lahir	Bailangu, 21 Desember 1973
1.6.	Alamat Rumah	Jl. Lintas Timur Perum TPI Blok D.6 No.09 RT.10 LK.V Kelurahan Indralaya Mulya Kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Propinsi Sumatera Selatan
1.7.	Nomor Telepon/Fax	(0711) 581380 / -
1.8.	Nomor HP	08127392602
1.9.	Alamat Kantor	Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM.32 Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan
1.10.	Nomor Telepon/Fax	(0711) 580743 / (0711) 580056
1.11.	Alamat e-mail	akmal_johan@mipa.unsri.ac.id ; akmal.johan@yahoo.com
1.12.	Mata Kuliah yg diampu	1. Fisika Dasar I & II 2. Fisika Matematika I & II 3. Fisika Modern 4. Fisika Kristal 5. Pengantar Fisika Material 6. Praktikum Fisika Dasar I & II

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

2.1. Program:	S1	S2	S3
2.2. Nama PT	Universitas Sriwijaya	Universitas Indonesia	
2.3. Bidang Ilmu	Fisika	Ilmu Material	
2.4. Tahun Masuk	1993	2003	
2.5. Tahun Lulus	1998	2005	
2.6. Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Analisis Status Energi Terkuantisasi Atom Merkuri (Hg) dengan Melakukan Percobaan Franck-Hertz dan Percobaan Spektroskopi Optik.	Pengaruh <i>High-Energy Milling</i> Terhadap Sifat Magnetik Bahan Barium Heksaferit ($BaO.6Fe_2O_3$).	
2.7. Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. Arsali, M.Sc Drs. Ramlan	Dr. Azwar Manaf, M.Met Dr. Ridwan	

III. PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.	2017	Blower dan Elektrolisis Air untuk Penghematan LPG pada Kompor Gas, (Ketua Peneliti – Sateks UNSRI)	PNBP UNSRI	21,8
2.	2017	Pembuatan Magnet Permanen Berbasis Logam Tanah Jarang [Nd-Fe-B] Sebagai Komponen Generator Listrik dan Karakterisasinya (Anggota Peneliti – Hibah Unggulan Kompetitif UNSRI)	PNBP UNSRI	75
3.	2017	Pengaruh Temperatur Dan Kecepatan Gas	PNBP UNSRI	29

		Hidrogen Pada Sifat Produk Hydrocracking Minyak Biji Karet Menggunakan Katalis Co/Zaa (Anggota Peneliti – Sateks UNSRI)		
4.	2016	Pengaruh Tegangan, Waktu Anodisasi dan Berat Grafen Oksida terhadap Kuat Arus pada Proses Fotoelektrokatalis Go/TiO ₂ dengan Metode Elektrokimia. (Ketua Peneliti - Sateks UNSRI)	PNBP UNSRI	18
5.	2016	Pembuatan Serat Kain Berbasis Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO ₂) Untuk Mendekomposisi Logam-Logam Berat Di Dalam Air Rawa. (Anggota Peneliti – Hibah Unggulan Kompetitif UNSRI)	PNBP UNSRI	65
6.	2015	Optimasi dan Karakterisasi Nanopartikel, Titanium Dioksida (TiO ₂) Untuk Meningkatkan Kualitas Sifat Fisis dan Sifat Optiknya Sebagai Fotokatalis Dalam Mendekomposisi Polutan Organik Air Rawa. (Anggota Peneliti – Hibah Unggulan Kompetitif UNSRI)	UNSRI	49
7.	2014	Analisis Teori Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Celah Pita Energi dan Spektrum Fotoluminesensi Elektron Hole Di Dalam Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO ₂) Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga (Anggota Hibah Fundamental)	DP2M - DIKTI	50
8.	2007-2008	Magnetik Nanokristalin Barium Heksiferit (BaO.6Fe ₂ O ₃) Hasil Proses Teknologi <i>High-Energy Milling</i> dan <i>Sol-gel</i> . (Ketua Hibah PEKERTI)	DP2M - DIKTI	I. 68,5 II. 72,1
9.	2006-2007	Rancang Bangun Emiter Irigasi Tetes Dengan Regulator Keramik. (Anggota Hibah Bersaing)	DP2M - DIKTI	I. 49,825 II. 49,95
10.	2006	Penentuan Tingkat Energi Spektrum Atom Merkuri (Hg) dengan Spektrometer Optik.	Mandiri	-
11.	2003	Prediksi Suhu Atmosfir Bumi Berdasarkan Model Transfer Radiasi Termal 1-Dimensi. (Ketua)	HEDS Project	3
12.	2002	Analisis Jangkauan Tempuh (Range) Dan Energi Absorpsi Radiasi Sinar Beta (β) Dalam Bahan Aluminium (Al). (Ketua)	DIK-S UNSRI	2,4
13.	2001	Penerapan Metoda Numerik Berbantuan Komputer Untuk Menghitung Waktu Disipasi Muatan Pada Rangkaian Listrik. (Anggota)	Rutin UNSRI	3
14.	2000	Penentuan Indeks Bias Plat Kaca Paralel Dengan Memodifikasi Interferometer Michelson Model OS-8501. (Ketua)	Rutin UNSRI	3
15.	1999	Magnetisasi Bahan Ferromagnetik Sebagai Fungsi Temperatur dengan Metoda Step Wise. (Anggota)	DIK-S UNSRI	3

IV. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.	2017	Pembuatan Jamur Merang	IPTEKS-PATEN PNBP	10
2.	2016	Pelatihan Pembuatan Sabun cair dan Dekoratif bernuasa Cinderamata Unsri	BOPTN	6
3.	2016	Pembuatan Kompor Elektrolisis untuk Pengirit	IPTEKS-	9

		LPG	PATEN BOPTN	
4	2016	Pelatihan Pembuatan Sabun Cair (Sabun Cuci Piring)	BOPTN	6
5	2015	Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) dari Buah Kelapa	BOPTN	4
6	2015	Pembuatan Sabun Kecantikan yang Transparan	BOPTN	5
7	2015	Pengurangan Resiko Bencana berbasis Masyarakat melalui Sosialisasi Mekanisme Kesiapsiagaan dan Penanggulangan Bencana Banjir di Desa Tanjung Pering Kecamatan Indralaya Utara Ogan Ilir	BOPTN	4
8	2015	Pelatihan Penyelesaian Soal Fisika dengan Logika kepada Siswa dan Guru SMA / MA Negeri dan Swasta se Ogan Ilir	BOPTN	4
9	2015	Pembuatan Aditif Nabati untuk Pengirit Bensin	IPTEKS- PATEN BOPTN	10
10	2014	Pembuatan Oncom dari Ampas Susu Kedelai	BOPTN	4
11	2014	Sosialisasi Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Masyarakat untuk Pengurangan Resiko Bancana	BOPTN	5
12	2014	Penyuluhan dan Pembuatan percontohan unit proses penjernihan air di Kota Daro kec Rantau Panjang OI	BOPTN	5,5
13	2013	Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah untuk Guru IPA Tingkat SLTA di Kecamatan Inderalaya dan Inderalaya Utara Kabupaten Ogan Ilir	Mandiri	-
14	2012	IbM Kelompok Usaha Susu Kedelai	DP2M DIKTI	25
15	2010	Penyuluhan Pemanfaatan Teknologi Nano Kepada Kelompok Industri Songket dan Tenun Kawasan Industri Rumah di 32 Ilir Kota Palembang.	DIPA UNSRI	2,75
16	2010	Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Kerupuk Dari Ampas Kedelai, Indralaya - Ogan Ilir, Sumatera Selatan	DIPA UNSRI	3
17	2010	Pemanfaatan Sampah Sebagai Pupuk Organik Cair Ramah Lingkungan, Indralaya - Ogan Ilir, Sumatera Selatan	DIPA UNSRI	4
18.	2009	Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Tempe Ampas Kedelai di Kelurahan Indralaya Mulya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan	DIPA UNSRI	3
19.	2008	Pembuatan Alat Peraga Fisika Berbasis Komputer di SMA PGRI Inderalaya Utara Kabupaten Ogan Ilir	DIPA UNSRI	3
20.	2008	Demonstrasi Gejala Fisika Dalam Mata Pelajaran IPA Di SD Negeri Tanjung Pering Kecamatan Indralaya Utara Ogan Ilir	DIPA UNSRI	2,75
21.	2008	Penyuluhan Pemanfaatan Perangkat Komputer Pada Siswa dan Guru SMAN 3 Tanjung Raja Sebagai Alat Bantu Pembelajaran Di Sekolah	Mandiri	-
22.	2006	Pemanfaatan Sensor PhotoTransistor Untuk Pembuatan Lampu Emergency di Beberapa Masjid Dusun III Simpang Timbangan	DIPA UNSRI	1,5

		Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir		
23.	2003	Penyuluhan pembuatan dodol pisang di desa Tanjung Seteko Kecamatan Inderalaya Kabupaten OKI	DIPA UNSRI	1
24.	2003	Proses penjernihan dan pengolahan air secara sederhana	DIPA UNSRI	1
25.	2001	Penyuluhan pengolahan buah pisang dengan cara fermentasi di desa tetangga Unsri (desa talang taling)	DIPA UNSRI	1

V. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1.	2016	Kajian Pendahuluan Penggunaan OER Pada Matakuliah Fisika Dasar Ps Kimia Unsri. [Anggota] Web-link: http://semirata2016.mipa.unsri.ac.id/PROSIDING/2-FISIKA-893-1452.pdf	ISBN: 978-602-71798-1-3 hal. 958-960	Prosiding Semirata 2016 Bidang MIPA BKS Wilayah Barat, Palembang 22-24 Mei 2016
2.	2016	Pengaruh Penambahan LLDPE Terhadap Karakteristik HDPE Untuk Aplikasi Rotan Sintetis. [Anggota] Web-link: http://semirata2016.mipa.unsri.ac.id/PROSIDING/2-FISIKA-893-1452.pdf	ISBN: 978-602-71798-1-3 hal. 974-980	Prosiding Semirata 2016 Bidang MIPA BKS Wilayah Barat, Palembang 22-24 Mei 2016
3.	2011	Trend in precipitation over Sumatra under the warming Earth. [Anggota] Web-link: http://jurnal.lapan.go.id/index.php/ijreses/article/view/1737	Vol. 8, hal. 19 – 24.	International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences
4.	2011	Analisis Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit ($BaO \cdot 6Fe_2O_3$) dengan Menggunakan High-Energy Milling [Ketua] Web-link: https://jpsmipaunsri.files.wordpress.com/2011/03/0519-24-b-akmal.pdf	Vol.14 No.1(B), Januari 2011, hal 14105-(19-24)	Jurnal Penelitian Sains, ISSN : 1410-7058. (FMIPA-UNSRI)
5.	2009	The Semi-Quantitative Study of Magnetization Process on Milling and Reannealing of Barium Hexaferrite ($BaO \cdot 6Fe_2O_3$) [Anggota] Web-link: http://aij.batan.go.id/index.php/aij/article/view/49	Vol.35 No.2, July 2009, hal 105-113	Atom Indonesia, ISSN : 0126-1568, Akreditasi Nomor : 43/DIKTI/Kep/2008 dan 122/Akred-LIPI/P2MBI/06/2008. (BATAN Serpong)
6.	2009	Karakterisasi Sifat Fisik Dan Mekanik Bahan Refraktori $\alpha-Al_2O_3$ Pengaruh Penambahan TiO_2	Vol.12 No.2(B), Mei 2009, hal 12107-(1-8)	Jurnal Penelitian Sains, ISSN : 1410-7058. (FMIPA-UNSRI)

		Web-link: https://jpsmipaunsri.files.wordpress.com/2010/04/jpsmipaunsri-v12-no2-07-b-akmal.pdf		
7.	2009	Karakterisasi Kerapatan Elektron Fasa Rutile Hasil Transformasi TiO ₂ Akibat Pengaruh Variasi Penambahan Fe Dan Waktu Pemanasan. [Ketua] Web-link: http://jusami.batan.go.id/terbitan-lalu-abstrak.php?idm=138	Vol.10 No.2, Februari 2009, hal 131-135	Jurnal Sains Materi Indonesia, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007. (BATAN Serpong)
8.	2009	Karakterisasi Sifat Listrik Bahan Keramik Na-β"-Al ₂ O ₃ Dengan Variasi Waktu Penahanan Suhu Pemanasan. [Anggota] Web-link: http://jusami.batan.go.id/terbitan-lalu-abstrak.php?idm=143	Vol.10 No.2, Februari 2009, hal 159-163	Jurnal Sains Materi Indonesia, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007. (BATAN Serpong)
9.	2009	Identifikasi Keramik Na-β"-Al ₂ O ₃ Dengan Penambahan Variasi Komposisi (0%, 3% dan 6%) Berat MgO. [Anggota] Web-link: https://jpsmipaunsri.files.wordpress.com/2010/04/jpsmipaunsri-v12-no1-03-b-ramlan.pdf	Vol.12 No.1(B), hal.1-6, Januari 2009	Jurnal Penelitian Sains, ISSN : 1410-7058. (FMIPA-UNSRI)
10.	2008	Karakterisasi Konduktivitas, Porositas Dan Densitas Bahan Keramik Na-β"-Al ₂ O ₃ Dari Komposisi Na ₂ O 13% Dan Al ₂ O ₃ 87% Dengan Variasi Waktu Penahanan. [Ketua] Web-link:	Vol.11 No.3, September 2008, hal 544-551	Jurnal Penelitian Sains, ISSN : 1410-7058. (FMIPA-UNSRI)
11.	2008	Pembuatan Dan Karakterisasi Keramik Na-β"-Al ₂ O ₃ Berbasis 86% Al ₂ O ₃ – 14% Na ₂ O Dengan Penambahan MgO. [Anggota] Web-link:	Vol.11 No.3, September 2008, hal 552-559	Jurnal Penelitian Sains, ISSN : 1410-7058. (FMIPA-UNSRI)
12.	2008	Pengaruh Aditif MgO Dan Perlakuan Panas Terhadap Material Elektro Keramik Berbasis Beta Alumina (β"-Alumina). [Anggota] Web-link: http://jusami.batan.go.id/terbitan-lalu-abstrak.php?idm=38	Vol.9 No.3, Juni 2008, hal 254- 259	Jurnal Sains Materi Indonesia, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004 dan 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007. (BATAN Serpong)
13.	2008	Analisa Tingkat Energi Spektrum Atom Merkuri (Hg) Dengan Spektrometer Optik. Web-link:	Vol.11 No.1 – Januari 2008, hal 390-401	Jurnal Penelitian Sains, ISSN : 1410-7058. (FMIPA-UNSRI)
14.	2007	Magnetik Nanokristalin Barium Heksaferit (BaO.6Fe ₂ O ₃) Hasil Proses Teknologi High-Energy	Edisi Khusus Oktober 2007, hal 120-125	Jurnal Sains Materi Indonesia, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor :

		Milling. [Ketua] Web-link: http://jusami.batan.go.id/terbitan-lalu-abstrak.php?idm=281		39/DIKTI/Kep/2004 dan 89/Akred-LIPI/P2MBI/5/2007. (BATAN Serpong)
15.	2005	Pengaruh High-Energy Milling Terhadap Sifat Magnetik Bahan Barium Heksaferit (BaO.6Fe ₂ O ₃). [Ketua] Web-link: http://jusami.batan.go.id/terbitan-lalu-abstrak.php?idm=533	Vol.7 No.1, Oktober 2005, hal 25-29	Jurnal Sains Materi Indonesia, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004. (BATAN Serpong)
16.	2005	Efek High-Energy Milling Terhadap Koersivitas Magnet Intrinsik BaO.6Fe ₂ O ₃ . [Anggota] Web-link: http://jusami.batan.go.id/terbitan-lalu-abstrak.php?idm=531	Vol.7 No.1, Oktober 2005, hal 37-41	Jurnal Sains Materi Indonesia, ISSN : 1411-1098, Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004. (BATAN Serpong)
17.	2005	Efek Perlakuan Panas Terhadap Partikel Halus BaO.6Fe ₂ O ₃ Hasil Proses 'High-Energy Milling'. [Anggota]	Prosiding Seminar Nasional Bahan Magnet IV, Semarang 28 September 2005.	Prosiding Seminar Nasional Bahan Magnet IV, Semarang 28 September 2005.
18.	2003	Prediksi Suhu Atmosfir Bumi Berdasarkan Model Transfer Radiasi Termal 1-Dimensi.	No.13 – April 2003, hal 52-68	Jurnal Penelitian Sains, ISSN : 1410-7058. (FMIPA-UNSRI)
19.	2003	Analisis Jangkauan Tempuh (Range) Dan Energi Absorpsi Radiasi Sinar Beta (β) Dalam Bahan Aluminium (Al).	Vol.:VI No.1 – April 2003, hal 24-32	Jurnal Ilmiah MIPA, ISSN : 0215-0913, BKS Wilayah Barat

VII. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor Pendaftaran/ Sertifikat
1.	2009	Metode Pembuatan Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit Dengan Menggunakan <i>High-Energy Milling</i> .	Paten	P00200900773, No. Paten 40946, Tanggal Pendaftaran 26 April 2016

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan sebagai salah satu syarat pengajuan Hibah Penelitian.

Indralaya, 23 November 2018
Ketua Peneliti,

Akmal Johan, S.Si.,M.Si.
NIP. 19731221 199903 1 003

II. IDENTITAS DIRI ANGGOTA PENELITI-1

Personal Data :

Name : Dr. Wisnu Ari Adi
Address : Komplek Batan Lama A8 Puspiptek Setu,
Tangerang Selatan, Banten,
Indonesia
Telephone : +628158317916
E-mail : dwisnuaa@batan.go.id
Date of birth : Malang, December 13, 1971
Nationality : Indonesia
Sex : Male
Marital status : Married

Education :

Doctor in Material Science, the University of Indonesia, Indonesia (2014)
Title: Solution Crystallization of Long Chain N-alkanes
Supervisor: Prof. Goran Ungar
M.Eng. in Material Science, the University of Indonesia, Indonesia (2010)
B.Sc. in Physics, the University of Udayana, Indonesia (1996)

Work Experience :

1998 – present
Researcher
Center for Science and Technology of Advanced Materials
National Nuclear Energy Agency
Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia
Phone : +62217560922, Fax. : +62217560926

Other skills :

As interviewees in workshop and training of crystallography and X-ray diffraction at some universities and institution in Indonesia

Publications :

Wisnu Ari Adi and Azwar Manaf, Structural and Absorption Characteristics of Mn-Ti Substituted Ba-Sr Hexaferrite Synthesized by Mechanical Alloying Route, Journal of Basic and Applied Scientific Research, ISSN 2090-4304, 2 (8) 7826-7834, 2012.

Wisnu Ari Adi and Azwar Manaf, Structural Investigation and Microwave Characteristics of $(\text{Ba}_{0.2}\text{La}_{0.8})\text{Fe}_{0.2}\text{Mn}_{0.4}\text{Ti}_{0.4}\text{O}_3$ Absorbing Materials, Proceeding of Science for Food, Health, and Sustainable Energy, November 8-9, 2012.

Wisnu Ari Adi, Asep Yudi Hercuadi, Decky J. Indrani and Azwar Manaf, Structural Investigation and Microwave Characteristics of Ba-La Hexaferrite/ Fe_2O_3 / LaFeO_3 Composite for Microwave Radiation Shielding on Cellular Phone, Proceeding The International Conference on Biomedical Engineering and Medical Applications, November 9-10, 2012.

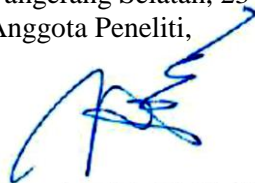
Wisnu Ari Adi and Azwar Manaf, Microstructure and Phase Analysis of $\text{La}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{Ti}_x\text{Mn}_{(1-x)}\text{O}_3$ system for Microwave Absorber Material ($x = 0 - 0.7$), Journal of Advanced Materials Research, Vol. 789 (2013) pp 97-100, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.0.97.

Wisnu Ari Adi, Ridwan, and Azwar Manaf, Magnetic and microwave absorption properties of $\text{La}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{Fe}_x\text{Mn}_{(1-x)}\text{O}_3$ ($x = 0 - 0.7$) in the frequency range 9–15 GHz, Proceeding The International Seminar On Magnetic Materials 2013 Batam, Indonesia, October 24-25, 2013.

Nurul T. Rochman and **Wisnu Ari Adi**, Preliminary study of the developm ent of absorber electromagnetic wave materials by modifying iron sand, International Journal of Academic

-
- Research, Part A; 2013; 5(4), 91-96. DOI: 10.7813/2075-4124.2013/5-4/A.11.
- Priyo Sardjono and **Wisnu Ari Adi**, Structural, Magnetic and Electrical Properties of $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$ ($x = 0 - 0.7$) for Absorber Electromagnetic Wave, J. Basic. Appl. Sci. Res., 3(7)230-234, 2013.
- Priyo Sardjono and **Wisnu Ari Adi**. Preliminary study of processing hematite mineral from local resources as raw material candidates of ferrite magnet, International Journal of Academic Research, Part B; 2013; 5(4), 70-77. DOI: 10.7813/2075-4124.2013/5-4/A.8.
- Azwar Manaf and **Wisnu Ari Adi**, Characterization of single phase of $\text{La}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{Fe}_{0.3}\text{Mn}_{0.35}\text{Ti}_{0.35}\text{O}_3$ nanoparticles as microwave absorbers, J. of Adv. Materials Research, Vol. 896 (2014) pp 428-433, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.896.428.
- Nurul Taufiq Rochman and **Wisnu Ari Adi**, Analysis structural and microstructure of lanthanum ferrite by modifying iron sand for absorber microwave material application, Journal of Advanced Materials Research, Vol. 896 (2014) pp 423-427, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.896.423.
- Priyo Sardjono and **Wisnu Ari Adi**, Thermal analysis and magnetic properties of lanthanum barium manganite perovskite, Journal of Advanced Materials Research, Vol. 896 (2014) pp 381-384, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.896.381.
- Wisnu Ari Adi** and Th. Rina M., Composition analysis of titanomagnetite and ilmenite from iron sand using neutron activation analysis as preliminary study for producing iron oxide and titanium dioxide, International Journal of Academic Research, Part A; Vol. 7. No. 3. May, 2015. DOI: dx.doi.org/10.7813/2075-4124.2015/7-3/A.54.
- Yunasfi , **Wisnu Ari Adi**, Structure And Magnetic Properties of Ni-C Nanocomposite, International Journal of Technology (2016) 3: 479-485.
- Mashadi, Yunasfi and **Wisnu Ari Adi**, Structural, Magnetic Properties and Microwave Absorbing Behavior of Iron Based Carbon Nanocomposites, Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences Vol.12, No.1 (2016) 6-11.
- Didin S. Winatapura, Sari H. Dewi dan **Wisnu Ari Adi**, Synthesize, Characterization and Photocatalytic Activity of $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ Nanocomposite, International Journal of Technology (2016) 3: 408-416 ISSN 2086-9614.
- Yohanes Edi Gunanto, Eric Jobiliong & **Wisnu Ari Adi**, Microwave Absorbing Properties of $\text{Ba}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Fe}_{12-z}\text{Mn}_z\text{O}_{19}$ ($z = 0 - 3$) Materials in X Band Frequencies, J. Math. Fund. Sci Vol. 48, No. 1, 2016, 55-65.
- Y. E. Gunanto, L. Cahyadi, and **W. Ari Adi**, Effect of Mn and Ti Substitution on the Reflection Loss Characteristic of $\text{Ba}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Fe}_{11-z}\text{MnTi}_z\text{O}_{19}$ ($z = 0, 1, 2$ and 3), AIP Conference Proceedings 1725, 020023 (2016); doi: 10.1063/1.4945477.
- W. A. Adi**, M. N. Indro and A. A. Kusumastuti, Effect of Manganese Addition on the Structure, Magnetic Properties and Microwave Absorption of $\text{La}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{Mn}_x\text{Fe}_{\frac{1}{2}(1-x)}\text{Ti}_{\frac{1}{2}(1-x)}\text{O}_3$, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 58 (2017) 012047 doi:10.1088/1755-1315/58/1/012047.
- W. A. Adi**, S. Wardiyati and S. H. Dewi, Nanoneedles of Lanthanum Oxide (La_2O_3): A Novel Functional Material for Microwave Absorber Material, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 202 (2017) 012066 doi:10.1088/1757-899X/202/1/012066.
-

Tangerang Selatan, 23 November 2018
Anggota Peneliti,



Dr. Wisnu Ari Adi
NIP. 19711213 199803 1 003

III. IDENTITAS DIRI ANGGOTA PENELITI-2

1.1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Fitri Suryani Arsyad (Perempuan)
1.2.	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
1.3.	NIP/NIK/No. identitas lainnya	197010191995122001
1.4.	Tempat dan Tanggal Lahir	Baturaja, 19 Oktober 1970
1.5.	Alamat Rumah	Perum.Bukit Sejahtera Blok Ei no.20 Poligon Palembang.30139
1.6.	Nomor Telepon/Fax	0711440764/0711441610
1.7.	Nomor HP	081274884555
1.8.	Alamat Kantor	Jurusan Fisika FMIPA Unsri Inderalaya.Ogan Ilir
1.9.	Nomor Telepon/Fax	0711580743/0711580056
1.10.	Alamat e-mail	fitri_sa@yahoo.com
1.11.	Lulusan yg telah dihasilkan	S1= 20(dua puluh) orang ; S2= orang; S3= orang;
1.12	Mata Kuliah yg diampu	1. Fisika Semikonduktor 2. Fisika Statistik 3. Pendahuluan Fisika Inti 4. Pendahuluan Fisika Material 5.Fisika Zat Padat 6. Fismat 7. Biofisika

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

2.1. Program:	S1	S2	S3
2.2. Nama PT	Universitas Sriwijaya	Institut Teknologi Bandung	Institut Teknologi Bandung
2.3. Bidang Ilmu	Fisika	Fisika Material Elektronik	Fisika Material Elektronik
2.4. Tahun Masuk	1990	1997	2001
2.5. Tahun Lulus	1995	2000	2006
2.6. Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Pendekatan Matriks Transfer Dalam Mekanika Kuantum Satu Dimensi	Optimasi dan karakterisasi lapisan tipis a-Si _{1-x} N _x :H dan n ⁺ a-Si:H untuk Aplikasi Divais TFT	Penumbuhan QD GaN di atas Film Tipis AlGaIn menggunakan Metode PA-MOCVD
2.7. Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. Arsali, M.Sc.	Dr. Sukirno	Dr. Sukirno

III. PENGALAMAN PENELITIAN (5 tahun terakhir)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2008-2010	Peningkatan Kualitas Struktur dan Morfologi Nanokristal Quantum Dot GaN Menggunakan Metode PA-MOCVD	Proyek Hibah Bersaing I&II	Rp 99.420.000,-
2	2010-2012	Karakterisasi Photoluminescence dan Simulasi Sifat Optik Nanokristal Quantum Dot GaN menggunakan PA-MOCVD untuk Aplikasi Piranti Laser	Proyek Hibah Bersaing I & II	Rp 88.175.000,-
3	2010-	Sintesis Nanopartikel TiO ₂ Menggunakan	Proyek	Rp 95.620.000,-

	2012	Metode Simple Heating untuk Dekomposisi Limbah Pewarna Sintetis	Hibah Bersaing I & II	
4	2014	Analisis Teori Pengaruh Ukuran Butir terhadap Celah Pita Energi dan Spektrum Fotoluminesensi Elektron-Hole di Dalam Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO ₂) dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga	Hibah Fundamental	Rp 50.000.000,-
5	2015	Optimasi dan Karakterisasi Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO ₂) untuk Meningkatkan Kualitas Sifat Fisis dan Sifat Optiknya sebagai Fotokatalisis Dalam Mendekomposisi Polutan Organik Air Rawa	Kompetitif Unggulan Unsri	Rp 49.000.000,-
6	2016	Pembuatan Serat Kain Berbasis Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO ₂) untuk Mendekomposisi Logam Berat di Dalam Air Rawa	Kompetitif Unggulan Unsri	Rp. 75.000.000,- Mhs. Norman

IV. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (5 tahun terakhir)

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2016	Pengenalan dan Pengembangan Kerajinan Kreatif Berbasis Limbah Plastik di Desa Sungsang, Kabupaten Bayuasin, Sumsel	Unsri	7.000.000
2	2014	Pengembangan Ekonomi Kreatif Bagi Masyarakat Desa Cinta Manis Lama Banyuasin Melalui Peningkatan Produktivitas, Kreativitas, dan Pemasaran Kerajinan Berbasis Akar Keladi Air (calladium aquatila.)	IbM Dikti	50.000.000,-
3	2013	Pendampingan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Kerjasama LPM Unsri dengan Yayasan Sahabat Cipta & PT. Carrefour Indonesia.	LPM-Carrefour	
4	2012	Penyuluhan dan Pelatihan Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Benda Seni Bernilai Jual di Sekolah Alam Palembang dan Masyarakat Sekitarnya	PKM-Dikti	10.000.000,-
5	2011	Pendampingan Kewirausahaan Mahasiswa dengan usaha "Tas Plastik Sampahku"	DIPA Unsri	10.000.000,-
6	2011	Penyuluhan Pemanfaatan Teknologi Nano Kepada Home Industri Songket and Jemputan di kawasan Industri Rumah Tangga Seberang Ulu Palembang	DIPA Unsri	3.000.000,-
7	2010	Penyuluhan Pemanfaat Material TiO ₂ Bulk dalam Pengolahan Limbah Pewarna Sintetis Kepada Kelompok Industri Songket dan Tenun di 32 Ilir Kota Palembang	DIPA Unsri	3.000.000,-

V. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2014	Photocatalytic Degradation of C.I. Reactive Red 2 by Using TiO ₂ -Coated PET Plastic under Solar Irradiation	789 Pp: 180-188	Advanced Materials Research
2	2013	Pengaruh Jumlah Polyetilen Glycol (PEG) 200 dan Temperatur Annealing Terhadap Struktur dan Morfologi Nanopartikel TiO ₂ yang Disintesis dengan Menggunakan Metode <i>Simple Heating</i> .	13 no. 1 Hal: 52-57	Bumi Lestari : Jurnal Lingkungan Hidup
3	2012	Analisis Numerik Sifat Listrik Dioda Laser Berbasis Kuantum Dot Galium Nitrida (QD GaN) Menggunakan Metoda <i>Finite Element Method Laboratory (FEMLAB)</i>	Vol. I. No. 2 September 2012	Jurnal Simetri
4	2012	SINTESIS NANOPARTIKEL TITANIUM DIOKSIDA (TiO ₂) MENGGUNAKAN METODA <i>SIMPLE HEATING</i> DAN APLIKASINYA UNTUK MENDEKOMPOSISI POLUTAN ORGANIK AIR RAWA	Juli 2012	Prosiding Seminar Nasional Fisika 2012
5.	2010	Growth of AlGa _N Epytaxial Thin Film on Sapphire Substrate by Plasma Assisted MOCVD (PA-MOCVD).		International Conference Semiconductor Electronic Proceeding 2010, Malaka, Malaysia, 20-30 June, 2010
6.	2009	The Influence of the Growth Temperature to size of GaN Quantum Dots Grown by Plasma Assisted Metal Organic Chemical Vapor Deposition (PA-MOCVD).	Vol. 9 No.2 September 2009, pp 101-105.	Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi, LIPI,
7	2007	Pengaruh Bentuk dan Fluktuasi Ukuran Terhadap Pelebaran Garis Spektral yang Tidak Homogen pada QD GaN..	Vol 12 No. 4	<i>Journal of Mathematics and Science</i> , ITB
8	2006	Growth of GaN Quantum Dots on Al _x Ga _{1-x} N Surfaces Using [(C ₂ H ₅) ₄]Si By Plasma Assisted MOCVD	Pp 1-3	<i>IEEE Proceeding of International Conference on Nanotechnology and Nanoscience (ICONN)</i> , 3 – 7 July, Brisbane, Australia
9	2005	The Dependence of Probability Distribution of Electron-Hole	pp. 1 – 5	<i>Proceeding of The 8th International</i>

		Dirac Function on Size Fluctuation of GaN Quantum Dot Laser,		<i>Conference on Quality in Research (QIR), Depok, Indonesia</i>
10	2005	Influence of The Al Concentration On The Electrical Properties of AlGa _N Thin Films Grown on Si(111) Substrate by Plasma Assisted Metalorganic Chemical Vapour Deposition Method	pp. 52 – 55	<i>Proceeding of 2005 Asian Physics Symposium, Bandung, December 7-8, Indonesia</i>
11	2005	Study of Crystal Structure and Surface Morphology of AlGa _N Thin Film Deposited By PA-MOCVD	pp. 438 – 441	<i>Proceeding of 2005 Asian Physics Symposium, Bandung, December 7-8, Indonesia</i>
12	2004	Pengaruh Geometri QD Kerucut Terhadap Energi Transisi Optik pada Divais Laser QD GaN	pp. 206 – 209	<i>Proceeding Seminar MIPA IV ITB, Bandung, 6-7 Oktober</i>
13	2004	Studi Morfologi Film Tipis Al _x Ga _{1-x} N yang ditumbuhkan dengan menggunakan PA-MOCVD	pp. 216 – 219	<i>Proceeding Seminar MIPA IV ITB, Bandung, 6-7 Oktober</i>
14	2002	Simulasi Reaktor MOCVD Dengan Menggunakan FEMLAB	13(2) , pp. 65 - 71	<i>Kontribusi Fisika Indonesia</i>

VII. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor Sertifikat
1	2010	Metode Penumbuhan Nanokristal Quantum Dot Galium Nitrida (QD GaN) Menggunakan Reaktor Plasma Assisted MOCVD (PA-MOCVD)	Paten	IDP000035073

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Palembang, 23 November 2018
Anggota Peneliti,

Dr. Fitri Suryani Arsyad
NIP. 19701019 199512 2 001

LAMPIRAN II

BUKTI SERTIFIKAT PESERTA PEMAKALH SEMINAR INTERNASIONAL



**Sriwijaya
International Conference
on Basic and Applied Sciences**



Certificate

Number: 19/SicBas/2018

This is to certify that:

AKMAL JOHAN
served as

Presenter

in the Sriwijaya International Conference on Basic and Applied Sciences (SICBAS) 2018

"Sciences for Sustainable Development"

Palembang, November 6-7, 2018



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.

Dean of Mathematics & Natural Sciences Faculty,
Sriwijaya University



Dr. Fiber Monado, M.Si.

Head of Committee

