

**PENGARUH DOPING ION ALUMINIUM PADA *COBALT FERRITE* MENGGUNAKAN METODE KOPRESIPITASI**



Disusun Oleh:

Anisa Khoiriah

M0212014

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian  
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

Juni 2017

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**SKRIPSI**

Pengaruh doping ion alumunium pada *cobalt ferrite* menggunakan metode  
kopresipitasi

Oleh:

**Anisa Khoiriah**

**M0212014**

Telah Disetujui Oleh :

Pembimbing 1

Dr. Eng Budi Purnama, S.Si., M.Si

NIP. 197311092000031001

Pembimbing 1

Tanggal: .....

Dr. Utari S.Si., M.Si

NIP. 197012062000032001

Tanggal:.....

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul: Pengaruh doping ion alumunium pada *cobalt ferrite*  
menggunakan metode kopresipitasi

Yang ditulis oleh:

Nama : Anisa Khoiriah  
NIM : M0212014

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 19 Juni 2017

Dewan Penguji:

1. Ketua Penguji

Dr. Fahru Nurosyid S.Si., M.Si. ....  
NIP. 197210132000031002

2. Sekretaris Penguji

Dr. Eng Risa Suryana S.Si., M.Si. ....  
NIP. 197108312000031005

3. Anggota Penguji 1

Dr. Eng Budi Purnama, S.Si., M.Si. ....  
NIP. 197311092000031001

4. Anggota Penguji 2

Dr. Utari S.Si., M.Si. ....  
NIP. 197012062000032001

Disahkan pada tanggal Agustus 2017

Oleh

Kepala Program Studi Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret

**Dr. Fahru Nurosyid S.Si., M.Si.**

NIP. 197210132000031002

### **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi Skripsi saya yang berjudul “Pengaruh doping ion alumunium pada *cobalt ferrite* menggunakan metode kopresipitasi” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 5 April 2017

Anisa Khoiriah

### **MOTTO**

“Teruslah bergerak, hingga kelelahan itu lelah mengikutimu. Teruslah berlari, hingga kebosanan itu bosan menjejarmu. Teruslah berjalan, hingga keletihan itu letih bersamamu. Teruslah bertahan, hingga kefuturan itu futur menyertaimu.

Tetaplah berjaga, hingga kelesuan itu lesu menemanimu...”

(Ust Rahmat Abdullah)

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(Qs Al Insyirah ayat 5-7)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan segenap penuh kesyukuran, skripsi ini saya persembahkan kepada:

ALLAH SWT, Rabb semesta alam dan seisinya

Rasulullah Muhammad SAW yang kelak dinanti syafa'atnya

Ummi yang telah pergi menghadap sang khaliq

Abi yang selalu ada disisi untuk mendukung dan mendoakan

Kakak dan adik-adik tercinta yang selalu memberi motivasi terbaiknya

Dosen pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Teman-Teman Fisika 2012

Pengaruh doping ion alumunium pada *cobalt ferrite* menggunakan metode kopresipitasi

ANISA KHOIRIAH

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam,

Universitas Sebelas Maret

#### ABSTRAK

Dalam penelitian ini *cobalt ferrite* didoping ion alumunium( $\text{CoAl}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ ) telah dilakukan. Studi sintesis ini dilakukan pada sampel dengan modifikasi variasi mol bahan dan suhu *annealing* menggunakan metode kopresipitasi. Sifat termal, *force constant*, sifat mikrostruktur material, dan sifat magnetik telah diteliti. Analisis hasil sifat termal menunjukkan bahwa material mulai stabil dan tidak mengalami *loss mass* pada suhu  $400^\circ\text{C}$ . *Force constant* dari hasil FTIR pada sampel doping alumunium hanya mengubah *strain* pada oktahedral *site* tanpa menghadirkan senyawa baru. Analisis XRD menunjukkan ukuran kristalit dan parameter kisi yang meningkat seiring kenaikan konsentrasi alumunium dan kenaikan suhu *annealing*. Sifat magnetik penambahan mol alumunium berupa magnetisasi saturasi mengalami penurunan seiring dengan penambahan mol, dan meningkat sejajar dengan kenaikan suhu *annealing*.

Kata Kunci : *cobalt ferrite*, aluminum ion, co-presipitation.

The effect of doping of aluminum ions on cobalt ferrite using coprecipitation  
methods

ANISA KHOIRIAH

Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Sebelas Maret University

#### ABSTRACT

In this study, cobalt ferrite doping of aluminum ion ( $\text{CoAl}_2\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$ ) was performed. This synthesis study was conducted on samples with modification of mole variation of material and annealing temperature using coprecipitation method. The properties of thermal, force constant, microstructural properties of materials, and magnetic properties have been investigated. The result analysis of the thermal properties shows that the material is stable and does not lose mass at  $400^\circ\text{C}$ . The constant force of the FTIR results in the aluminum doping sample simply alters the strain on the octahedral site without presenting a new compound. XRD analysis showed the size of chrysalite and lattice parameters that increased with increasing aluminum concentration and annealing temperature rise. The magnetic properties of mole aluminum addition in the form of saturation magnetization decreased with addition of mole, and increased parallel with annealing temperature rise.

Keywords: cobalt ferrite, aluminum ion, co-precipitation.



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada ummatnya sampai akhir nanti, amiin.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada program Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret. Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, arahan serta dukungan penuh dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Eng Budi Purnama, S.Si, M.Si. selaku pembimbing I skripsi yang senantiasa sangat sabar dalam membimbing, selalu memotivasi dari awal hingga skripsi ini selesai.
2. Ibu Utari S.Si., M.Si. selaku pembimbing II yang membimbing skripsi sekaligus menjadi ibu saya ketika di kampus.
3. Drs. Hery Purwanto M.Sc. selaku pembimbing akademis saya dari mulai masuk kampus sampai sekarang ini.
4. Segenap dosen dan staff Program Studi Fisika FMIPA UNS yang telah membantu dan memberikan bimbingan ilmu pengetahuan selama menikmati bangku perkuliahan.
5. Abi dan almarhumah Ummi yang senantiasa membersamai dan mendoakan tiada henti sehingga penulis bisa tetap istiqomah sampai lulus.
6. Kakak tersayang Mas Wakhid dan istri Mba Nita sebagai spirit masa depan dan motivasi tentang skripsi yang harus segera diselesaikan.
7. Adik-adik tercinta, Habib, Jaisy dan Izzah yang siap selalu memberikan motivasi kelulusan dan capaian-capaian kehidupan.

8. Teman-teman Kos Asma Amanina Tasya, Firda, Fatima, Uul, Novi, Sri, Nisa, Mba Dwi, Ika, Chota, Lani, Dita, dan Yeni menjadi teman suka duka skripsi penulis.
9. Kawan seperjuangan BEM UNS kabinet Porsima dan Inisiator Perubahan yang selalu memberikan semangat penulis untuk menyelesaikan skripsi hingga saat ini.
10. Teman Suka duka yang sudah menyemangati dari kejauhan Husna Rofiko dan Siska Rahayu.
11. Kawan Fisika 2012 atas segala kenangan, semangat perjuangan, arti persahabatan dan segala bantuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Kawan-kawan Magnetik yang selalu menyemangati untuk cepat lulus, Elsa, Nilam, Erinda, Regina, Sume, Julian, Rica, Ardi, Brenda, Wisnu, Afif.
13. Kawan-kawan barisan penuh cinta dan spirit tiada henti Intan, Yhustina, Wulan, Winda, Maul, Anita, Aya, Latifah, Nabila, Yasmin, Hira, Ridya, Mba Sofi, Mba Iffah, Aisyah, Ni'mah, Mba Isti yang menjadi pengingat untuk menyelesaikan skripsi.
14. Teman Diskusi bersama Asa, Witria, Kiki, Anis, Rahma, Fika, Annis, Mba Anis, Mas Eko, Mas Deddy, Mas Gilang, Mas Ruslan, Mas Shofwan, Nurdin, Doni, Mas Wahyu, Wildan, Yayak, Gita, Vera, Desy, Iqbal, Ade, Mutia, Endra, Alto, Khansa, Ami, Bagas, Abduh, Farkhan, Fajrul, Rasyid, Hayati, Tionti, Marwa yang menjadi motivasi besar saya untuk menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.
15. Kawan-kawan alumni SMAIT NH yang selalu memberi semangat dan mengupdate kondisi skripsi penulis hingga selesai.
16. Kawan-kawan pemuda Garuda Wonogiri yang selalu menyemangati penulis untuk segera mengakhiri bangku strata 1 perkuliahan dan menyelesaikan skripsi dengan secepatnya.
17. Teman-teman forum silaturahmi pengajian yang selalu memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi sebaik-baiknya.

Semoga Allah membalas semua kebaikan, jerih payah yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik lagi.

Surakarta, 5 April 2017

Anisa Khoiriah

## **HALAMAN PUBLIKASI**

Sebagian skripsi saya yang berjudul “Pengaruh doping ion alumunium pada partikel *cobalt ferrite* menggunakan metode kopresipitasi” dipublikasikan dalam Jurnal Fisika dan Aplikasinya (JFA) pada tanggal Tanggal 17 April 2017

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>HALAMAN PUBLIKASI</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. Batasan Masalah .....	2
1.3. Perumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Tujuan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
4.1. <i>Ferromagnetisme</i> .....	4
4.2. Suhu <i>Curie</i> .....	4
4.3. Nanopartikel .....	5
4.4. <i>Cobalt Ferrite</i> .....	5
4.5. Alumunium Oksida .....	6
4.6. Kopresipitasi .....	6
4.7. Magnetisasi .....	7
4.7.1. Hysterisis .....	7

4.7.2.	<i>Domain Wall Structure</i> .....	8
4.8.	Ferrite .....	9
2.9.	Alat Karakterisasi .....	9
2.9.1.	XRD ( <i>X-Ray Diffractometer</i> ) .....	9
2.9.2.	VSM ( <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> ) .....	12
2.9.3.	FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ) .....	12
2.9.4.	TG/DTA( <i>Thermogravimetric Analysis/Differential Thermal Analysis</i> ).....	13
2.9.5.	<i>Magnetic Stirrer</i> .....	14
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	15
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	15
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian .....	15
3.2.1.	Alat yang digunakan dalam penelitian.....	15
3.2.2.	Bahan Penelitian .....	16
3.3.	Prosedur Fabrikasi .....	17
3.3.1.	Pembuatan larutan Larutan .....	18
3.3.2.	Ko-Presipitasi.....	18
3.3.3.	Pencucian .....	18
3.3.4.	Pengeringan .....	19
3.3.5.	Variasi Annealing .....	19
3.3.6.	Karakterisasi sampel .....	19
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20
4.1.	Hasil Karakterisasi TG-DTA.....	20
4.2.	Analisis gugus oksida .....	22
4.2.1.	Efek Doping ion alumunium .....	22
4.2.2.	Variasi suhu <i>annealing</i> .....	24
4.3.	Analisis Struktur Kristal .....	26
4.3.1.	Variasi mol alumunium .....	26
4.3.2.	Variasi suhu <i>annealing</i> .....	28
4.4.	Analisa Sifat Magnet .....	29
4.4.1.	Variasi mol alumunium .....	30

4.4.2. Variasi suhu <i>annealing</i> .....	31
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	36
LAMPIRAN 1 .....	40
PERHITUNGAN MASSA BAHAN .....	40
LAMPIRAN 2 .....	42
PERHITUNGAN KOSTANTA GAYA .....	42
LAMPIRAN 3 .....	48
PERHITUNGAN UKURAN KRISTALIT .....	48
LAMPIRAN 4 .....	49
PERHITUNGAN PARAMETER KISI DAN DENSITAS .....	49
LAMPIRAN 5 .....	53
PERHITUNGAN SIFAT MEGNETIK RATA-RATA .....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Suhu Curie dari beberapa material (Jiles, 1998).....	4
Tabel 4.1. Pola spektrum ( $k_1$ ) dan ( $k_2$ ), konstanta <i>tetrahedral</i> ( $k_t$ ), dan konstanta <i>octahedral</i> ( $k_o$ ) dengan variasi mol alumunium saat suhu <i>annealing</i> 600°C.....	23
Tabel 4.2. Pola spektrum ( $k_1$ ) dan ( $k_2$ ), konstanta <i>tetrahedral</i> ( $k_t$ ), dan konstanta <i>octahedral</i> ( $k_o$ ) dengan variasi suhu <i>annealing</i> pada doping 0,01 dan 0,1 mol.....	25
Tabel 4.3. Hasil ukuran Kristal, parameter $a$ dan densitas dari sintesis <i>cobalt ferrite</i> dengan variasi doping mol alumunium suhu 600°.....	27
Tabel 4.4. Hasil ukuran Kristal, parameter $a$ dan densitas dari sintesis <i>cobalt ferrite</i> dengan variasi suhu <i>annealing</i> suhu 600°C, 800°C dan 1000°C.....	29
Tabel 4.5. Nilai medan koersif ( $H_c$ ), magnetisasi remanen ( $M_r$ ), dan magnetisasi saturasi ( $M_s$ ) dari sampel tambahan doping alumunium suhu <i>annealing</i> 600°C.....	30
Tabel 4.6. Medan Koersif ( $H_c$ ), magnetisasi remanen ( $M_r$ ), dan magnetisasi saturasi ( $M_s$ ) dari sampel dengan variasi suhu 600°C, 800°C, 1000°C.....	32
Tabel II. 1 Tabel perhitungan nilai konstanta gaya kisi tetrahedral dan kisi oktahedral yang divariasi mol alumunium yang di <i>annealing</i> pada suhu 600°C.....	42
Tabel II. 2 Tabel perhitungan nilai konstanta gaya kisi tetrahedral dan kisi oktahedral yang divariasi <i>annealing</i> pada suhu 600°C, 800°C dan 1000°C.....	44
Tabel III. 1 Tabel perhitungan ukuran kristalit sampel yang divariasi doping mol dengan suhu <i>annealing</i> yang diberikan sebesar 600°C.....	48
Tabel III. 2 Tabel perhitungan ukuran kristalit sampel yang divariasi dengan suhu <i>annealing</i> 600°C, 800°C, dan 1000°C.....	48
Tabel IV. 1 Tabel perhitungan parameter $a$ ( $a$ ) dan densitas dari sampel pada variasi doping mol Alumunium.....	50
Tabel IV. 2 Tabel perhitungan parameter $a$ ( $a$ ) dan densitas dari sampel pada variasi suhu <i>annealing</i> dengan komposisi doping mol sebesar 0,01 mol.....	51
Tabel IV. 3 Tabel perhitungan parameter $a$ ( $a$ ) dan densitas dari sampel pada variasi suhu <i>annealing</i> dengan komposisi doping mol sebesar 0,1 mol.....	52
Tabel V. 1 Tabel perhitungan sifat magnetik rata-rata dari sampel variasi doping mol.....	53
Tabel V. 2 Tabel Perhitungan sifat magnetik rata-rata dari sampel variasi suhu <i>annealing</i> doping mol 0,01. ....	53
Tabel V.3 Tabel Perhitungan sifat magnetik rata-rata dari sampel variasi suhu <i>annealing</i> doping mol 0,1. ....	53



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Grafik hysteresis (Kotnala, 2015).....	7
Gambar 2. 2. Hipotesis dinding domain $180^\circ$ dari ketebalan nol (Cullity,2009)...	8
Gambar 2. 3. Difraksi sinar X pada bidang Kristal .....	10
Gambar 2. 4. Kurva serapan FTIR $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ dan $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ (Waldron, 1995)....	13
Gambar 3.1 Diagram alur langkah kerja .....	17
Gambar 4.1. Tipikal Kurva TG/DTA sampel <i>cobalt ferrite</i> hasil ko-presipitasi.(a) tanpa campuran al, (b)dengan campuran alumunium.....	20
Gambar 4.2. Spektrum FTIR sampel <i>cobalt ferrite</i> variasi mol dengan suhu <i>annealing</i> $600^\circ\text{C}$ .....	22
Gambar 4.3. Hasil FTIR sampel alumunium <i>cobalt ferrite</i> doping Al dengan perbandingan mol, $x = \text{Al/Fe} = 0,01$ dan $0,1$ dengan variasi suhu <i>annealing</i> selama 5 jam.....	24
Gambar 4.4. Karakteristik spektral XRD hasil perlakuan variasi mol alumunium pada suhu <i>annealing</i> $600^\circ\text{C}$ . .....	27
Gambar 4.5. Spektral XRD sampel alumunium <i>cobalt ferrite</i> hasil ko-presipitasi suhu $600^\circ\text{C}$ , $800^\circ\text{C}$ , $1000^\circ\text{C}$ .....	28
Gambar 4.6. Karakteristik sifat magnetik dengan penambahan doping ion alumunium sebesar $0,1$ & $0,01$ mol pada suhu <i>annealing</i> $600^\circ\text{C}$ .....	30
Gambar 4.7. Tipikal kurva histerisis dari sampel <i>Cobalt Ferrite</i> dengan variasi suhu sintesis $600^\circ\text{C}$ , $800^\circ\text{C}$ , $1000^\circ\text{C}$ . .....	32
Gambar 4.8. Grafik hubungan antara magnetisasi saturasi dengan suhu <i>annealing</i> (a), medan koersifitas dengan suhu <i>annealing</i> (b).....	33

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Nilai/satuan
$H$	Medan magnet luar	Oersted
$B$	Induksi medan magnet	Tesla atau oersted
$M$	Momen magnet	Emu
$I$	Arus listrik	Ampere
$A$	Luas Daerah	$m^2$
$r$	Jari-jari lingkaran	M
$\mu_0$	Permeabilitas ruang hampa	$4\pi \times 10^7 Wb/Am$
$kt$	Konstanta <i>tetrahedral</i>	N/m
$ko$	Konstanta <i>octahedral</i>	N/m
$\mu_s$	Momen Magnetik Spin	$Am^2$
$\mu_B$	Momen Magnetik Bohr	$Am^2$
$E$	Muatan Electron	Coulomb
$H$	Konstanta Plank	Js
$M$	Magnetisasi	A/m, emu/gr, emu/cc
$M_s$	Magnetisasi Saturasi	A/m, emu/gr, emu/cc
$M_r$	Magnetisasi Remanen	A/m, emu/gr, emu/cc
$H_c$	Medan Koersif	Oersted
$d$	Jarak dua bidang atom	M
$n$	Orde difraksi	1,2,3,.. dst
$\lambda$	Panjang gelombang	M
$\theta$	Sudut difraksi	( $^\circ$ )
$k$	Angka gelombang	$cm^{-1}$
$d_x$	Densitas	$g/cm^3$

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Perhitungan Massa Bahan.....	40
Lampiran 2.	Perhitungan Konstanta Gaya.....	42
Lampiran 3.	Perhitungan Ukuran Kristalit.....	48
Lampiran 4.	Perhitungan Parameter Kisi dan Densitas.....	49
Lampiran 5.	Perhitungan Sifat Magnetik Rata-Rata.....	53