

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTI SARI	xii
ABSTRACT	xiii
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Sistematika Penulisan	6
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 8
 BAB III. LANDASAN TEORI	 13
3.1. Sifat Kemagnetan pada Material.....	13
3.2. Domain dan Dinding Domain.....	15
3.3. Kurva Histerisis.....	16
3.4. Klasifikasi Sifat Kemagnetan Material	18
3.4.1 Diamagnetik	18
3.4.2 Paramagnetik	19
3.4.3 Feromagnetik	20
3.4.4 Ferimagnetik	21
3.4.5 Antiferomagnetik	22
3.4.6 Superparamagnetik	23
3.5. Struktur Kristal Nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	26
3.6. Metode Kopresipitasi	27
3.7. Karakterisasi Material	28
3.7.1 XRD	28
3.7.2 TEM	31
3.7.3 VSM	34
3.7.4 <i>Infra-red Spectroscopy</i>	35
 BAB IV. METODE PENELITIAN	 37
4.1. Alat dan Bahan.....	37
4.2. Prosedur Penelitian.....	38

4.3. Teknis Analisis Data.....	41
4.3.1. Karakterisasi Sampel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ menggunakan XRD	41
4.3.2. Karakterisasi Sampel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ menggunakan TEM	43
4.3.3. Karakterisasi Sampel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ menggunakan VSM	44
4.3.4. Karakterisasi Sampel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ menggunakan FTIR	45
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
5.1. Hasil Sintesis $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	47
5.2. Hasil Karakterisasi Difraksi Nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	47
5.2.1. Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Struktur Kristal Nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	48
5.2.2. Pengaruh Suhu Sintesis terhadap Struktur Kristal Nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	56
5.3. Hasil Karakterisasi TEM pada Nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$.	62
5.4. Hasil Analisis Gugus Fungsional Nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ menggunakan Spektroskopi Infra Merah	66
5.5. Hasil Analisis Karakterisasi VSM pada Nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	68
5.5.1. Analisis Sifat Kemagnetan Sampel Nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan Variasi Konsentrasi NaOH	68
5.5.2. Analisis Sifat Kemagnetan Sampel Nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan Variasi Suhu Sintesis	76
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	82
6.1. Kesimpulan.....	82
6.2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Ilustrasi (a) momen magnetik spin dan (b) momen magnetik orbital elektron (Coey, 2009).....	13
Gambar 3.2	Ilustrasi domain dan dinding domain (Callister, 2001).....	15
Gambar 3.3	Ilustrasi Pergeseran dinding domain(Callister dan David, 2009)	16
Gambar 3.4	Ilustrasi kurva histerisis (Elliot, 1998).....	17
Gambar 3.5	Ilustrasi kurva histerisis <i>soft magnetic</i> dan <i>hard magnetic</i> (Furlani, 2001)	18
Gambar 3.6	Arah momen magnetik material diamagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet luar (Iacovacci dkk, 2016)	19
Gambar 3.7	Arah momen magnetik material paramagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet luar (Iacovacci dkk, 2016)	20
Gambar 3.8	Arah momen magnetik material feromagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet luar (Iacovacci dkk, 2016)	20
Gambar 3.9	Ilustrasi arah momen magnetik ferimagnetik (Coey, 2009).....	21
Gambar 3.10	Ilustrasi arah momen magnetik antiferomagnetik (Coey, 2009)	22
Gambar 3.11	Ilustrasi kurva histerisis material superparamagnetik (Pankhurst dkk, 2003).....	23
Gambar 3.12	Transisi perubahan orientasi spin terhadap energi anisotropi (Jun dkk, 2008)	24
Gambar 3.13	Ilustrasi respon material terhadap medan magnet dengan suhu rendah dan suhu tinggi (Pankhurst dkk, 2003)	25
Gambar 3.14	Konfigurasi spinel ferit (a) subruang tetrahedral (A) dan subruang oktahedral (B). (b) Arah momen magnetik kation-kation pada subruang A dan B (Matthew dan Juang, 2007)	26
Gambar 3.15	Difraksi <i>X-ray</i> pada bidang (Callister dan David, 2009)	29
Gambar 3.16	Ilustrasi strain pada kisi (Leng, 2008).....	30
Gambar 3.17	Geometri difraksi elektron (Fultz dan James, 2008)	32
Gambar 3.18	Skema TEM (Leng, 2008).....	33
Gambar 3.19	Ilustrasi VSM (Panchal, 2011)	34
Gambar 3.20	Skema instrumen FTIR (Pavia, 2009).....	35
Gambar 4.1	Skema penelitian.....	40
Gambar 4.2	Ilustrasi pola difraksi x-ray (Hermawan, 2015).....	41
Gambar 4.3	Ilustrasi (a) citra struktur morfologi nanopartikel beserta diagram batang ukuran partikelnya, (b) pola cincin difraksi SAED (Laohhasurayotin dkk, 2012).....	44
Gambar 4.4	Ilustrasi plot kurva histerisis (Indrayana, 2016)	45
Gambar 4.5	Ilustrasi profil plot serapan spektrum infra merah FTIR (Tapdiya dan Shrivastava, 2016).....	46
Gambar 5.1	a) Proses pencampuran dan pemanasan prekursor (b) Proses pengendapan slury $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (c) serbuk nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	47

Gambar 5.2	Pola spektrum XRD nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH (M1) 1,5 M, (M2) 3 M, (M3) 6 M, dan (M4) 12 M yang disintesis pada suhu konstan 70°C	48
Gambar 5.3	Pergeseran pola puncak-puncak difraksi nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH	50
Gambar 5.4	Perubahan densitas terhadap variasi konsentrasi NaOH	53
Gambar 5.5	Perubahan ukuran kristalit terhadap variasi konsentrasi NaOH	54
Gambar 5.6	a) Perubahan jumlah dan ukuran partikel yang terbentuk dalam larutan dan (b) Perubahan konsentrasi (C) yang terlarut selama proses presipitasi (Jolivet, 2000).....	55
Gambar 5.7	Laju nukleasi (n) dan laju pertumbuhan inti (g) sebagai fungsi konsentrasi pereaksi (Jolivet, 2000)	55
Gambar 5.8	Pola spektrum XRD nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang disintesis dengan variasi suhu sintesis (S1) 30°C, (S2) 50°C, (S3) 70°C, dan (S4) 90°C pada konsentrasi NaOH tetap 6 M ...	57
Gambar 5.9	Pergeseran pola puncak-puncak difraksi nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi suhu sintesis	58
Gambar 5.10	Perubahan nilai densitas terhadap variasi suhu sintesis	60
Gambar 5.11	Perubahan ukuran kristalit terhadap variasi suhu sintesis	61
Gambar 5.12	TEM mikrograf sampel nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	63
Gambar 5.13	Distribusi ukuran butir nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	64
Gambar 5.14	Ilustrasi metode pengukuran ukuran butir sampel nanopartikel oleh TEM dan XRD (German, 2014).....	65
Gambar 5.15	Citra SAED sampel nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	65
Gambar 5.16	Spektrum FTIR sampel nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	66
Gambar 5.17	Kurva histerisis VSM nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan konsentrasi NaOH a) 1,5, b) 3, c) 6 dan d) 12 M.....	68
Gambar 5.18	Grafik hubungan ukuran kristalit dengan koersivitas sampel dengan variasi konsentrasi NaOH.....	69
Gambar 5.19	Transisi partikel feromagnetik menjadi superparamagnetik (Matthew dan Juang, 2007)	71
Gambar 5.20	Arah momen magnetik M nanopartikel relatif terhadap <i>easy axis</i> dengan sudut apit θ (Coey, 2009)	72
Gambar 5.21	Arah momen magnet pada nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ pada site A tetrahedral dan B oktahedral.....	74
Gambar 5.22	Kurva histerisis VSM nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan suhu sintesis a) 30, b) 50, c) 70 dan d) 90°C	76
Gambar 5.23	Grafik hubungan ukuran kristalit terhadap koersivitas sampel dengan variasi suhu sintesis.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Variasi parameter sintesis konsentrasi NaOH.....	39
Tabel 4.2	Variasi parameter suhu sintesis	39
Tabel 5.1	Parameter kisi, densitas, ukuran kristalit dan <i>strain</i> nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH .	50
Tabel 5.2	Parameter kisi, densitas, ukuran kristalit dan <i>strain</i> nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi suhu sintesis	58
Tabel 5.3	Hasil identifikasi gugus fungsi nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dari spektra FTIR	67
Tabel 5.4	Ukuran kristalit, koersivitas dan konstanta anisotropi nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH..	69
Tabel 5.5	Analisis <i>strain</i> , densitas dan magnetisasi saturasi nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH.....	73
Tabel 5.6	Ukuran kristalit, koersivitas dan konstanta anisotropi nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi suhu sintesis	77
Tabel 5.7	Analisis <i>strain</i> , densitas dan magnetisasi saturasi nanopartikel $\text{Co}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi suhu sintesis	79