

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>INTISARI</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	10
3.1 Terminologi Magnetik .....	10
3.2 Sifat Kemagnetan Bahan .....	12
3.2.1 Ferromagnetik .....	13
3.2.2 Ferrimagnetik .....	13
3.3 Konsep Domain dan Kurva Histerisis .....	14
3.4 Sifat Superparamagnetik pada Nanopartikel .....	18
3.5 Nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ .....	20
3.6 Metode Kopresipitasi.....	21
3.7 Pengujian Material.....	24
3.7.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	24
3.7.2 <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	26
3.7.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM) .....	27
3.7.4 <i>Fourier Transform Infrared Spectrometer</i> (FTIR).....	29
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	31
4.1 Alat dan Bahan .....	31
4.2 Prosedur Penelitian .....	32
4.3 Teknik Analisa Data .....	35

4.3.1	Karakterisasi sampel nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ menggunakan XRD .....	35
4.3.2	Karakterisasi sampel nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ menggunakan TEM .....	37
4.3.3	Uji sampel nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ menggunakan VSM .....	38
4.3.4	Karakterisasi sampel nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ menggunakan FTIR .....	41
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>42</b>
5.1	Hasil Sintesis Nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ .....	42
5.2	Hasil dan Analisa Nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan <i>X-Ray Diffraction</i> .....	42
5.2.1	Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Struktur Kristal dan Ukuran Partikel Nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ .....	43
5.2.2	Pengaruh Suhu sintesis terhadap Struktur Kristal dan Ukuran Partikel Nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ .....	51
5.3	Hasil dan Analisa Struktur Kristal dan Ukuran Partikel Nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan <i>Transmission Electron Microscopy</i> .....	56
5.4	Hasil Analisa Gugus Fungsional Nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan menggunakan Spektroskopi Infra Merah .....	58
5.5	Sifat Kemagnetan Nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ .....	60
5.5.1	Keterkaitan Ukuran Partikel dan Koersivitas pada sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan Variasi Konsentrasi NaOH .....	61
5.5.2	Keterkaitan Ukuran Partikel dan Koersivitas pada sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan Variasi Suhu Sintesis .....	64
5.5.3	Keterkaitan Struktur Kristal dan Nilai Magnetisasi Maksimum dan Magnetisasi Remanen pada Sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan Variasi Konsentrasi NaOH .....	65
5.5.4	Keterkaitan Struktur Kristal dan Nilai Magnetisasi Maksimum dan Magnetisasi Remanen pada Sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan Variasi Suhu Sintesis .....	67
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>70</b>
6.1	Kesimpulan .....	70
6.2	Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>78</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Arah momen magnetik dalam material ferromagnetik paralel terhadap yang lain meskipun tanpa adanya pengaruh medan magnet luar (Callister, 2007).....	13
Gambar 3.2	Susunan dari momen magnetik dalam kisi material ferrimagnetik (Spaldin, 2003) .....	14
Gambar 3.3	(a) Skema dari domain dalam material ferromagnetik atau ferrimagnetik, panah menunjukkan momen magnetik. Magnetik momen memiliki arah yang sama di suatu domain, arah domain di masing-masing domain berbeda, (b) Perubahan orientasi dipol magnetik dalam dinding domain (Callister, 2007).....	15
Gambar 3.4	Kurva $B$ versus $H$ untuk material ferromagnetik atau ferrimagnetik yang awalnya tanpa medan magnet luar. Konfigurasi domain selama terjadinya tahapan pergeseran dinding domain (Callister, 2007).....	16
Gambar 3.5	<i>Hysteresis loop</i> pada material ferro/ferrimagnetik (Coey, 2009)....	17
Gambar 3.6	Respon terhadap medan magnet luar pada partikel magnetik : (a) Partikel magnetik dibawah $T_B$ dan (b) diatas $T_B$ (Xu, 2004).....	18
Gambar 3.7	Diagram energi dari nanopartikel magnetik dengan arah spin berbeda pada ferromagnetik dan paramagnetik (Xu, 2004).....	19
Gambar 3.8	Struktur <i>spinel</i> (Mathew dan Juang, 2007).....	20
Gambar 3.9	(a) Struktur tetrahedral (bagian A) dan (b) Struktur Oktahebral (bagian B) (Cullity dan Graham, 2009).....	21
Gambar 3.10	Susunan atom dalam kristal secara dua dimensi (Singh, 2009) .....	25
Gambar 3.11	Pantulan sinar X dari bidang Bragg (Callister, 2007) .....	25
Gambar 3.12	Situasi dalam TEM (Williams dan Carters, 2009) .....	26
Gambar 3.13	Instrumen dari VSM (Cullity dan Graham, 2009).....	28
Gambar 3.14	Diagram Optik dari spektroskopi infra merah (Leng, 2008).....	30
Gambar 4.1	Skema penelitian $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ .....	34
Gambar 4.2	Teknik pengolahan data XRD (disisipi grafik hasil <i>single-peak fit</i> ) (Hermawan, 2015) .....	35
Gambar 4.3	Ilustrasi puncak-puncak sekunder pada pola spektrum XRD (Muflihatun, 2015) .....	37
Gambar 4.4	Ilustrasi hasil foto pengamatan TEM serta pola difraksi yang dihasilkan (Hermawan, 2015) .....	38
Gambar 4.5	Ilustrasi kurva Histerisis hasil pengujian VSM (Muflihatun, 2015).....	39
Gambar 4.6	Ilustrasi pembesaran skala kurva histerisis untuk menentukan nilai koersivitas sampel (Hermawan, 2015).....	40

Gambar 5.1	Hasil sintesis nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ berupa serbuk.....	42
Gambar 5.2	Pola XRD nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH .....	43
Gambar 5.3	(a) Pengaruh <i>strain</i> terhadap pergeseran dalam pelebaran puncak (Cullity, 1956) (b) Simulasi pelebaran puncak akibat <i>ununiform strain</i> (Noyan dan Cohen, 1987) .....	45
Gambar 5.4	Diagram LaMer untuk fase-fase nukleasi dan pertumbuhan partikel (Arshandi dkk, 2014).....	49
Gambar 5.5	Representasi model LaMer. Garis biru menunjukkan situasi pembentukan partikel dalam konsentrasi tunggal. Garis merah menunjukkan pembentukan partikel pada konsentrasi yang meningkat (Weddemann dkk, 2010) .....	50
Gambar 5.6	Pola XRD nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi suhu sintesis .....	52
Gambar 5.7	Morfologi serta distribusi ukuran nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ sampel C .....	56
Gambar 5.8	Cincin difraksi nanopartikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ sampel C .....	57
Gambar 5.9	Spektrum FTIR $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ sampel C .....	59
Gambar 5.10	Kurva histerisis pengujian VSM pada sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH (a) 3M, (b) 6M, (c) 10M, (d) 12M, dan variasi suhu sintesis (e) 30°C, (f) 60°C, (g)90°C dan (h) 150°C .....	61
Gambar 5.11	Ilustrasi kualitatif efek ukuran partikel terhadap koersivitas (Mathew dan Juang, 2006) .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Sifat material nanopartikel magnesium ferit dan nikel ferit (naseri dkk, 2014; Liu dkk, 2005; Sivakumar dkk, 2013; Berchmans dkk, 2005) .....	2
Tabel 2.1	Penelitian tentang $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan berbagai metode sintesis.....	6
Tabel 2.2	Penelitian tentang pengaruh variasi parameter sintesis terhadap ukuran dan sifat kemagnetan nanopartikel .....	8
Tabel 4.1	Parameter sintesis $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH .....	33
Tabel 4.2	Parameter sintesis $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi suhu sintesis .....	33
Tabel 5.1	Parameter kisi $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH beserta densitas sinar X, simpangan parameter kisi dan <i>microstrain</i> -nya.....	46
Tabel 5.2	Ukuran partikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH .....	47
Tabel 5.3	Rasio fasa yang muncul dari hasil sintesis $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH .....	51
Tabel 5.4	Parameter kisi $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi suhu sintesis beserta densitas sinar X, simpangan parameter kisi dan <i>microstrain</i> -nya.....	53
Tabel 5.5	Ukuran partikel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi suhu sintesis.....	54
Tabel 5.6	Rasio fasa yang muncul dari hasil sintesis $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi suhu sintesis .....	55
Tabel 5.7	Gugus fungsi dan bilangan gelombang hasil analisa FTIR .....	58
Tabel 5.8	Nilai koersivitas sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH beserta konstanta anisotropi magnetiknya .....	62
Tabel 5.9	Nilai koersivitas sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi suhu sintesis beserta konstanta anisotropi magnetiknya .....	64
Tabel 5.10	Rasio fasa ferit, magnetisasi maksimum, magnetisasi remanen dan momen magnetik sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH.....	66
Tabel 5.11	Rasio fasa ferit, magnetisasi maksimum, magnetisasi remanen dan momen magnetik sampel $Mg_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$ dengan variasi suhu sintesis .....	68