

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Dasar-Dasar Kemagnetan Bahan.....	11
3.2 Klasifikasi Sifat Kemagnetan Material	13
3.2.1 Bahan diamagnetik	13
3.2.2 Bahan paramagnetik	14
3.2.3 Bahan ferromagnetik	15
3.2.4 Bahan antiferromagnetik	15
3.2.5 Bahan ferrimagnetik	16
3.3 Domain Magnetik dan Hysteresis Loop	18
3.4 Sifat Superparamagnetik pada Nanopartikel Magnetik.....	22
3.5 Nanopartikel <i>Nickel Ferrite</i> (NiFe ₂ O ₄)	25
3.6 Metode Kopresipitasi.....	27
3.7 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	28
3.8 <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	30
3.9 <i>Vibrating Sample Magnetometry</i> (VSM)	32
3.10 <i>Infra-Red Spektroskopi</i> (Spektroskopi Infra Merah)	33
BAB IV METODE PENELITIAN	37
4.1 Alat dan Bahan	37
4.2 Prosedur Penelitian	38
4.3 Teknik Analisa Data	41
4.3.1 Karakterisasi sampel nanopartikel NiFe ₂ O ₄ menggunakan XRD.....	41
4.3.2 Karakterisasi sampel nanopartikel NiFe ₂ O ₄ menggunakan TEM.....	43

4.3.3	Karakterisasi sampel nanopartikel NiFe ₂ O ₄ menggunakan VSM	45
4.3.4	Karakterisasi sampel nanopartikel NiFe ₂ O ₄ menggunakan FTIR	48
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
5.1	Hasil Sintesis Nanopartikel NiFe ₂ O ₄	49
5.2	Hasil dan Analisa Struktur Kristal Nanopartikel <i>Nickel Ferrite</i> (NiFe ₂ O ₄) dengan Menggunakan X-ray <i>Diffractometer</i>	50
5.2.1	Pengaruh konsentrasi kopresipitan (NaOH) terhadap struktur kristal dan ukuran butir nanopartikel NiFe ₂ O ₄	50
5.2.2	Pengaruh suhu sintesis terhadap struktur kristal dan ukuran butir nanopartikel NiFe ₂ O ₄	54
5.2.3	Pengaruh durasi pengadukan terhadap struktur kristal dan ukuran butir nanopartikel NiFe ₂ O ₄	57
5.3	Hasil dan Analisa Morfologi Nanopartikel <i>Nickel Ferrite</i> (NiFe ₂ O ₄) dengan Menggunakan <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM)	60
5.4	Hasil dan Analisa Gugus Fungsional Nanopartikel <i>Nickel Ferrite</i> (NiFe ₂ O ₄) dengan Menggunakan Spektroskopi <i>Infra-red</i>	61
5.5	Sifat Magnetik Nanopartikel NiFe ₂ O ₄	63
5.5.1	Analisa Koersivitas.....	65
5.5.2	Analisa Magnetisasi Maksimum (pada Medan 15 kOe) dan Magnetisasi Remanen.....	70
BAB VI	KESIMPULAN.....	75
6.1	Kesimpulan.....	75
6.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN.....		82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ukuran partikel NiFe ₂ O ₄ sebagai fungsi temperatur annealing	7
Gambar 2.2	(kiri) Kurva magnetisasi dari nanopartikel nickel ferrite yang dikalsinasi pada suhu a) 623 (b) 673 (c) 723 dan (d) 823 K. (kanan) Pembesaran daerah medan di sekitar origin untuk memudahkan pembaca, pada range sekitar -400 sampai +400 Oe.....	8
Gambar 3.1	Momen magnet yang berhubungan dengan orbit elektron (Callister, 2007).....	11
Gambar 3.2	Arah domain dalam bahan diamagnetik : (a) sebelum diberi medan magnet eksternal dan (b) setelah diberi medan magnet eksternal (Callister, 2007)	13
Gambar 3.3	Arah domain dalam bahan paramagnetik: (a) sebelum diberi medan magnet eksternal dan (b) setelah diberi medan magnet eksternal (Callister, 2007)	14
Gambar 3.4	Arah domain dalam bahan ferromagnetik paralel satu terhadap yang lain meskipun tanpa ada pengaruh medan magnet luar (Callister, 2007).....	15
Gambar 3.5	Representasi skematis dari susunan antiparalel pada momen magnetik spin untuk material antiferromagnetik mangan oksida (Callister, 2007)	16
Gambar 3.6	Diagram skema yang menunjukkan konfigurasi momen magnetik spin untuk ion Fe ²⁺ dan ion Fe ³⁺ dalam Fe ₃ O ₄ (Callister, 2007).....	17
Gambar 3.7	(Kiri) Skematik domain dalam material, panah mewakili dipol magnetik atom. (Kanan) Dalam keadaan saturasi sampel menjadi domain tunggal (Ashby dkk, 2007)	19
Gambar 3.8	Kurva <i>B</i> versus <i>H</i> untuk material ferromagnetik dan ferimagnetik yang awalnya tanpa medan magnet eksternal. Konfigurasi domain selama beberapa tahapan (Callister, 2007)	20
Gambar 3.9	Kurva histeresis (Ashby dkk, 2007).....	21
Gambar 3.10	Karakteristik kurva histeresis, <i>soft magnet</i> (kiri) dan <i>hard magnet</i> (kanan) (Ashby dkk, 2007).....	22
Gambar 3.11	Transisi pada nanopartikel magnetik dari ferromagnetik ke superparamagnetik (Xu, 2009).....	23
Gambar 3.12	Respon terhadap medan magnet dari partikel magnetik: (a) Partikel magnetik pada suhu dibawah <i>T_B</i> dan (b) Partikel magnetik pada suhu lebih tinggi dari <i>T_B</i> (Xu, 2004).....	25
Gambar 3.13	Skema dari bagian sel unit dan susunan ferrimagnetik pada struktur <i>spinel ferrite</i> (Mathew dan Juang, 2006).....	26

Gambar 3.14	Distribusi kation pada struktur <i>spinel ferrite (inverted ferrite)</i> dengan ion Me ²⁺ menunjukkan ion logam (Mathew dan Juang, 2006)	26
Gambar 3.15	(a) Struktur tetrahedral (bagian A), (b) Struktur oktahedral (bagian B), dan (c) Struktur <i>spinel</i> (Cullity dan Graham, 2009)	27
Gambar 3.16	Difraksi sinar-X pada kristal (Puri dan Babbar, 1997)	29
Gambar 3.17	Komponen TEM (Anonim B dalam Riyanto, 2011).....	31
Gambar 3.18	Diagram skematik instrumen VSM (Foner, 1985).....	32
Gambar 3.19	Diagram skematik spektrometer infra merah (Pavia dkk, 2009)	33
Gambar 3.20	Ilustrasi vibrasi regangan simetri dan asimetri.....	34
Gambar 3.21	Ilustrasi 4 jenis vibrasi bengkokan yang terdiri dari vibrasi goyangan, guntingan, kibasan, pelintiran.....	35
Gambar 4.1	Skema Penelitian NiFe ₂ O ₄	40
Gambar 4.2	Perangkat XRD Shimadzu-XD (Laboratorium Kimia UGM) ..	41
Gambar 4.3	Teknik pengolahan data hasil XRD (grafik hasil <i>fitting</i>).....	41
Gambar 4.4	Ilustrasi puncak-puncak sekunder pada pola spektrum XRD ..	43
Gambar 4.5	Perangkat TEM Jeol Jem-1400 (Laboratorium Kimia UGM) ..	43
Gambar 4.6	Ilustrasi foto hasil pengamatan TEM	44
Gambar 4.7	Contoh pola cincin difraksi	44
Gambar 4.8	Perangkat VSM Riken Denshi Co Ltd (<i>Department of Quantum Engineering, Nagoya University, Japan</i>).....	45
Gambar 4.9	Ilustrasi kurva histeresis hasil pengujian VSM	46
Gambar 4.10	Ilustrasi pembesaran skala kurva histeresis untuk menentukan nilai koersivitas sampel	47
Gambar 4.11	Perangkat IR-Spektrometer Shimadzu Prestige-21 (Laboratorium Kimia UGM).....	48
Gambar 5.1	Nanopartikel NiFe ₂ O ₄ yang dihasilkan dari proses sintesis dengan metode kopresipitasi (a) nanopartikel NiFe ₂ O ₄ dalam medium cair di atas medan magnet, (b) nanopartikel NiFe ₂ O ₄ fasa padat, dan (c) serbuk nanopartikel NiFe ₂ O ₄	49
Gambar 5.2	Pola spektrum XRD pada sampel NiFe ₂ O ₄ yang disintesis dengan variasi konsentrasi NaOH	51
Gambar 5.3	Pola spektrum XRD pada sampel NiFe ₂ O ₄ yang disintesis dengan variasi suhu sintesis	55
Gambar 5.4	Pola spektrum XRD pada sampel NiFe ₂ O ₄ yang disintesis dengan variasi durasi pengadukan	58
Gambar 5.5	Morfologi dan pola difraksi nanopartikel NiFe ₂ O ₄ sampel K10.....	60
Gambar 5.6	Spektrum FTIR nanopartikel NiFe ₂ O ₄ sampel K10	62
Gambar 5.7	Kurva hysteresis pengujian VSM pada sampel NiFe ₂ O ₄ dengan variasi konsentrasi kopresipitan (NaOH)	64
Gambar 5.8	Kurva hysteresis pengujian VSM pada sampel NiFe ₂ O ₄ dengan variasi suhu sintesis	64



Gambar 5.9	Kurva hysteresis pengujian VSM pada sampel NiFe ₂ O ₄ dengan variasi durasi pengadukan	65
Gambar 5.10	Skema ilustrasi hubungan antara koersivitas dengan ukuran partikel (Mathew dan Juang, 2007).....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Momen magnet yang berhubungan dengan orbit elektron (Callister, 2007).....	18
Tabel 3.2	Tabel beberapa gugus fungsi molekul (Pavia dkk, 2009).....	36
Tabel 4.1	Parameter sintesis NiFe ₂ O ₄ dengan variasi konsentrasi NaOH	38
Tabel 4.2	Parameter sintesis NiFe ₂ O ₄ dengan variasi suhu sintesis	38
Tabel 4.3	Parameter sintesis NiFe ₂ O ₄ dengan variasi durasi pengadukan	39
Tabel 5.1	Estimasi ukuran butir sampel NiFe ₂ O ₄ yang disintesis dengan variasi konsentrasi kopresipitan (NaOH)	53
Tabel 5.2	Estimasi ukuran butir sampel NiFe ₂ O ₄ yang disintesis dengan variasi suhu sintesis	56
Tabel 5.3	Estimasi ukuran butir sampel NiFe ₂ O ₄ yang disintesis dengan variasi durasi pengadukan	59
Tabel 5.4	Tabel gugus fungsi dan bilangan gelombang hasil analisa FTIR	62
Tabel 5.5	Nilai koersivitas sampel nanopartikel NiFe ₂ O ₄ hasil sintesis dengan variasi konsentrasi kopresipitan (NaOH)	66
Tabel 5.6	Nilai koersivitas sampel nanopartikel NiFe ₂ O ₄ hasil sintesis dengan variasi suhu sintesis	68
Tabel 5.7	Nilai koersivitas sampel nanopartikel NiFe ₂ O ₄ hasil sintesis dengan variasi durasi pengadukan	69
Tabel 5.8	Nilai magnetisasi maksimum dan magnetisasi remanen pada sampel dengan variasi konsentrasi kopresipitan (NaOH)	70
Tabel 5.9	Nilai magnetisasi maksimum dan magnetisasi remanen pada sampel dengan variasi suhu sintesis	72
Tabel 5.10	Nilai magnetisasi maksimum dan magnetisasi remanen pada sampel dengan variasi durasi pengadukan	74