

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Teori Kemagnetan Bahan	15
3.1.1 Momen Magnet dan Dipole Magnet	15
3.1.2 Magnetisasi	16
3.1.1 Medan Magnet Induksi	16
3.2 Klasifikasi Jenis Material Magnetik	17
3.2.1 Material Diamagnetik	17
3.2.2 Material Paramagnetik	18
3.2.3 Material Feromagnetik	19
3.2.4 Material Antiferomagnetik	20
3.2.5 Material Ferimagnetik	21
3.3 Domain Magnetik dan Kurva Histeresis	22
3.4 Sifat Superparamagnetik pada Nanopartikel	24
3.5 Struktur Kristal Spinel Ferit	27
3.6 Metode Kopresipitasi	29
3.7 Karakterisasi Material	31
3.7.1 Difraksi Sinar-X/ X-Ray Diffraction (XRD)	31
3.7.2 Transmission Electron Microscopy (TEM)	34

3.7.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM)	37
3.7.4 <i>Infra Red Spectroscopy</i> (Spektroskopi Infra Merah)	38
BAB IV METODE PENELITIAN	42
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	42
4.2 Alat dan Bahan	42
4.3 Prosedur Penelitian	44
4.4 Karakterisasi Material dan Metode Analisis Data	49
4.4.1 Karakterisasi struktur kristal dan morfologi nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄	49
4.4.2 Identifikasi gugus fungsi nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄	53
4.4.3 Karakterisasi sifat kemagnetan nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄	56
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	59
5.1 Hasil Sintesis Nanopartikel Magnetik	59
5.2 Hasil Karakterisasi Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	59
5.2.1 Pengaruh Suhu Sintesis Terhadap Parameter Struktur Kristal Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄	60
5.2.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Parameter Struktur Kristal Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄	66
5.3 Hasil Karakterisasi Morfologi Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	72
5.4 Hasil Karakterisasi Gugus Fungsi Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ menggunakan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) <i>Spectroscopy</i>	73
5.5 Hasil Karakterisasi Sifat Kemagnetan Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ menggunakan <i>Vibrating Sample Magnetometer</i>	76
5.5.1 Analisa Magnetisasi Maksimum dan Magnetisasi Remanen Pada Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan Variasi Suhu Sintesis	77
5.5.2 Analisis Hubungan Koersivitas Terhadap Ukuran Kristalit Pada Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan Variasi Suhu Sintesis	79
5.5.3 Analisa Magnetisasi Maksimum dan Magnetisasi Remanen Pada Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan Variasi Konsentrasi NaOH ...	81
5.5.4 Analisis Hubungan Koersivitas Terhadap Ukuran Kristalit Pada Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan Variasi Konsentrasi NaOH ...	83
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	85
6.1 Kesimpulan.....	85
6.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Ilustrasi momen magnet akibat loop arus listrik.....	15
Gambar 3.2	Arah domain magnetik pada material diamagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet eksternal	18
Gambar 3.3	Arah domain magnetik pada material paramagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet eksternal	19
Gambar 3.4	Arah momen magnetik pada material feromagnetik	20
Gambar 3.5	Arah momen magnetik pada material antiferomagnetik	20
Gambar 3.6	Arah momen magnetik pada material ferimagnetik	22
Gambar 3.7	(Kiri) Skematik domain dalam material, panah mewakili dipol magnetik, (kanan) keadaan saturasi sampel menjadi domain tunggal	23
Gambar 3.8	Kurva histeresis	23
Gambar 3.9	Transisi pada nanopartikel magnetik dari feromagnetik ke superparamagnetik.....	25
Gambar 3.10	Ilustrasi respon terhadap medan magnet dari partikel magnetik: (a) Partikel magnetik pada suhu dibawah T_b dan (b) Partikel magnetik pada suhu lebih tinggi dari T_b	27
Gambar 3.11	Konfigurasi elektron dan spin ion-ion Fe ³⁺ , Ni ²⁺ , dan Zn ²⁺	28
Gambar 3.12	Konfigurasi struktur kubik spinel ferit	29
Gambar 3.13	Diagram X-Ray Difraktometer.....	32
Gambar 3.14	Difraksi bidang sinar-X.....	33
Gambar 3.15	Skema <i>Transmission Electron Microscopy</i>	36
Gambar 3.16	Diagram skematik instrument VSM.....	37
Gambar 3.17	Diagram skematik spektrometer infra merah	39
Gambar 3.18	Bagian dari spektrum elektromagnetik.....	39
Gambar 3.19	Ilustrasi beberapa jenis vibrasi molekul	40
Gambar 4.1	Tahapan sintesis nanopartikel.....	46
Gambar 4.2	Diagram alir penelitian	48
Gambar 4.3	Contoh data pola spektrum hasil pengujian XRD	49
Gambar 4.4	Ilustrasi penentuan FWHM data XRD	50
Gambar 4.5	(a) Contoh gambar hasil pengujian TEM (b) Contoh grafik hubungan ukuran butir yang terukur dengan frekuensi relatif	52
Gambar 4.6	Contoh pola cincin difraksi TEM.....	53
Gambar 4.7	Contoh data FTIR dengan profil serapan IR	54
Gambar 4.8	Contoh kurva histeresis hasil pengujian VSM	57
Gambar 4.9	Ilustrasi pembesaran skala kurva histeresis untuk menentukan nilai σ_r dan H_c	58

Gambar 5.1	Hasil sintesis nanopartikel magnetik $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang sudah berupa serbuk (sebelah kanan)	59
Gambar 5.2	Pola spektrum XRD nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang disintesis dengan variasi suhu sintesis (a) 30°C , (b) 60°C , (c) 90°C , dan (d) 120°C pada konsentrasi NaOH tetap 1,5 M.....	60
Gambar 5.3	Perubahan nilai densitas terhadap variasi suhu sintesis	64
Gambar 5.4	Perubahan ukuran kristalit terhadap variasi suhu sintesis	64
Gambar 5.5	Pengaruh strain pada puncak difraksi a) tidak ada pergeseran b) pergeseran c) pelebaran puncak.....	66
Gambar 5.6	Pola spektrum XRD nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi NaOH (a) 1,5 M, (b) 2,5 M, (c) 3,5 M, dan (d) 4,5 M yang disintesis pada suhu konstan 60°C	67
Gambar 5.7	Perubahan densitas terhadap variasi konsentrasi NaOH	69
Gambar 5.8	Perubahan ukuran kristalit terhadap variasi konsentrasi NaOH.....	70
Gambar 5.9	Citra TEM sampel nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (S2).....	72
Gambar 5.10	Citra SAED sampel nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (S2).....	73
Gambar 5.11	Spektrum FTIR sampel nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (S2).....	74
Gambar 5.12	Kurva histeresis sampel nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang disintesis dengan konsentrasi NaOH tetap 1,5 M serta variasi suhu sintesis (a) 30°C , (b) 60°C , (c) 90°C , dan (d) 120°C	77
Gambar 5.13	Arah momen magnet pada struktur spinel $\text{Ni}_{(x)}\text{Zn}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{O}_4$	79
Gambar 5.14	Perubahan nilai H_c terhadap t pada sampel nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang disintesis dengan variasi suhu sintesis	80
Gambar 5.15	Kurva histeresis sampel nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang disintesis dengan suhu tetap 60°C serta variasi konsentrasi NaOH (a)1,5 M, (b) 2,5 M, (c) 3,5 M, dan (d) 4,5 M	81
Gambar 5.16	Perubahan nilai H_c terhadap t pada sampel nanopartikel $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang disintesis dengan variasi konsentrasi NaOH.....	83
Gambar 5.17	Ilustrasi hubungan ukuran material terhadap nilai koersivitas untuk domain tunggal dan multidomain)	84

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jenis oksihidroksida besi dan oksida besi.....	31
Tabel 3.2	Perbandingan antara mikroskop biasa dengan TEM	34
Tabel 4.1	Waktu Pelaksanaan Penelitian	42
Tabel 4.2	Komposisi massa prekursor, NaOH serta variasi suhu sintesis	45
Tabel 4.3	Komposisi massa prekursor, suhu sintesis serta variasi massa untuk variasi konsentrasi NaOH	45
Tabel 4.4	Beberapa referensi gugus fungsi molekul dari penelitian yang relevan.....	55
Tabel 5.1	Rasio fasa yang muncul dari hasil sintesis nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan variasi suhu sintesis.	61
Tabel 5.2	Parameter struktur kristal sampel yang disintesis dengan variasi suhu sintesis	63
Tabel 5.3	Rasio fasa yang muncul dari hasil sintesis nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan variasi konsentrasi NaOH.....	68
Tabel 5.4	Parameter struktur kristal sampel yang disintesis dengan variasi konsentrasi NaOH.....	69
Tabel 5.5	Hasil identifikasi gugus fungsi nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ (S2) ...	74
Tabel 5.6	Nilai magnetisasi maksimum dan remanen terhadap struktur kristal yang terbentuk pada sampel nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan variasi suhu sintesis	78
Tabel 5.7	Nilai H_c , t , K dan η_B pada sampel nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan variasi suhu sintesis.....	80
Tabel 5.8	Nilai magnetisasi spesifik dan remanen terhadap struktur kristal yang terbentuk pada sampel nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan variasi konsentrasi NaOH	82
Tabel 5.9	Nilai H_c dan t pada sampel nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄ dengan variasi konsentrasi NaOH	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Perhitungan Stoikiometri Nanopartikel Ni _{0.5} Zn _{0.5} Fe ₂ O ₄	96
Lampiran II	Contoh Rekapa Perhitungan Parameter Struktur Kristal.....	98
Lampiran III	Data Standar Kristalografi	103
Lampiran IV	Contoh Data VSM	105
Lampiran V	Dokumentasi.....	107