

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Struktur Kristal Nanopartikel Ferit Spinel.....	12
3.2 Dasar Kemagnetan Material	14
3.3 Klasifikasi Sifat Kemagnetan Material.....	16
3.3.1 Diamagnetik.....	16
3.3.2 Paramagnetik	16
3.3.3 Magnetik Kolektif.....	17
3.3.3.1 Ferromagnetik.....	17
3.3.3.2 Ferrimagnetik.....	18
3.3.3.3 Antiferromagnetik	19
3.4 Domain Magnetik dan Kurva Histerisis	19
3.5 Sifat Superparamagnetik.....	22
3.6 Metode Kopresipitasi.....	25
3.7 Karakterisasi Material.....	26
3.7.1 <i>X-Ray Diffractometer</i> (XRD)	26
3.7.2 <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	30
3.7.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM)	31

3.7.4 <i>Infra-Red Spectroscopy</i> (FTIR)	32
BAB IV METODE PENELITIAN	35
4.1 Alat dan Bahan	35
4.2 Prosedur Penelitian	37
4.3 Teknik Analisa Data	40
4.3.1 Karakterisasi Sampel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ Menggunakan XRD	40
4.3.2 Karakterisasi Sampel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ Menggunakan TEM	42
4.3.3 Karakterisasi Sampel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ Menggunakan VSM	43
4.3.4 Karakterisasi Sampel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ Menggunakan FTIR	45
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	47
5.1 Hasil Sintesis Nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	47
5.2 Hasil dan Analisa XRD Nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	48
5.2.1 Pengaruh konsentrasi Co terhadap ukuran kristalit dan parameter kisi nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	51
5.2.2 Pengaruh konsentrasi Co terhadap kerapatan Sinar X (<i>X-Ray Density</i>) nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	56
5.2.3 Pengaruh konsentrasi Cobalt terhadap parameter struktur kristal nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ secara teoritik	57
5.3 Hasil dan Analisa TEM Nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	65
5.4 Hasil dan Analisa FTIR Nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	67
5.5 Hasil dan Analisa VSM Nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	72
5.5.1 Pengaruh konsentrasi Co terhadap koersivitas nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	74
5.5.2 Pengaruh konsentrasi Co terhadap magnetisasi maksimum dan magnetisasi remanen nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	74
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	78
6.1 Kesimpulan	78
6.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Struktur nanopartikel ferit spinel.....	12
Gambar 3.2 Struktur spinel invers	14
Gambar 3.3 Arah momen magnetik material diamagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet luar	16
Gambar 3.4 Arah momen magnetik material paramagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet luar	17
Gambar 3.5 Arah momen magnetik pada material ferromagnetik.....	18
Gambar 3.6 Arah momen magnetik pada material ferrimagnetik.....	19
Gambar 3.7 Arah momen magnetik pada material antiferromagnetik.....	19
Gambar 3.8 (a) Skema domain pada material ferromagnetik atau ferrimagnetik (b) perubahan orientasi momen magnetik pada dinding domain.....	20
Gambar 3.9 Skema pergeseran dinding domain karena pengaruh medan magnet luar \vec{H}	20
Gambar 3.10 Kurva histeresis pada material ferro/ferrimagnetik.....	22
Gambar 3.11 Transisi energi dari nanopartikel magnetik dengan arah spin berbeda pada ferromagnetik dan paramagnetik	23
Gambar 3.12 Respon terhadap medan magnet luar pada partikel magnetik : (a) Partikel magnetik dibawah T_B dan (b) Partikel magnetik diatas T_B ...	24
Gambar 3.13 Skema dasar XRD	27
Gambar 3.14 Difraksi bragg.....	28
Gambar 3.15 Pengaruh strain terhadap pergeseran dan pelebaran puncak	29
Gambar 3.16 Diagram TEM	30
Gambar 3.17 Diagram skematik instrumen VSM.....	31
Gambar 3.18 Diagram spektrometer infra merah	32
Gambar 4.1 Skema penelitian	39
Gambar 4.2 Ilustrasi penentuan sudut θ dan FWHM pada sampel $\text{Co}_{0,2}\text{Ni}_{0,8}\text{Fe}_2\text{O}_4$	40
Gambar 4.3 Ilustrasi hasil karakterisasi TEM (a) Hasil morfologi (b) Pola cincin difraksi dari nanopartikel $\text{Ni}_{0,8}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$	43

Gambar 4.4 Ilustrasi kurva histeresis sampel nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Ni}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	44
Gambar 4.5 Ilustrasi profil <i>deep</i> absorpsi pada sampel nanopartikel $\text{Co}_{0,5}\text{Ni}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$	45
Gambar 5.1 (a) Serbuk nanopartikel $\text{Co}_{0,8}\text{Ni}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (b) Respon kemagnetan yang kuat pada nanopartikel $\text{Co}_{0,8}\text{Ni}_{0,2}\text{Fe}_2\text{O}_4$	47
Gambar 5.2 Pola XRD nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi Co: (a) $x=0,2$; (b) $x=0,3$; (c) $x=0,4$; (d) $x=0,5$; (e) $x=0,6$; (f) $x=0,7$; (g) $x=0,8$	48
Gambar 5.3 Hubungan antara strain dan ukuran kristalit nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	52
Gambar 5.4 Parameter kisi secara teori (a_{th}) dan eksperimen (a_{exp}) versus komposisi x	54
Gambar 5.5 Pengaruh konsentrasi Co terhadap kerapatan sinar X pada nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	57
Gambar 5.6 Pengaruh konsentrasi Co terhadap jari-jari rata ionik pada sub ruang kisi tetrahedral (A) dan oktahedral (B).....	59
Gambar 5.7 Pengaruh konsentrasi Co terhadap panjang ikatan kation di sub ruang kisi tetrahedral (A) dan oktahedral (B)	60
Gambar 5.8 Pengaruh konsentrasi Co terhadap R_x , R_x' , dan R_x''	62
Gambar 5.9 Interaksi kation-kation dan sudut ikatan ion di sub ruang tetrahedral dan oktahedral dalam kristal nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	64
Gambar 5.10 Morfologi dan cincin difraksi nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (a) $x=0,3$ (b) $x=0,5$ dan (c) $x=0,7$	66
Gambar 5.11 (a) Spektrum FTIR nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (b) Perbesaran spektrum pada bilangan gelombang $300-600\text{ cm}^{-1}$	68
Gambar 5.12 Kurva histeresis nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi Co: (a) $x=0,2$; (b) $x=0,3$; (c) $x=0,4$; (d) $x=0,5$; (e) $x=0,6$; (f) $x=0,7$; dan (g) $x=0,8$	71
Gambar 5.13 Pengaruh konsentrasi Co terhadap nilai koersivitas dan ukuran kristalit nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	73

Gambar 5.14 Ilustrasi kualitatif hubungan koersivitas dengan ukuran partikel74
 Gambar 5.15 Nilai magnetisasi maksimum dan magnetisasi remanen terhadap peningkatan konsentrasi Co75

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Variasi massa prekursor $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$38
 Tabel 4.2 Data standar gugus fungsi nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$46
 Tabel 5.1 Pergeseran sudut 2θ nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dan sudut deviasi nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ terhadap *bulk*49
 Tabel 5.2 Rasio volum fasa pada sampel nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$50
 Tabel 5.3 Ukuran kristalit dan strain pada nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ 51
 Tabel 5.4 Parameter kisi kristal nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ 53
 Tabel 5.5 Distribusi kation (teoritik) nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$56
 Tabel 5.6 Kerapatan sinar X pada nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ 56
 Tabel 5.7 Jari-jari rata-rata kation, panjang ikatan antar ion, dan panjang *hopping* dalam kristal nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ 58
 Tabel 5.8 Parameter posisi oksigen dan jarak interatom dalam kristal nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ 61
 Tabel 5.9 Jarak antar kation dengan kation (M – M) dan jarak antar kation dengan anion (M – O) dalam kristal nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$63
 Tabel 5.10 Sudut antar ikatan ion dalam kristal nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$64
 Tabel 5.11 Gugus fungsi dan bilangan gelombang nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$.69
 Tabel 5.12 Koersivitas dan konstanta anisotropik sampel nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi Co72
 Tabel 5.13 Magnetisasi maksimum, magnetisasi remanen dan momen magnetik sampel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi Co74
 Tabel 5.14 Momen magnetik total nanopartikel $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi Co76

DAFTAR SIMBOL DAN KOSNTANTA

a	Parameter kisi kristal
d	Jarak antar bidang kristal
t	Ukuran kristalit
β	Lebar setengah puncak (<i>full width high maximum</i>)
ρ_x	Densitas sinar X
ε	Strain
H	Medan magnet luar
n_B	Momen magnetik sampel hasil pengukuran
μ_{oct}	Momen magnetik secara teori pada sub ruang oktahedral
μ_{tet}	Momen magnetik secara teori pada sub ruang tetrahedral
M	Magnetisasi
K	Konstanta anisotropik
M_{max}	Magnetisasi maksimum
M_r	Magnetisasi remanen
H_c	Koersivitas
χ	Suseptibilitas
B	Induksi magnet
V_k	Volum kristal
r_a	Jari-jari rata ionik pada sub ruang tetrahedral
r_b	Jari-jari rata ionik pada sub ruang oktahedral
R_A	Panjang ikatan antar ion pada sub ruang tetrahedral
R_B	Panjang ikatan antar ion pada sub ruang oktahedral