

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III. LANDASAN TEORI	12
3.1 Kemagnetan material	12
3.2 Sifat Feromagnetik dan Superparamagnetik	13
3.3 Konsep Kurva Histeresis Magnetik	16
3.4 Nanopartikel Magnetik MgFe ₂ O ₄	18
3.5 Metode Kopresipitasi	19
3.6 Pelapisan Adsorben dengan Na ₂ SiO ₃	20
3.7 Metode Adsorpsi	21
3.8 <i>High Gradient Magnetic Separation</i> (HGMS)	24
3.9 Logam Tembaga, Besi, dan Nikel	30
3.10 Teknik Karakterisasi dan Analisis Sampel	31
BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN	39
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian	39
4.2 Bahan Penelitian	39

4.3	Alat Penelitian	39
4.4	Skema Penelitian	40
4.5	Tahap-tahap Pelaksanaan Penelitian	40
4.6	Teknik Pengolahan Data.....	46
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		49
5.1	Hasil Sintesis Nanopartikel <i>Magnesium Ferrite</i>	51
5.2	Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Penurunan Kadar Ion Logam Cu(II), Ni(II) dan Fe(II)	
5.2.1	Karakterisasi <i>Magnesium Ferrite</i> dengan XRD	52
5.2.2	Karakterisasi <i>Magnesium Ferrite</i> dengan TEM	54
5.2.3	Mekanisme adsorpsi Cu(II), Fe(II) dan Ni(II) oleh adsorben MgFe ₂ O ₄	55
5.2.4	Analisa pengaruh ukuran partikel adsorben terhadap adsorpsi Cu(II), Fe(II) dan Ni(II)	56
5.3	Pengaruh Magnetisasi Saturasi Adsorben terhadap Penurunan Kadar Logam Cu(II), Fe(II) dan Ni(II).....	58
5.3.1	Karakterisasi <i>Magnesium Ferrite</i> dengan VSM.....	58
5.3.2	Analisa pengaruh magnetisasi saturasi <i>Magnesium Ferrite</i> terhadap adsorpsi Cu(II), Fe(II) dan Ni(II).....	60
5.4	Perbandingan Adsorpsi Logam oleh MgFe ₂ O ₄ , Fe ₃ O ₄ dan CoFe ₂ O ₄	
5.4.1	Karakterisasi adsorben dengan VSM	62
5.4.2	Analisa adsorpsi Cu(II), Fe(II) dan Ni(II) pada adsorben MgFe ₂ O ₄ , CoFe ₂ O ₄ dan Fe ₃ O ₄	63
5.5	Pengaruh Pelapisan Nanopartikel MgFe ₂ O ₄ dengan <i>Sodium silicate</i>	
5.5.1	Karakterisasi adsorben menggunakan XRD.....	65
5.5.2	Karakterisasi adsorben menggunakan FTIR.....	67
5.5.3	Kapasitas adsorpsi dengan variasi adsorben: sebelum dan setelah dilapisi dengan silika	69
5.6	Penurunan Kadar Logam Cu(II), Fe(II) dan Ni(II) Menggunakan Sistem Penyaring HGMS.....	71
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		73
DAFTAR PUSTAKA		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Persentase adsorpsi SO_2 oleh $MgFe_2O_4$ <i>nanosphere</i> dan nanopartikel $MgFe_2O_4$	8
Gambar 2.2	Persentase adsorpsi $Mg_{0.27}Fe_{2.50}O_4$ terhadap (a) $As(III)$ dan (b) $As(V)$	9
Gambar 2.3	<i>Isotherm</i> dan <i>kinetic adsorption</i> microspheres $MgFe_2O_4$ terhadap $Pb(II)$	10
Gambar 3.1	Arah domain magnetik pada ferromagnetik.....	14
Gambar 3.2	Transisi pada nanopartikel magnetik dari ferromagnetik ke superparamagnetik.....	15
Gambar 3.3	Respon terhadap medan magnet dari partikel magnetik: (a) Partikel magnetik pada suhu di bawah T_B dan (b) Partikel magnetik pada suhu lebih tinggi dari T_B	16
Gambar 3.4	Kurva histeresis pada material ferromagnetik.....	17
Gambar 3.5	(a) Struktur Tetrahedral dan (b) Struktur oktahedral.....	18
Gambar 3.6	Fragmen struktur spinel magnesium ferrite.....	19
Gambar 3.7	Proses adsorpsi menggunakan adsorben magnetik	23
Gambar 3.8	Proses pemisahan endapan hasil adsorpsi dengan bantuan medan magnet eksternal	24
Gambar 3.9	Arah Gaya medan magnet tegak lurus aliran fluida	26
Gambar 3.10	(a) garis gaya magnet pada silinder, (b) dipol magnet silinder	26
Gambar 3.11	(a) <i>magnitude fluks magnetic</i> dalam silinder dalam pengaruh medan magnet eksternal <i>quadropole</i> ; (b) garis gaya magnet dalam sistem	27
Gambar 3.12	Dipol magnet yang muncul pada material magnet akibat pengaruh medan magnet eksternal	28
Gambar 3.13	Dipol magnet dalam medan magnet <i>uniform</i>	28
Gambar 3.14	Dipol magnet dalam medan magnet <i>non-uniform</i>	29
Gambar 3.15	Gambar skematik dari kolom HGMS (1) Magnet yang menghasilkan medan magnet yang tinggi; (2) kolom yang terdiri atas: (2a) inlet dan (2b) outlet; (3) matriks ferromagnetik; (4) regulator aliran dan (5) <i>reservoir</i>	29
Gambar 3.16	Difraksi sinar- X pada Kristal	32
Gambar 3.17	Skema Transmission Electron Microscope	35
Gambar 3.18	Komponen dari VSM	36
Gambar 3.19	Proses terjadinya flux oleh pergerakan sampel magnet	37
Gambar 3.20	Proses atomisasi pada AAS	38
Gambar 4.1	Diagram alir penelitian penjernihan limbah cair logam $Fe(II)$, $Ni(II)$, dan $Cu(II)$	40
Gambar 4.2	Diagram alir sintesis nanopartikel $MgFe_2O_4$	41
Gambar 4.3	Diagram alir purifikasi limbah	44

Gambar 4.4	Skema HGMS dengan arah medan magnet tegak lurus arah aliran sampel.....	45
Gambar 4.5	Sistem <i>High Gradient Magnetic Separation</i>).....	45
Gambar 4.6	Ilustrasi spektrum puncak hasil pengujian XRD.....	46
Gambar 4.7	Ilustrasi penentuan FWHM pengujian XRD.....	47
Gambar 4.8	Contoh pola cincin difraksi TEM.....	48
Gambar 4.9	Ilustrasi kurva histeresis hasil pengujian VSM.....	49
Gambar 4.10	Ilustrasi pembesaran skala kurva histeresis untuk menentukan nilai koersivitas sampel (a) kurva histeresis; (b) setelah pembesaran skala.....	50
Gambar 5.1	Sampel bubuk nanopartikel $MgFe_2O_4$	51
Gambar 5.2	Spektrum XRD sampel $MgFe_2O_4$ dengan variasi ukuran partikel.....	52
Gambar 5.3	Hasil TEM (a) Morfologi dan (b) pola cincin difraksi $MgFe_2O_4$ sampel A.....	54
Gambar 5.4	(a) Limbah sebelum diadsorpsi, (b) Limbah setelah diadsorpsi.....	55
Gambar 5.5	Mekanisme pertukaran ion antara permukaan adsorben dengan ion logam.....	56
Gambar 5.6	Ilustrasi penyerapan logam pada permukaan partikel dengan ukuran tertentu.....	57
Gambar 5.7	Kurva histeresis $MgFe_2O_4$ (a) sampel A; (b) sampel C; (c) sampel G.....	59
Gambar 5.8	Proses pemisahan endapan menggunakan magnet permanen...	61
Gambar 5.9	Kurva histeresis magnetik (a) $CoFe_2O_4$ (Setiadi, 2013); (b) $MgFe_2O_4$; (c) Fe_3O_4 (Riyanto, 2012).....	62
Gambar 5.10	Pola spektrum XRD sampel $MgFe_2O_4$ dan $MgFe_2O_4$ yang dienkapsulasi dengan silika (50%).....	65
Gambar 5.11	Spektrum FTIR (a) $MgFe_2O_4$, (b) $MgFe_2O_4$ +silika (50%), dan (c) silika.....	67
Gambar 5.12	Ilustrasi $MgFe_2O_4$ dilapisi dengan silika.....	69
Gambar 5.13	Protonasi dan deprotonasi silika berdasarkan pH.....	69
Gambar 5.14	Gaya-gaya yang bekerja pada nanopartikel di matriks HGMS.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Luas permukaan adsorben nanopartikel magnetik berdasarkan teori BET.....	23
Tabel 4.1	Parameter sintesis $MgFe_2O_4$	42
Tabel 4.2	Identitas sampel Fe_3O_4	43
Tabel 4.3	Arus dan medan magnet yang digunakan pada HGMS.....	44
Tabel 5.1	Hasil analisis pola spektrum XRD sampel $MgFe_2O_4$	53
Tabel 5.2	Persentase penurunan kadar limbah logam $Ni(II)$, $Fe(II)$, $Cu(II)$ menggunakan adsorben variasi ukuran partikel.....	57
Tabel 5.3	Hasil uji VSM $MgFe_2O_4$	60
Tabel 5.4	Persentase penurunan kadar limbah menggunakan adsorben dengan variasi magnetisasi saturasi.....	60
Tabel 5.5	Hasil uji VSM: $MgFe_2O_4$, $CoFe_2O_4$, Fe_3O_4).....	63
Tabel 5.6	Perbandingan persentase penurunan limbah pada beberapa jenis adsorben.....	64
Tabel 5.7	Rasio fasa sampel $MgFe_2O_4$ sebelum dan sesudah dilapisi dengan silika.....	66
Tabel 5.8	Hasil analisa XRD nanopartikel $MgFe_2O_4$ dan $MgFe_2O_4$ + silika.....	66
Tabel 5.9	Jenis gugus fungsi, jenis vibrasi, dan bilangan gelombang sampel $MgFe_2O_4$, silika, $MgFe_2O_4$ + silika.....	68
Tabel 5.10	Persentase penurunan kadar limbah logam $Ni(II)$, $Fe(II)$, $Cu(II)$ menggunakan adsorben $MgFe_2O_4$ sebelum dan sesudah dilapisi silika.....	70
Tabel 5.11	Persentase penurunan kadar limbah logam $Ni(II)$, $Fe(II)$, $Cu(II)$ menggunakan HGMS.....	71