

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT KETERANGAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN PLAGIASI.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT.....	xv
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	6
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 GMR (<i>Giant Magnetoresistance</i>).....	11
3.2 Lapisan tipis <i>spin-valve</i>	13
3.3 <i>Interlayer Exchange Coupling</i> (IEC)	14
3.4 <i>Exchange Anisotropy/Bias</i>	16
3.5 GMR Biosensor	17
3.6 Struktur Kristal dan Mekanisme Sintesis Nanopartikel Fe ₃ O ₄	18
3.7 <i>Polyethylene Glycole</i> (PEG).....	19
3.8 <i>Helmholtz Coil</i>	20
3.9 Jembatan <i>Wheatstone</i>	21
3.10 Metode Karakterisasi Material	24
3.10.1 <i>X-Ray diffractometer</i> (XRD)	24

3.10.2	<i>Vibrating Sample Magnetometry (VSM)</i>	26
3.10.3	<i>Transmission Electron Microscopy (TEM)</i>	27
BAB IV METODE PENELITIAN		28
4.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
4.2	Alat dan Bahan Penelitian	28
4.2.1	Alat penelitian	28
4.2.1.1	Sintesis nanopartikel Fe_3O_4	28
4.2.1.2	Pengukuran tegangan keluaran dan magnetoresistansi	29
4.2.2	Bahan penelitian.....	30
4.2.2.1	Sintesis Nanopartikel magnetic Fe_3O_4	30
4.3	Prosedur Penelitian	30
4.3.1	Sintesis nanopartikel magnetit (Fe_3O_4)	30
4.3.2	Fungsionalisasi Fe_3O_4 dengan PEG-4000.....	32
4.3.3	Pengukuran sifat GMR	32
4.3.3.1	Persiapan sampel lapisan tipis	32
4.3.3.2	Sterilisasi <i>probe</i>	33
4.3.3.3	Kalibrasi medan magnet eksternal.....	34
4.3.3.4	Pengujian Konektivitas <i>Probe</i>	35
4.3.3.5	Pengujian Sifat GMR	35
4.3.4	Pengujian sifat GMR pada nanopartikel Fe_3O_4	38
4.3.5	Pengujian sifat GMR pada nanopartikel Fe_3O_4 yang difungsionalisasi dengan PEG	39
4.4	Karakterisasi Material dan Teknik Analisis Data	40
4.4.1	Karakterisasi nanopartikel Fe_3O_4 menggunakan XRD	40
4.4.1.1	Perhitungan parameter kisi	41
4.4.1.2	Perhitungan indeks miller	42
4.4.1.3	Perhitungan ukuran kristalit	42
4.4.2	Perhitungan distribusi ukuran butir hasil TEM.....	42
4.4.3	Perhitungan Sifat Kemagnetan Nanopartikel Fe_3O_4 menggunakan VSM.....	44
4.4.4	Pengukuran tegangan keluaran	45
4.4.5	Pengukuran rasio tegangan	45

4.4.6 Pengukuran resistansi.....	45
4.4.7 Pengukuran rasio GMR.....	46
4.4.8 Pengukuran Resistivitas	46
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
5.1 Karakterisasi Lapisan Tipis <i>Spin Valve</i>	47
5.1.1 Karakterisasi Sifat Kemagnetan Lapisan Tipis <i>Spin Valve</i>	47
5.2 Karakterisasi Nanopartikel Magnetik Fe ₃ O ₄	48
5.2.1 Karakterisasi struktur kristal nanopartikel Fe ₃ O ₄ dengan <i>X-Ray Diffractometer</i> (XRD).....	48
5.2.2 Karakterisasi morfologi nanopartikel Fe ₃ O ₄ dengan <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	50
5.2.3 Karakterisasi sifat kemagnetan nanopartikel Fe ₃ O ₄ dengan <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	53
5.3 Deteksi Magnetik Nanopartikel Fe ₃ O ₄ dengan Sensor <i>Giant Magnetoresistance</i> (GMR) dengan Satu dan Dua Lapisan Tipis <i>Spin Valve</i>	54
5.3.1 Pengukuran tegangan keluaran sensor <i>giant magnetoresistance</i> (GMR) dengan satu dan dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	54
5.3.2 Pengukuran resistivitas sensor <i>giant magnetoresistance</i> (GMR) dengan satu dan dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	57
5.3.3 Pengukuran magnetoresistansi sensor <i>giant magnetoresistance</i> (GMR) dengan satu dan dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	59
5.4 Sensitivitas Sensor GMR dengan Satu dan Dua Lapisan Tipis <i>Spin Valve</i>	60
5.5 Deteksi Nanopartikel Magnetik Fe ₃ O ₄ /PEG menggunakan Sensor GMR dengan Satu dan Dua Lapisan Tipis <i>Spin Valve</i>	62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	64
6.1 Kesimpulan	64
6.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN 1.....	70
LAMPIRAN 2.....	73
LAMPIRAN 3.....	74

LAMPIRAN 4.....	78
LAMPIRAN 5.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Skema ilustrasi spin dalam lapisan tipis (a) tanpa medan magnet (b) dengan medan magnet	12
Gambar 3.2. Struktur lapisan tipis <i>spin valve</i>	13
Gambar 3.3. Sistem lapisan ferromagnetik terkopling	15
Gambar 3.4. Interface antar lapisan (a) <i>interface</i> ideal (b) <i>interface</i> kasar	16
Gambar 3.5. Histerisis loop (a) lapisan tipis ferromagnetik dan anti ferromagnetik (b) lapisan tipis ferromagnetik	17
Gambar 3.6. Sebuah <i>Sandwich Assay</i> dengan penangkap antibody, antigen, deteksi antibody, dan partikel magnetic. (a) Sensor biologi aktif (b) disfungsi lisasi control sensor dan (c) Pasifasi <i>reference</i> sensor	18
Gambar 3.7. Struktur kristal Fe_3O_4	19
Gambar 3.8. Struktur helmholtz <i>coil</i>	21
Gambar 3.9. Rangkaian jembatan <i>wheatstone</i>	22
Gambar 3.10. Konfigurasi jembatan <i>wheatstone</i> (a) <i>special elements</i> , (b) <i>half bridge</i> , (c) <i>full bridge</i>	23
Gambar 3.11. Skema bagian-bagian difraksi sinar-X	24
Gambar 3.12. Skema difraksi sinar-X oleh atom-atom kristal	25
Gambar 3.13. <i>Vibrating Sample Magnetometer</i>	26
Gambar 4.1. Diagram alir sintesis Nanopartikel Fe_3O_4	31
Gambar 4.2. Struktur GMR lapisan tipis <i>spin valve</i>	33
Gambar 4.3. Desain set-up alat kalibrasi medan eksternal	34
Gambar 4.4. Desain set-up alat untuk pengukuran magnetoresistansi Sensor GMR dengan (a). Satu lapisan tipis <i>spin valve</i> (b). Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	36
Gambar 4.5. Skema jembatan <i>wheatstone</i> Sensor GMR dengan (a). Satu lapisan tipis <i>spin valve</i> (b). Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	37
Gambar 4.6. Diagram alir deteksi magnetik nanopartikel Fe_3O_4 menggunakan sensor GMR	39
Gambar 4.7. Diagram alir deteksi Nanopartikel Fe_3O_4 yang telah dilapisi dengan PEG dengan menggunakan sensor GMR	40
Gambar 4.8. XRD Magnetit	41
Gambar 4.9. (a) Contoh morfologi butir nanopartikel (b) Distribusi ukuran butir nanopartikel	43
Gambar 4.10. Contoh pola cincin difraksi TEM	43
Gambar 4.11. Kurva Pengukuran <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	44
Gambar 5.1. Histerisis Loop dari lapisan tipis <i>spin valve</i> CoFeB	47

Gambar 5.2. Pola Spektrum XRD Nanopartikel Fe_3O_4 (a) Sebelum dan (b) Setelah difungsionalisasi dengan PEG	49
Gambar 5.3. Tampilan TEM Nanopartikel Fe_3O_4 (a) Morfologi (b) Cincin Difraksi	51
Gambar 5.4. Tampilan TEM Nanopartikel Fe_3O_4 setelah difungsionalisasi dengan PEG (a) Morfologi (b) Cincin Difraksi	51
Gambar 5.5. Distribusi ukuran butir Nanopartikel Fe_3O_4 (a) sebelum dan (b) setelah difungsionalisasi dengan PEG	52
Gambar 5.6. Histerisis loop Nanopartikel Fe_3O_4 (a) Sebelum dan (b) Setelah difungsionalisasi dengan PEG	53
Gambar 5.7. Tegangan keluaran sensor GMR sebagai fungsi medan magnet luar untuk variasi konsentrasi nanopartikel Fe_3O_4 dengan (a) Satu dan (b) Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	54
Gambar 5.8. Perubahan tegangan keluaran sensor GMR sebagai fungsi konsentrasi Fe_3O_4 dengan (a) Satu dan (b) Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	54
Gambar 5.9. Konfigurasi Resistor pada GMR Wheatstone Bridge Sensor. D1 adalah Panjang gap antara flux concentrators, and D2 adalah Panjang dari satu flux concentrator.....	56
Gambar 5.10. Ilustrasi interaksi Stray Field nanopartikel Fe_3O_4 pada (a) Satu (b) Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	56
Gambar 5.11. Resistivitas sensor GMR sebagai fungsi medan magnet eksternal untuk variasi konsentrasi Fe_3O_4 dengan (a) Satu dan (b) Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	57
Gambar 5.12. Perubahan resistivitas sensor GMR sebagai fungsi konsentrasi Fe_3O_4 dengan (a) Satu dan (b) Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	58
Gambar 5.13. Magnetoresistansi sensor GMR sebagai fungsi medan magnet eksternal untuk variasi konsentrasi dengan (a) Satu dan (b) Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	59
Gambar 5.14. Rasio Magnetoresistansi GMR sebagai fungsi konsentrasi Fe_3O_4 dengan (a) Satu dan (b) Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	59
Gambar 5.15. Sensitivitas sensor GMR dengan satu lapisan tipis <i>spin valve</i>	60
Gambar 5.16. Sensitivitas sensor GMR dengan dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	61
Gambar 5.17. Tegangan keluaran sensor GMR sebagai fungsi medan magnet luar untuk SV, $\text{SV}/\text{Fe}_3\text{O}_4$, dan $\text{SV}/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ dengan (a) Satu dan (b) Dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	62

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Konsentrasi Fe_3O_4	38
Tabel 5.1. Hasil analisis parameter kisi (a) dan ukuran kristalit (t) nanopartikel Fe_3O_4 dan nanopartikel Fe_3O_4 yang telah difungsionalisasi dengan PEG	50
Tabel 5.2. Perubahan tegangan keluaran pada <i>Spin Valve</i> , SV/ Fe_3O_4 , dan SV/ Fe_3O_4 /PEG untuk sensor GMR dengan satu dan dua lapisan tipis <i>spin valve</i>	62