

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
 I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
 II. TINJAUAN PUSTAKA	5
 III. LANDASAN TEORI	
3.1 Lapisan Tipis Magnetik (<i>Magnetic thin film</i>)	11
3.2 <i>Soft Magnetic</i> dan Loop Histerisis	11
3.3 Magnetic domain dan Dinding Domain	13
3.4 Energi-energi Sistem Ferromagnetik	18
3.4.1 Energi Exchange	18
3.4.2 Energi Zeeman	19
3.4.3 Energi Magnetostatik	19
3.4.4 Energi Anisotropi	20
3.4.5 Energi Total	20
3.5 Dinamika Spin dan Persamaan Landau Lifshitz Gilbert (LLG)	21

3.6 Giant Magnetoresistance (GMR) dan Tunneling	
Magnetoresistance (TMR)	23
3.6.1 <i>Giant Magnetoresistance</i> (GMR)	23
3.6.2 <i>Tunneling Magnetoresistance</i> (TMR)	26
IV. METODE PENELITIAN	
4.1 Gambaran Umum Simulasi	29
4.2 Instrumen Penelitian	31
4.3 Pelaksanaan Simulasi	31
4.3.1 Variasi Ketebalan	31
4.3.2 Variasi dimensi (panjang dan lebar)	32
4.3.3 Variasi komposisi	32
4.4 Listing Program	34
4.5 Penentuan Kecepatan Pergeseran DW Magnetik	35
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Variasi Ketebalan	37
5.1.1 Pola Pergerakan dinding domain	37
5.1.2 Kecepatan Pergeseran <i>Domain Wall</i> Magnetik	46
5.1.3 Energi Anisotropi	47
5.2 Variasi Dimensi	48
5.2.1 Pola Pergeseran Dinding Domain	48
5.2.2 Kecepatan Pergeseran <i>Domain Wall</i> Magnetik	53
5.2.3 Energi Anisotropi	54
5.3 Variasi Komposisi	55
5.3.1 Pola Pergeseran Dinding Domain	55
5.3.2 Kecepatan Pergeseran dinding domain Magnetik	61
5.3.3 Energi Anisotropi	62
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	65
6.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Magnetoresistive <i>head</i> sepanjang <i>track</i> dan pembacaan informasi yang tersimpan pada media rekaman magnetik	2
Gambar 1.2 Perluasan wilayah domain karena adanya gerakan DW Gerakan DW dihasilkan dari gaya pada dinding, secara skematik ditunjukkan dua domain dimana salah satu domain mengalami perluasan dengan domain yang lain. (a) domain saat tidak ada medan luar, (b) domain yang berekspansi saat diberikan medan luar	3
Gambar 2.1 (a) MR ratio komposisi pinned <i>layer</i> Ta/NiFe/Cu/CoNiFe/FeMn/Ta (b) (atas) Kurva transfer CoNiFe/Cu <i>spin valve</i> dan (bawah) NiFe <i>spin valve</i>	5
Gambar 2.2 Proses pembalikan konfigurasi spin material Ni dengan $\alpha = 0.1$ dan rasio diagonal material 1:1 dan arah magnetisasi sumbu+x (merah) serta sumbu+y (hijau)	7
Gambar 2.3 Proses pembalikan konfigurasi spin material Co dengan $\alpha = 0.1$ dengan rasio panjang diagonal 1:1 dan arah magnetisasi sumbu+x (merah) serta sumbu+y (hijau)	7
Gambar 2.4 Pergerakan DW magnetik lapisan tipis CoFeB dengan ukuran 120 nm × 100 nm, ketebalan 2 nm pada medan magnet luar 0 hingga 299,9 Oe.....	8
Gambar 2.5 Perambatan <i>vortex</i> pada lapisan tipis CoNiFe geometri bujur sangkar, ketebalan 3 nm, ukuran 100 nm × 140 nm ketika diberi medan magnet luar 0 Oe, 10 Oe, 40 Oe, 100 Oe, 400 Oe, dan 1000 Oe.....	9
Gambar 2.6 Perambatan <i>vortex</i> pada lapisan tipis CoNiFe geometri elips, ketebalan 3 nm, ukuran 100 nm × 140 nm ketika diberi medan magnet luar 0 Oe, 10 Oe, 80 Oe, 100 Oe, 400 Oe, dan 1000 Oe.....	10
Gambar 3.1 kurva histerisis material ferromagnetik yang menunjukkan beberapa parameter yaitu: medan koersivitas (H_c), magnetisasi residu (M_r) dan magnetisasi saturasi (M_s)	12
Gambar 3.2 Skema loop M-H untuk <i>soft</i> dan <i>hard magnetic</i>	13

Gambar 3.3	Rotasi magnetisasi dari a) <i>Bloch wall</i> dan b) <i>Nell wall</i>	14
Gambar 3.4	Rantai interaksi <i>spin</i> magnetik via interaksi <i>exchange</i> Heisenberg a) domain tunggal b) DW c) <i>gradual spin flip</i>	15
Gambar 3.5	Ilustrasi perpindahan DW (a) kondisi awal dinding domain (b) ketika diberikan medan magnet luar paralel dengan salah satu arah domain	17
Gambar 3.6	Bentuk <i>Cross-tie wall</i>	18
Gambar 3.7	Grafik hubungan energi <i>Nell</i> , <i>Cross-tie</i> dan <i>Bloch wall</i> vs ketebalan lapisan bahan ferromagnetik	18
Gambar 3.8	Muatan elektron yang bergerak melingkar dengan diameter r , dan kecepatan tangensial v . Momentum sudut l berlawanan arah dengan arah momen magnet	22
Gambar 3.9	Hamburan spin yang telah terpolarisasi, elektron konduksi pada interface (A) ferromagnetik dan (B) saat bertemu dengan lapisan antiferromagnetik	24
Gambar 3.10	(a) magnetoresistance Fe/Cr superlattice pada 4.2K. hambatan mengacu saat tanpa medan magnet. Arus dan pemberian medan searah dengan arah <i>layer</i> . (b) hubungan arah magnetisasi untuk nol dan pemberian medan magnet pada susunan Fe dan Cr <i>layer</i> . Dimana medan luar yang tinggi pada arah paralel untuk semua Fe <i>layer</i> menghasilkan hambatan yang rendah, anti paralel terjadi tanpa pemberian medan luar sehingga hambatan meningkat.....	25
Gambar 3.11	Magnetic tunnel junction (MTJ) yang terdiri dari dua lapisan ferromagnetik dipisahkan oleh lapisan insulator. Hambatan berbeda saat konfigurasi magnetic paralel (P) dan antiparalel (AP)	26
Gambar 3.12	Grafik hubungan antara resistansi dan medan magnet luar yang diberikan pada MTJ	27
Gambar 3.13	Arus melakukan <i>tunneling</i> melewati FM/I/FM dengan orientasi paralel (a) dan antiparalel (b)	28
Gambar 4.1	Tampilan <i>mmLaunch</i> serta fungsi masing-masing bagiannya.....	30

Gambar 4.2	Tampilan <i>mmProbEd</i> untuk memasukkan parameter-parameter lapisan tipis	30
Gambar 4.3	Tampilan <i>oxsii</i> yang berfungsi untuk <i>running</i> program	30
Gambar 4.4	Skema lapisan tipis CoNiFe geometri bujur sangkar dengan ukuran $a \mu\text{m} \times b \mu\text{m} \times c \text{nm}$	33
Gambar 4.5	Diagram alir simulasi OOMMF	34
Gambar 4.6	Perambatan <i>vortex</i> kearah sumbu +Y pada lapisan tipis CoNiFe dengan geometri kotak/bujur sangkar	35
Gambar 5.1	Pergeseran dinding domain magnetik pada ketebalan 2 nm ukuran $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet luar.	38
Gambar 5.2	Pergeseran dinding domain magnetik pada ketebalan 5 nm ukuran $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet luar	39
Gambar 5.3	Pergeseran dinding domain magnetik pada ketebalan 10 nm ukuran $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet luar	40
Gambar 5.4	Pergeseran dinding domain magnetik pada ketebalan 15 nm ukuran $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet luar	41
Gambar 5.5	Pergeseran dinding domain magnetik pada ketebalan 20 nm ukuran $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet luar	42
Gambar 5.6	Pergeseran dinding domain magnetik pada ketebalan 30 nm ukuran $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet luar	43
Gambar 5.7	Kurva magnetisasi terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi ketebalan, ukuran $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$, saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 6000 Oe	45
Gambar 5.8	Kurva magnetisasi terhadap waktu pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi ketebalan, ukuran $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 6000 Oe	46

Gambar 5.9	Kurva kecepatan terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi ketebalan, ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 6000 Oe	47
Gambar 5.10	Kurva energi anisotropi terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi ketebalan, ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 6000 Oe.....	48
Gambar 5.11	Pergeseran dinding domain magnetik pada ukuran $3\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$, ketebalan 10 nm, saat diberikan medan magnet luar	49
Gambar 5.12	Pergeseran dinding domain magnetik pada ukuran $2\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$, ketebalan 10 nm, saat diberikan medan magnet luar	50
Gambar 5.13	Pergeseran dinding domain magnetik dengan ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ ketebalan 10 nm saat diberikan medan magnet luar	51
Gambar 5.14	Kurva magnetisasi terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi dimensi, ketebalan 10 nm, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 3000 Oe	52
Gambar 5.15	Kurva magnetisasi terhadap waktu pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi dimensi, ketebalan 10 nm, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 3000 Oe	53
Gambar 5.18	Kurva kecepatan terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi dimensi, ketebalan 10 nm, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 3000 Oe	54
Gambar 5.19	Kurva energi anisotropi terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi dimensi, ketebalan 10 nm, komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 3000 Oe	55
Gambar 5.20	Pergeseran dinding domain magnetik pada komposisi $\text{Co}_{52}\text{Ni}_{15}\text{Fe}_{34}$, ketebalan 10 nm ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, saat diberikan medan magnet luar	56

Gambar 5.21	Pergeseran dinding domain magnetik pada komposisi $\text{Co}_{62}\text{Ni}_{15}\text{Fe}_{23}$, ketebalan 10 nm ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, saat diberikan medan magnet luar	57
Gambar 5.22	Pergeseran dinding domain magnetik pada komposisi $\text{Co}_{71}\text{Ni}_{14}\text{Fe}_{15}$ ketebalan 10 nm ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, saat diberikan medan magnet luar	58
Gambar 5.23	Kurva magnetisasi terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi komposisi, ketebalan 10 nm, ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 3000 Oe	59
Gambar 5.24	Kurva magnetisasi terhadap waktu pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi komposisi, ketebalan 10 nm, ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 3000 Oe	60
Gambar 5.25	Ketergantungan stuktur kristal terhadap komposisi untuk paduan CoNiFe.....	61
Gambar 5.26	Kurva magnetisasi untuk single A. BCC Arah [100] adalah magnetisasi <i>easy direction</i> dan [111] adalah magnetisasi <i>hard direction</i> saat diberikan medan magnet luar, B. FCC Arah [100] adalah magnetisasi <i>hard direction</i> dan [111] adalah magnetisasi <i>easy direction</i> saat diberikan medan magnet luar.....	61
Gambar 5.27	Kurva kecepatan terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi komposisi, ketebalan 10 nm, ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$, saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 3000 Oe	62
Gambar 5.28	Kurva energi anisotropi terhadap medan luar pada lapisan tipis CoNiFe dengan variasi dimensi, ketebalan 10 nm, ukuran $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$ saat diberikan medan magnet dari 0 Oe sampai 3000 Oe	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Variasi ketebalan CoNiFe.....	31
Tabel 4.2. Variasi dimensi CoNiFe	32
Tabel 4.3. Variasi komposisi CoNiFe	32
Tabel 4.4. Parameter-parameter CoNiFe	33