

**PENGARUH JUMLAH LAPISAN TIPIS GIANT
MAGNETORESISTANSI (GMR) BERSTRUKTUR MULTILAYER
YANG DITUMBUHKAN DENGAN METODE DC SPUTTERING
TERHADAP RASIO MAGNETORESISTANCE (MR)**

Tugas akhir

*Diajukan kepada tim penguji tugas akhir Jurusan Fisika Sebagai salah satu
persyaratan guna memperoleh gelar sarjana*



oleh :

SRI LIDIA LESTARI NORA

64559 / 2005

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2012

ABSTRAK

Sri Lidia Lestari Nora (64559/2005): Pengaruh Jumlah Lapisan Tipis *Giant Magnetoresistance* (GMR) Berstruktur *Multilayer* yang Ditumbuhkan dengan Metode DC *Sputtering* terhadap Rasio *Magnetoresistance* (MR).

Magnetoresistance adalah perubahan resistansi logam bila berada dalam medan magnet luar. Nilai *magnetoresistance* yang sangat besar dinamakan dengan *giant magnetoresistance* (GMR). GMR terdiri dari beberapa struktur diantaranya *sandwich*, *spin valve* dan *multilayer*. Sebelumnya penelitian tentang lapisan tipis GMR berstruktur multilayer dengan metode *DC sputtering* telah dilakukan oleh Sugita tahun 1998 dengan bahan ferromagnetic NiCoFe dan non magnetik Cu dan menghasilkan rasio MR sebesar 5.1%. Pada penelitian ini masih terlihat permasalahan yang terjadi yaitu rasio MR yang dihasilkan masih kecil. Permasalahan yang dijumpai dalam lapisan tipis GMR adalah mengenai sulitnya memperoleh karakteristik material GMR yang baik yakni; memiliki rasio MR yang tinggi. Hal ini menjadi tantangan bagi para peneliti untuk terus mengembangkan penelitian GMR baik dari segi metode penumbuhan maupun dari segi komposisi dan material yang digunakan serta struktur yang dibuat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh jumlah lapisan tipis GMR yang berstruktur *multilayer* yang ditumbuhkan dengan metode *DC Sputtering* terhadap rasio MR dengan bahan ferromagnetik NiCoFe dan non magnetik Cu di atas Substrat Si. Adapun penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Struktur *multilayer* terdiri dari 2,3 dan 4 kali pengulangan yang ditumbuhkan dengan metode *DC sputtering* dengan waktu penumbuhan masing-masing 5 menit.

Setelah dilakukan penelitian terhadap nilai MR dari lapisan tipis GMR berstruktur *multilayer* dengan 2,3 dan 4 kali pengulangan diperoleh hasil rasio MR berturut-turut 11.65%, 35.60% dan 45.27%. Dari hasil penelitian ini didapat hubungan antara jumlah lapisan tipis GMR berstruktur *multilayer* terhadap rasio MRnya yaitu semakin banyak jumlah lapisan tipis GMRnya maka semakin besar rasio MR yang diperoleh. Berdasarkan pengolahan data diperoleh hasil yaitu terdapat pengaruh jumlah lapisan tipis GMR berstruktur *multilayer* yang ditumbuhkan dengan *DC Sputtering* terhadap rasio MR dengan tingkat kepercayaan 94.3%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah yang dilimpahkan sebagai sumber kekuatan hati dan peneguh iman sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Jumlah Lapisan Tipis *Giant Magnetoresistance* (GMR) Berstruktur *Multilayer* Yang Ditumbuhkan dengan Metode DC *Sputtering* terhadap Rasio *Magnetoresistance* (MR)” Salawat dan salam kepada nabi Muhamad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat di alam semesta ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis banyak mendapat arahan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak dalam menyusun, membuat dan menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si sebagai Dosen pembimbing I. Terima kasih atas segala bimbingan, dukungan, nasehat, dan waktunya yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr.-Ing. Mitra Djamal sebagai Dosen pembimbing II. Terima kasih atas segala bimbingan, dukungan, nasehat dan waktunya selama menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Drs. Gusnedi, M. Si, Ibu Dra. Syakbaniah, M. Si, Ibu Dr. Ratnawulan, M. Si sebagai tim penguji. Terima kasih atas kesediaan waktu, semua masukan dan kritikan yang sangat membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dra. Akmam, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai ketua Program studi Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Dra. Mahrizal, M. Si sebagai penasehat Akademik. Terima kasih bimbingan dan nasehatnya.
7. Bapak Ramli, M.Si sebagai dengan sabar membimbing penulis selama melakukan penelitian diITB.
8. Bapak Dr.Yulkifli, S.Pd, M.Si terima kasih telah bersedia dengan ikhlas memberi saran dan bimbingan.
9. Bapak / Ibu Dosen Staf pengajar di Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
11. Seluruh keluarga tercinta terima kasih atas do'a dan dukungan yang telah diberikan.
12. Teman-teman yang seperjuangan dengan saya selama kuliah angkatan 2005

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini,. Penulis yakin bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca demi kelengkapannya. Semoga semua bantuan, kritik dan saran yang telah diberikan menjadi masukan positif bagi penulis

Padang,

Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Pembatasan Masalah	4
D. Pertanyaan Penelitian.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. Giant Magnetoresistance (GMR).....	7
1. Definisi MR dan GMR	7
2. Hamburan Bergantung Spin.....	
3. Peranan Pita Energi Feromagnetik.....	12

4. Pengaruh Jumlah Lapisan Tipis GMR terhadap Rasio MR...	16
B. Bahan Feromagnetik	17
1. Nikel	18
2. Kobal.....	18
3. Besi	19
C. Bahan Non Magnetik	19
D. DC Sputtering untuk Penumbuhan Lapisan tipis GMR.....	20
E. Mekanisme Pengukuran MR dari GMR.....	25
F. Scanning Electron Microscope (SEM) dan Energi Dispersion Analisis X-ray (EDAX	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
A. Jenis Penelitiann	29
B. Tempat dan Waktu Penelitian	29
C. Variabel Penelitian.....	29
D. Sampel Penelitian.....	31
E. Alat dan Bahan	31
F. Pembuatan Sampel Penelitian.....	32
1. Pembuatan target.....	32
2 . Persiapan Substrat.....	33
3. Penumbuhan lapisan tipis GMR	34

G. Teknik Pengumpulan	39
H. Data Teknik Analisa Data	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A.Deskripsi Data Hasil	40
1. SEM dari lapisan tipis GMR.....	40
2. Hasil EDAX dari lapisan tipis GMR.....	42
3. Hasil pengukuran MR.....	45
B. Analisis Data	48
C. Pembahasan	49
BAB V PENUTUP	54
A. Kesimpulan.....	54
B. .Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Parameter penumbuhan NiCoFe.....	30
2. Parameter penumbuhan Cu	30
3. Komposisi hasil EDAX lapisan tipis GMR.....	44
4. Rasio MR dari lapisan tipis GMR berdasarkan persamaan	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ilustrasi Tranport elektron dalam Multilayer	8
2. Model Konduksi bebas dua arah	10
3. Skema Rapat keadaan	13
4. Ilustarsi Spin	14
5. Struktur Lapisan Tipis GMR	17
6. Sputtering	20
7. Ilustrasi Proses Sputtering.....	21
8. Sistem Sputtering.....	23
9. Skema DC Sputtering	23
10. Geometri pengukuran GMR	25
11. SEM.....	27
12. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	38
13. Hasil SEM Lapisan tipis GMR untuk 2 kali pengulangan.....	41
14. Hasil SEM Lapisan tipis GMR untuk 3 kali pengulangan.....	41
15. Hasil SEM Lapisan tipis GMR untuk 4 kali pengulangan.....	42

16. Hasil EDAX Lapisan tipis GMR untuk 2 kali pengulangan.....	43
17. Hasil EDAX Lapisan tipis GMR untuk 3 kali pengulangan.....	43
18. Hasil EDAX Lapisan tipis GMR untuk 4 kali pengulangan.....	44
19. Hasil MR Lapisan tipis GMR untuk 2 kali pengulangan.....	45
20. Hasil MR Lapisan tipis GMR untuk 3 kali pengulangan.....	46
21. Hasil MR Lapisan tipis GMR untuk 4 kali pengulangan.....	47
22. Furnace.....	90
23. Target.....	90
24. Substrat.....	91
25. DCSputtering.....	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Sampel 1	47
2. Data Sampel 2.	58
3. Data Sampel	36
4. Nilai Rasio MR.....	88
5. Gambar- Gambar penelitian.....	90

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Magnetoresistance (MR) adalah keadaan pada suatu material (logam) dimana hambatannya berubah bila dikenai medan magnet luar. Efek *magnetoresistance* yang sangat besar dinamakan dengan *Giant Magnetoresistance* (GMR) (Saragi. 2005). Penelitian tentang GMR diawali oleh Baibich, et. al. tahun 1988 yang menemukan nilai MR dalam lapisan *superlattice multilayer* antara feromagnetik (FM): Fe dan lapisan pemisah non-magnetik Cr (Fe/Cr)_n dengan ketebalan 0.5 – 5 nm dengan MR sebesar 50% yang ditumbuhkan dengan metode *Molecular Beam Epitaxy* (MBE). Pada saat itu GMR merupakan salah satu penemuan yang mengagumkan. Dalam lapisan tipis magnetik menggabungkan kajian fisika fundamental dengan potensi aplikasi teknologi. Penemuan GMR dianggap sebagai awal dari elektronika berbasis spin, dimana elektron bergantung spin dalam *multilayer* memainkan peranan yang sangat penting.

Menurut Bellason (*Hitachi's Research center*) the William (*IBM Almaden Research Center*) sebagai salah satu perusahaan terbesar yang bergerak dalam bidang PC menggambarkan perkembangan penelitian tentang sifat-sifat dan aplikasi dari sensor GMR meningkat dengan sangat tajam (sampai 60%) dari tahun 1990-an sampai sekarang (Bellason 2007). Berdasarkan laporan *J. Nature physics science* (2006), penelitian tentang GMR termasuk salah satu dari lima top penelitian (*top five research in physics*). Kemajuan penggunaan GMR dalam teknologi nano menghantarkan Albert Fert (Paris)

sebagai peraih Nobel tahun 2007. Penggunaan GMR sebagai sensor magnetik didasarkan pada nilai MR yang dihasilkan. Nilai MR sangat ditentukan oleh sifat magnetik dan sifat listrik yang dihasilkannya. Sifat-sifat ditentukan oleh beberapa faktor antara lain: (1). Jenis material yang digunakan sebagai lapisan penyusunnya, (2). Jenis struktur susunannya (*sandwich*, *Spin valve* dan *Multilayer*) serta jumlah lapisan dari struktur GMR (Baibich, dkk, 1998), (3). Ketebalan masing-masing lapisan (Saragi, T., 2004, Djamal, M. 2006).

Dasar fisika dari GMR berkaitan dengan hamburan elektron yang bergantung pada spin (*spin-dependent scattering*). Spin elektron memiliki dua nilai yang berbeda yaitu dinamakan dengan *spin up* dan *spin down*. Ketika spin- spin ini melintasi material yang telah dimagnetisasi salah satu jenis spin mengalami hambatan (*resistance*) yang berbeda daripada yang dialami oleh jenis spin lainnya. Jenis spin yang mengalami hambatan yang besar adalah magnetisasi antiparalel.

Penumbuhan GMR dapat digunakan berbagai metode seperti; metode *sputtering*, *elektron deposition* dan *Molecular Beam Epitaxy* (MBE). Pada penelitian ini digunakan metode penumbuhan lapisan film tipis GMR dengan metode *DC Sputtering*. Beberapa keuntungan metode *DC Sputtering* adalah mampu mendeposisi bahan sangat akurat dan terkontrol pada permukaan substrat, juga dapat mengurangi pengikisan lapisan tipis yang sudah dihasilkan (Saragi, T., 2005). Disamping itu biaya operasional metode *dc sputtering* lebih murah dan lebih sederhana dibandingkan metode MBE.

Pada GMR yang berstruktur *multilayer* dengan metode *DC Sputtering*, sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Sugita (1998) meneliti tentang lapisan tipis GMR *multilayer* dengan feromagnetik NiCoFe dengan perbandingan 68:20:12 dan Cu

Sebagai non magnetik. Penumbuhan dilakukan pada suhu kamar dan menghasilkan rasio MR sebesar 5.1%. Dalam penelitian ini terlihat rasio MR yang dihasilkan masih kecil.

Dalam penelitian ini digunakan material paduan NiCoFe sebagai lapisan feromagnetik(FM), dengan alasan bahwa material NiCoFe memiliki sifat-sifat feromagnetik lunak, rapat fluks magnetik saturasi tinggi dan medan koersif yang rendah, sehingga berpotensi digunakan sebagai material feromagnetik penyusun GMR (Osaka, 1998). Disamping itu, sebagai bahan pemisah non magnetik (NM) digunakan Cu. Pemilihan bahan Cu didasari dari hasil penelitian Saragi (2005), nilai MR yang dihasilkannya lebih tinggi dengan menggunakan Cu dibandingkan dari bahan lainnya seperti Au atau Ag (Saragi, T., 2005). Untuk penelitian ini digunakan bahan $Ni_{60}Co_{30}Fe_{10}$ hasil optimasi tertinggi dari penelitian yang dilakukan Ramli (2009).

Bertolak dari uraian di atas, maka penulis tertarik menyelidiki karakteristik lapisan tipis GMR $Ni_{60}Co_{30}Fe_{10}$ sebagai bahan feromagnetik dan Cu sebagai bahan non magnetik dengan struktur *multilayer*, menggunakan metode penumbuhan dc *Sputtering*. Oleh karena itu pada penelitian ini, peneliti mengangkat judul **”Pengaruh Jumlah Lapisan Tipis Giant Magnetoresistance (GMR) Berstruktur Multilayer yang Ditumbuhkan dengan Metode DC Sputtering terhadap Rasio Magnetoresistance (MR)”**.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka pada penelitian ini dirumuskan suatu permasalahan yaitu Bagaimana pengaruh jumlah lapisan tipis GMR

berstruktur *multilayer* yang ditumbuhkan dengan metode *DC sputtering* terhadap rasio MR.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bahan feromagnetik yang digunakan adalah paduan NiCoFe dengan perbandingan bahan Ni = 60, Co = 30 dan Fe = 10 bahan ini dipilih berdasarkan optimasi sebelumnya yang sudah dilakukan oleh Ramli, (2009).
2. Bahan non magnetik yang digunakan adalah Cu didasari oleh penelitian yang dilakukan Saragi, (2005).
3. Substrat yang digunakan Si (100) didasari oleh penelitian yang dilakukan Ramli (2009).
4. Lapisan film tipis GMR yang diteliti adalah berstruktur *multilayer* yang terdiri dari 3 sampel, Sampel pertama terdiri dari lapisan tipis GMR dengan dua kali pengulangan dengan struktur NiCoFe/Cu/NiCoFe/Cu/NiCoFe, Sampel kedua terdiri dari lapisan tipis GMR dengan tiga kali pengulangan dengan struktur NiCoFe/Cu/NiCoFe/Cu/NiCoFe/Cu/NiCoFe, Sampel ketiga terdiri dari lapisan tipis GMR dengan empat kali pengulangan dengan struktur NiCoFe/Cu/NiCoFe/Cu/NiCoFe/Cu/NiCoFe/Cu/NiCoFe/Cu/NiCoFe
5. Karakteristik yang diteliti adalah rasio MR dari penumbuhan GMR yang ditumbuhkan dengan struktur *multilayer*.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini, maka perlu dikembangkan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

Bagaimana pengaruh jumlah lapisan tipis GMR berstruktur *multilayer* yang ditumbuhkan dengan DC *Sputtering* terhadap rasio MR?

G. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

Meneliti pengaruh jumlah lapisan tipis GMR berstruktur *multilayer* yang ditumbuhkan dengan metode *DC Sputtering* terhadap rasio MR.

H. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan kontribusi yaitu :

1. Bagi peneliti mendapat pengetahuan cara penumbuhan lapisan tipis GMR dengan *sputtering*.
2. Memamfaatkan hasil dari penumbuhan lapisan tipis GMR .
3. Aplikasi dalam ilmu fisika khususnya pada bidang magnetik dan bidang elektronika divais.
4. Terhadap pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam hal mamfaat material lapisan tipis GMR .

5. Sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk menyelesaikan program studi Fisika S1 .