

**PENGARUH VARIASI STRUKTUR LAPISAN $[\text{NiFe/Cu}]_N/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_N$
TERHADAP RASIO MAGNETOIMPEDANSI**



SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
OKTOBER 2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI STRUKTUR LAPISAN [NiFe/Cu]_n/Cu/[NiFe/Cu]_n
TERHADAP RASIO MAGNETOIMPEDANSI**



Oleh

Candra Tirta Putra
N10216016

Telah disetujui oleh

Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si
NIP. 19731109 200003 1 001

Tanggal : 13 Oktober 2020

Pembimbing II

Nuryani, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19690303 200003 1 001

Tanggal : 13 Oktober 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Pengaruh Variasi Struktur Lapisan $[\text{NiFe/Cu}]_N/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_N$
Terhadap Rasio Magnetoimpedansi

Yang ditulis oleh :

Nama : Candra Tirta Putra

NIM : M0216016

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Jumat

Tanggal : 23 Oktober 2020

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji

Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si

NIP. 19721013 200003 1 002

2. Sekretaris Penguji

Sorja Koesuma, S.Si., M.Si

NIP. 19720801 200003 1 001

3. Anggota Penguji I

Prof. Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si

NIP. 19731109 200003 1 001

4. Anggota Penguji II

Nuryani, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 19690303 200003 1 001

Disahkan pada tanggal 25 November 2020

Oleh

Kepala Program Studi Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret



Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si

NIP. 19690826 199903 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual skripsi saya yang berjudul “Pengaruh Variasi Struktur Lapisan $[\text{Nife/Cu}]_N/\text{Cu}/[\text{Nife/Cu}]_N$ Terhadap Rasio Magnetoimpedansi” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis dibagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 20 Oktober 2020

Candra Tirta Putra

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.” (QS. Al-Insyirah: 5-6)

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain.” (HR. Ahmad, ath-Thabrani)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin

Rasa syukur tidak terhenti kepada-Nya, seluruh Skripsi dan proses belajar ini saya persembahkan untuk mendiang Mama. Semoga Mama diberikan tempat terindah di sisi-Nya.



**PENGARUH VARIASI STRUKTUR LAPISAN $[\text{NiFe/Cu}]_N/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_N$
TERHADAP RASIO MAGNETOIMPEDANSI**

Candra Tirta Putra

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Sensor magnetik berbasis lapisan NiFe berstruktur $[\text{NiFe/Cu}]_N/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_N$ dideposisi ke substrat PCB bergeometri *meander* dengan metode elektrodeposisi. Rasio magnetoimpedansi diselidiki dengan variasi N untuk struktur sistem simetris dan asimetris pada rentang frekuensi rendah (20 kHz – 100 kHz). Struktur sistem simetris menunjukkan rasio magnetoimpedansi yang lebih besar dibanding dengan struktur sistem asimetris. Hasil uji kehadiran nanopartikel magnetik menunjukkan suatu tren penurunan rasio magnetoimpedansi terhadap kenaikan jumlah nanopartikel magnetik yang membuktikan keberhasilan sebagai sensor nanopartikel magnetik.

Kata kunci: magnetoimpedansi, simetris, asimetris, nanopartikel

MAGNETO-IMPEDANCE EFFECT ON $[\text{NiFe/Cu}]_N/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_N$ THROUGH LAYER STRUCTURE VARIATION DEPENDENCIES

Candra Tirta Putra

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Sebelas Maret University

ABSTRACT

NiFe based thin *film* sensor with $[\text{NiFe/Cu}]_N/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_N$ structure was prepared using electrodeposition technique by deposition onto meandered PCB. Magneto-impedance ratio was investigated through N variation for both symmetric system structure and asymmetric system structure on low frequency regime (20 kHz – 100 kHz). Symmetric system structure has larger magento-impedance ratio than asymmetric system structure. Result on the presence of magnetic nanoparticles (NPS) showed a decreasement trend through nanoparticles addition which is a verification as nanoparticles sensor.

Keywords: magneto-impedance, symmetric, asymmetric, nanoparticles

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pengerjaan Skripsi. Sholawat serta salam tak berhenti tertutur kepada Rasulullah Muhammad S.A.W sebagai pembimbing seluruh umat.

Skripsi yang telah penulis susun merupakan sebagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains yang berjudul “Pengaruh Variasi Struktur Lapisan [Nife/Cu]_N/Cu/[Nife/Cu]_N Terhadap Rasio Magnetoimpedansi”. Skripsi ini merupakan sebagian kecil dari proses pembelajaran dan usaha penulis untuk menjadi insan berilmu dan berakhlak. Proses penyelesaiannya tentu harus melewati segala hambatan dan kegagalan. Besar harapan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak orang nantinya. Ucapan terima kasih tentu penulis haturkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si selaku pembimbing I yang selalu memberi arahan dan bimbingan yang luar biasa dalam proses pengerjaan Skripsi ini.
2. Bapak Nuryani, S.Si., M.Si., Ph.D selaku pembimbing II yang telah menuntun dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Iwan Yahya, S.Si., M.Si selaku pembimbing akademik yang telah membantu dalam proses pembelajaran selama perkuliahan.
4. Bapak dan Ibu dosen program studi fisika yang selalu memberi bimbingan bagi penulis.
5. Teman-teman grup riset Material dan Sensor Magnetik yang selalu membantu dalam penelitian.
6. Mama, Papa, Adik-adik, dan Denita Restiana Safitri yang selalu menjadi motivasi bagi penulis.

Semoga segala bantuan dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis menjadi berkah dan dibalas Allah dengan balasan yang sebaik-baiknya. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Penulis tentu menyadari bahwa pengerjaan dan penulisan Skripsi ini masih banyak sekali kekurangan. Namun, penulis sangat berharap bahwa terselesaikannya Skripsi ini dapat bermanfaat dikemudian hari.

Surakarta, 20 Oktober 2020

Candra Tirta Putra



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN ABSTRAK.....	vii
HALAMAN ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Perumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Giant Magnetoimpedance.....	5
2.2 Permalloy ($\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$).....	8
2.3 Struktur Multilayered	9
2.4 Elektrodeposisi	10
2.5 Deteksi Magnetic Nanoparticle (MNP).....	11

BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.2.1 Alat-alat Elektrodeposisi	15
3.2.2 Alat-alat Pengukuran Magnetoimpedansi	15
3.2.3 Bahan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Persiapan Substrat	18
3.3.2 Pembuatan Larutan.....	18
3.3.3 Proses Elektrodeposisi	19
3.3.4 Pengukuran Magnetoimpedansi	19
3.3.5 Deteksi Nanopartikel	21
3.4 Teknik Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Karakteristik Magnetoimpedansi (MI)	23
4.1.1 Karakteristik Magnetoimpedansi (MI) Multilapisan [NiFe/Cu] _N /Cu/[NiFe/Cu] _N Simetris	24
4.1.2 Karakteristik Magnetoimpedansi (MI) Multilapisan [NiFe/Cu] _N /Cu/[NiFe/Cu] _N Asimetris	26
4.2 Deteksi Nano Partikel Magnetik	28
BAB V KESIMPULAN.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema definisi impedansi (Knobel et al., 2003)	6
---	---

Gambar 2.2 Hubungan skin depth dan permeabilitas dengan medan magnet (Phan& Pheng, 2008)	7
Gambar 2.3 Diagram fase NiFe (Torabinejad et al., 2017).....	8
Gambar 2.4 Skema proses elektrodposisi NiFe/Cu/NiFe (Yohanasari et al., 2017). 11	
Gambar 2.5 Skema yang menunjukkan sifat penting dari MNP (Masunga et al., 2019)	12
Gambar 2.6 Skema sensor meander dengan MNP. Terlihat efek penerapan medan magnet eksternal $H=0$ dan $H \neq 0$ (Beato-Lopez et al., 2018)	13
Gambar 7 Desain Substrat PCB	22
Gambar 8 Kurva karakter khas magnetoimpedansi pada lapisan $[\text{NiFe/Cu}]_3/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_3$	23
Gambar 9 Konfigurasi sistem multilapisan simetris	24
Gambar 10 (a) Kurva MI lapisan $[\text{NiFe/Cu}]_N/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_N$ (b) Grafik pengaruh jumlah lapisan (N) terhadap rasio MI	25
Gambar 11 Grafik pengaruh frekuensi terhadap rasio MI pada variasi jumlah lapisan (N=2,3, dan 4)	26
Gambar 12 Konfigurasi sistem multilapisan simetris	27
Gambar 13 (a) Kurva MI lapisan $[\text{NiFe/Cu}]_M/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_N$ (b) Grafik pengaruh frekuensi terhadap rasio MI pada variasi sistem asimetris.....	28
Gambar 14 Rangkaian eksperimen sensor nanopartikel magnetik	29
Gambar 15 (a) Kurva MI uji kehadiran naopartikel magnetik (b) Perbesaran daerah puncak kurva MI	30

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Tabel perhitungan rasio magnetoimpedansi sensor $[\text{NiFe/Cu}]_1/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_5$ tanpa kehadiran nanopartikel magnetik.....	37
Tabel 1.2	Tabel perhitungan rasio magnetoimpedansi sensor $[\text{NiFe/Cu}]_1/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_5$ dengan kehadiran nanopartikel magnetik 0,2 gram	38
Tabel 1.3	Tabel perhitungan rasio magnetoimpedansi sensor $[\text{NiFe/Cu}]_1/\text{Cu}/[\text{NiFe/Cu}]_5$ dengan kehadiran nanopartikel magnetik 0,4 gram	39

DAFTAR SIMBOL

H	: Kuat medan magnet	(A/m)
Z	: Impedansi	(Ω)
R	: Resistansi	(Ω)
L	: Induktasi	(H)
J	: Rapat arus	(mA/cm ²)
δ	: <i>Skin depth</i>	(m)
c	: Kecepatan cahaya	(m/s)
σ	: Konduktivitas listrik	(Ω m)
f	: Frekuensi arus	(kHz)
μ_T	: Permeabilitas transversal	(H/m)
ρ	: Massa jenis	(kg/m ³)
I_{ac}	: Arus bolak-balik	(A)
H_{dc}	: Medan magnet akibat arus searah	(A/m)
μ_0	: Permeabilitas ruang hampa	(H/m)
$\langle \mu_r \rangle$: Permeabilitas sirkumferensial	(H/m)
ξ	: Sensitifitas	(%/mT)