Jurnal Informatika Komputer
Vol. 1 No. 1 2023
DOI: 10.xxx.

Pengaruh Frekuensi Terhadap Sensitifitas Magneto-impedansi Hasil Elekrodeposisi Pada Multilapisan [NiFe/Cu]N

Vina Oktariaa
Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Lampung
avinaoktaria10@student.uns.ac.id

Abstrak
Sensor magnetik berbasis magneto-impedansi pada substrat PCB meander Cu dengan sensor multilapisan [NiFe/Cu]8 hasil elektrodeposisi telah berhasil dilakukan. Variasi frekuensi rendah rentang 20 kHz 100 kHz dan variasi jumlah multilapisan pada N=5,6,7,8 dimaksudkan untuk memodifikasi rasio magneto impedansi sensor. Uji kelayakan sensor menunjukan bahwa nilai sensitifitas terbaik hasil variasi jumlah multilapisan adalah 1,45 /mT pada frekuensi 100 kHz.

Keywords: sensor sensitivity, electrodeposition, magneto-impedance, multilayer NiFe.

Pendahuluan

Magneto-impedansi (MI) merupakan perubahan impedansi pada suatu bahan magnet akibat adanya pengaruh medan magnet luar (Phan & Peng, 2008). Fenomena magneto-impedansi memiliki peranan penting dalam perkembangan teknologi. Beberapa tahun terakhir, inovasi sensor MI semakin banyak dikembangkan seperti pada biosensor dan biomedikal (Wang Tao *et al.,* 2014). Penggunaan sensor magneto-impedansi yang semakin luas dikarenakan beberapa keunggulan dari sensor magneto- impedansi yaitu sensitifitas sensor yang tinggi, rendah biaya, respon cepat, dapat bekerja di suhu ruang serta menghabiskan konsumsi daya yang lebih rendah. Secara umum, nilai MI dapat didefinisikan denganpersamaan,

$$\frac{\Delta Z}{Z}(\%) = \frac{(Z(H)-Z(Hmax))}{Z(Hmax)} \times 100 \quad (1)$$

dengan *Z(H)* merupakan nilai impedansi pada medan magnet terukur ketika diberikan medan magnet luar, dan $Z(H_{max})$ merupakan nilai impedansi pada medan magnet terukur ketika diberikan medan magnet maksimum (Knobel, 2003). Pada penelitian ini, studi sensitifitas magneto-impedansi pada multilpaisan $[NiFe/Cu]_N$ dilakukan. Sensitifitas magneto-impedansi didapatkan dengan persamaan,

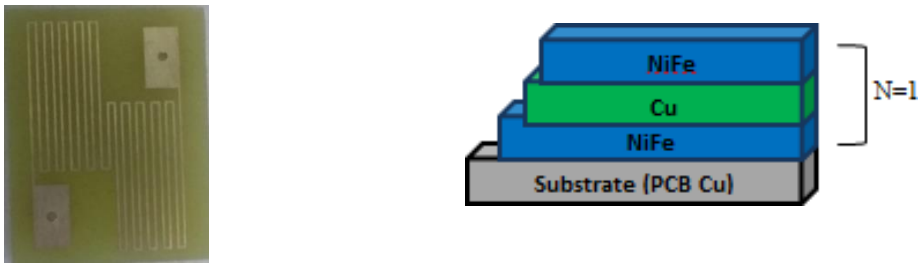
$$\xi = \frac{2\left[\left(\Delta Z/Z\right)_{\max}\right]}{\Delta H}$$

dengan Δ*H* adalah lebar penuh pada setengah maksimum kurva MI yang terukur (Tuan *et al.,* 2009). Untuk mendapatkan nilai sensitifitas MI yang bervariasi, sampel akan dimodifikasi berdasarkan jumlahperulangan pada lapisan dan ketebalan pada *layer*.

Metode

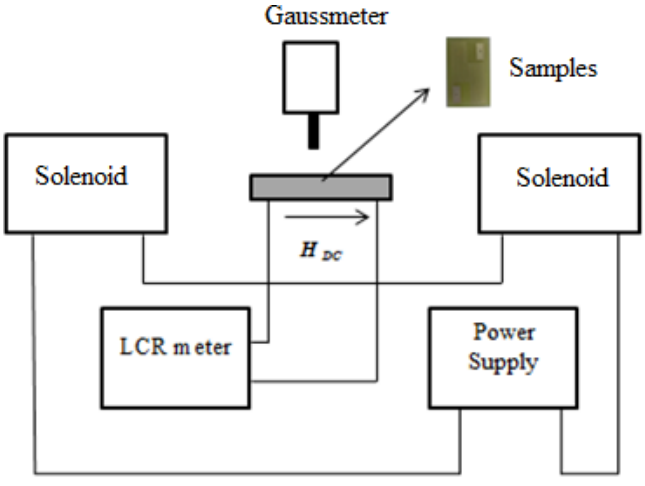
Sensor MI berpola *meander-line* yang disusun menjadi lapisan tipis multilayer $[NiFe/Cu]_N$ digunakan pada penelitian ini. Pembuatan sensor magnetik menggunakan substrat PCB *Meander* Cu dirancang seperti pada Gambar 1(a) dengan panjang lintasan sebesar 28,7 cm dan lebar jarakantar garis *d*=0,5 mm. Ukuran dan rancangan substrat ini diperoleh dari penelitian sebelumnya yang menunjukan bahwa semakin banyak dan rapat jarak antar lintasan, semakin besar perolehan nilai magneto-impedansi (Prastyo, 2017).

Lapisan tipis multilayer $[NiFe/Cu]_N$ dibentuk dengan melapisi subtrat PCB Cu dengan larutan NiFe selama 200 detik dan larutan Cu selama 25 detik menggunakan metode elektrodeposisi. Variasi *layer* dan ketebalan pada PCB Cu yang digunakan pada penelitian ini adalah N=5,6,7,8 dengan struktur masing-masing layer ditunjukkan oleh Gambar 1(b).



Gambar 1. (a) Substrat PCB Cu dengan pola *meander* dan (b) struktur multilayer $[NiFe/Cu]_N$.

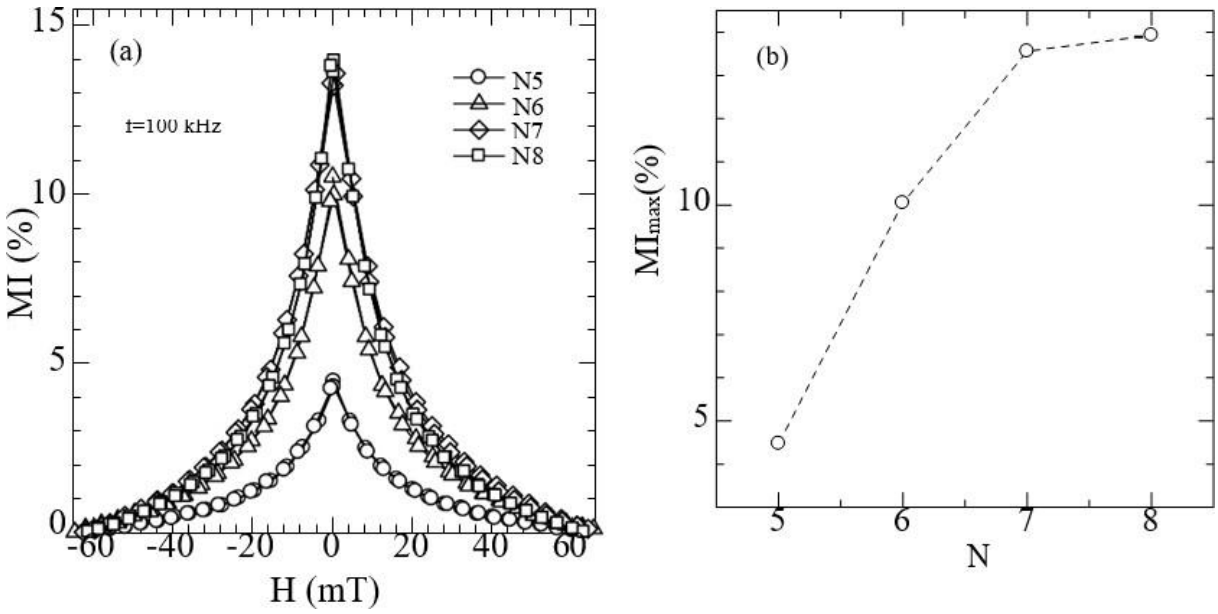
Proses elektrodeposisi multilapisan $[NiFe/Cu]_N$ dilakukan di suhu ruang. Proses penumbuhan elektrodeposisi NiFe dan Cu dilakukan berulang-ulang untuk menghasilkan multilayer pada substrat. Sampel substrat PCB Cu yang telah dideposisi tersebut dikarakterisasi MI untuk mencari nilai sensitifitasMI dengan skema pengukuran yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema pengukuran sensitifitas MI

Substrat PCB Cu dengan multilayer $[NiFe/Cu]_N$ N = 5,6,7, and 8 diletakkan di tengah kumparan Helmholtz. Proses tersebut dilakukan untuk mengukur nilai resistansi (R) dan reaktansi (*X)* pada sampel substrat untuk setiap perubahan medan luar (H_{eks}) yang diberikan. Pengukuran magneto-impedansi dilakukan menggunakan frekuensi rendah dengan rentang 20-100 kHz. Nilai MI yang dihasilkan tersebut akan diplot untuk mendapatkan nilai sensitifitas MI.

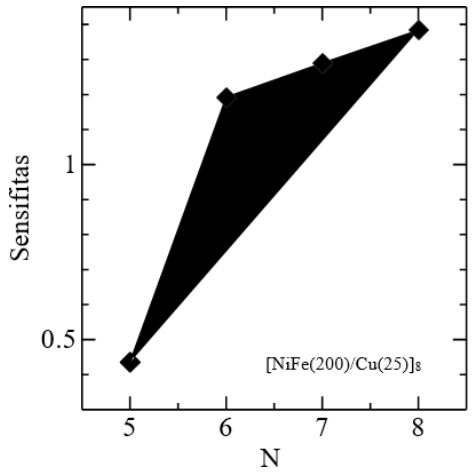
Hasil dan Pembahasan



Gambar 3. (a) Kurva rasio magneto-impedansi terhadap medan magnet dengan variasi ketebalan multilapisan (N=5,6,7,8) (b) Grafik pengaruh konfigurasi ketebalan (N) terhadap rasio magneto-impedansi

Gambar 3(a) meunjukan kurva rasio magneto-impedansi yang dipengaruhi oleh variasi jumlah multilapisan (N) pada frekuensi100 kHz. Kurva memiliki bentuk indentik dengan nilai rasio magneto–impedansi yang berbeda-beda. Ketika variasi jumlah multilapisan terkecil (N=5), sebesar 4,44% hingga pada variasi jumlah multilapisan terbesar (N=8), sebesar 13,93%. Dapat dikatakan bahwa semakin banyak jumlah N multilapisan maka semakin besar pula perolehan rasio magneto–impedansi dan dapat dilihat pada Gambar 3(b). Hal ini membuktikan pengaruh *domain wall* magnetik semakin kuat seiring bertambahnya ketebalan pada lapisan konduktif multilapisan (Phan & Peng, 2008).

Kurva digunakan untuk menentukan nilai sensivitas yang disesuaikan perhitungannya dengan Persamaan 2. Pengukuran tersebut mendapatkan hasil seperti pada Gambar 4 yang menunjukan tingkat sensifitas sensor terhadap variasi variasi jumlah multilapisan (N=5,6,7,8). Variasi jumlah multilapisan terendah memiliki sensifitas sebesar 0,44 %/mT hingga pada variasi jumlah multilapisan terbesar memiliki sensifitas sebesar 1,45 %/mT.



Gambar 4. Nilai sensitifitas MI
dengan N=5,6,7,8

Hasil pengukuran pada penelitian ini membuktikan bahwa variasi jumlah multilapisan yang paling banyak N=8 menunjukkan nilai sensitifitas yang lebih besar dibandingkan dengan multilapisan yang dilakukan pada penelitian ini. Dengan demikian variasi jumlah multilapisan terbesar (N=8) dindikasikanlebih mampu memberikan hasil optimal sebagai biosensor magnetik.

Kesimpulan

Sensitifitas sensor multilayer $[NiFe/Cu]_N$ pada susbtrat PCB Ci telah dimodifikasi untuk mencari nilai sensitifitas tertinggi. Pada semua modifikasi menghasilkan hubungan berbanding lurus antara magneto-impedansi dan ketebalan lapisan MI. Jumlah perulangan *N* pada substrat MI mempengaruhi nilai MI yang dihasilkan. Semakin bertambahnya ketebalan substrat, maka nilai MI yang dihasilkan juga meningkat. Peningkatan nilai MI berpengaruh pula pada sensitifitas MI. Sensitifitas MI mencapai nilai tertinggi ketika jumlah lapisan terbanyak digunakan untuk menentukan nilai MI. Sensitifitas tertinggi pada penelitian ini diperoleh 1,45 %/mT pada N=8.

Daftar Pustaka

L. V. Panina, K. Mohri, Magneto-impedance in multilayer films, Sensors and Actuators A : Physical.,Vol. 81 (2000) 71-77.

G. S. Donald, S. Gerhard, P. Fabrice, J. Brice, K. Tanay, B. Shekhar, Review of On-Chip Inductor Structures With Magnetic Field, IEEE Transactions on Magnetics., Vol. 45 (2009) 4760-4766.

K. Mohri, T. Kohsawa, K. Kawashima, H. Yoshida, L. Panina, Magneto-inductive effect (MI effect)in amorphous wires, IEEE Transactions on Magnetics., Vol (28) 3150-3152.

Y. Honkura, Development of amorphous wire type MI sensors for automobile use, Journal ofMagnetism and Magnetic Materials., Vol 249 (2002) 375-381.

J. Llandro, J. J. Palfreyman, A. Lonescu, C. H.W. Barnes, C, Magnetic biosensor technologies for medical applications : a review. Medical and Biological Engineering and Computing, Vol. 48 (2010) 977-998.

K. Fodil, M. Denoual, C. Dolabdjian, A. Treizebre, V. Senez, In-flow detection of ultra-small magnetic particles by an integrated giant magnetic impedance sensor, Applied Physics Letters., Vol. 108(2016) 173701.

N. A. Buznikov, A. P. Safronov, I. Orue, E. V. Golubeva, V. N. Lepalovskij, A. A. Chlenova, G. V. Kurlyandskaya, Modelling of magneto-impedance response of thin film sensitive element in the presence of ferrogel : Next step toward development of biosensor for in-tissue embedded magnetic nanoparticles detection, Biosensors and Bioelectronics., Vol. 117 (2018) 366-372.

A. Asfour, J. Nabias, P. S. Traore, J. P. Yonnet, Practical Use of the GMI Effect to Make a Current Sensor, IEEE Transactions on Magnetics., Vol. 55 (2019).

T. Wang, C. Lei, J. Lei, Z. Yang, Y. Zhou, Preparation of meander thin-film microsensor and investigation the influence of structural parameters on the giant magnetoimpendance effect, Applied Physiscs A., Vol. 109 (2012) 205-211.

W. E. Prastyo, F. Maulana, N. Nuryani, B. Purnama, Magneto-impedance in Multilayered $[NiFe_{80}/Cu_{20}]_4$ with modification of the line-length pattern on Cu printed circuit board. Journal of Physics : Conference Series 909 (2017) 012030.

Z. Zhong, H. Zhang, Y. Jing, X. Tang, S. Liu, Magnetic microstructure and magneto-impedance effect in NiFe/FeA1N multilayers films, Sensors and Actuators A: Physical., Vol. 141 (2008) 29 – 33.

M. Amiruddin, U. Utari, P. Budi, Fenomena Magneto-impedansi untuk Frekuensi Rendah pada Multilayer [Ni80Fe20/Cu]N Hasil Elektro-deposisi, Jurnal Fisika dan Aplikasinya., Vol. 10 (2014) 95- 98.

J. Beato-Lopez, J. I. Perez-Landazabal, C. Gomez Polo, Magnetic nanoparticle detection method employing non-linear magneto-impedance effects, Journal of Applied Physics., Vol. 121 (2017) 163901-5.

Y. H. Ding, K. Xue, W. Y. Wang, & X. Ma, Influence of Aspect Ratio on Giant Magneto-impedance Effect for Fe67Co18Si11B4 Amorphous Ribbons. Acta Metallurgica Sinica (English Letters), Vol. 30 No.12(2017) 1236–1242.

D. Jagannath, R. Alejandro, M. Pritish, S. Hariharan, P. H. Manh, Magneto-impedance With Enhanced Sensitivity for Highly Sensitive Detection of Nanomag-D Beads, IEEE Transactions on Magnetics, Vol 49 No. 7(2013) 4060-4063.

H. Kikuchi & C. Sumida, Incident Power Influence on Magneto-impedance Element With Domain- Wall Resonance. IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 54 No. 11(2018) 1–5.

M. H. Phan & H. X. Peng, Giant magneto-impedance materials: Fundamentals and applications. Progress in Materials Science, Vol. 53 No. 2 (2008) 323–420.