REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SERTIFIKAT PATEN

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten	: LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS TADULAKO Kampus Bumi Tadulako Tondo
Untuk Invensi dengan Judul	: BAHAN FEROMAGNETIK NIKEL YANG DIDEPOSISI DENGAN TEKNIK MAGNETOELEKTROLISIS UNTUK ALAT SENSOR MEDAN MAGNET
Inventor	: Dr. Jusman Mansyur, M.Si Sarintan N. Kaharu, M.Si
Tanggal Penerimaan	: 21 November 2014
Nomor Paten	: IDP000060392
Tanggal Pemberian	: 05 Juli 2019

Perlindungan Paten untuk invensi tersebut diberikan untuk selama 20 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 22 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

(12) PATEN INDONESIA

(19) DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

(11) IDP000060392 B

(45) 05 Juli 2019

(51) Klasifikasi IPC[8] : G 01R 33/09(2006.01), H 01F 10/14(2006.01), G 11B 5/39(2006.01)

(21) No. Permohonan Paten : P00201407253

(22) Tanggal Penerimaan: 21 November 2014

(30) Data Prioritas :
(31) Nomor (32) Tanggal (33) Negara

(43) Tanggal Pengumuman: 10 Juli 2015

(56) Dokumen Pembanding:
US6036833
WO03104830

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS TADULAKO
Kampus Bumi
Tadulako Tondo

(72) Nama Inventor :
Dr. Jusman Mansyur, M.Si, ID
Sarintan N. Kaharu, M.Si, ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

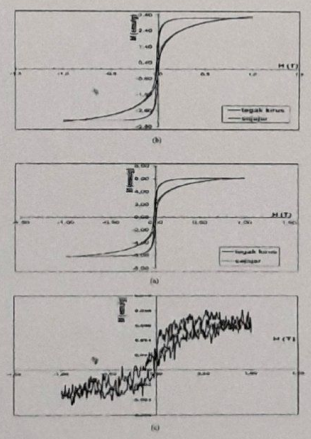
Pemeriksa Paten : Ir. Dara Mutia

Jumlah Klaim : 4

Judul Invensi : BAHAN FEROMAGNETIK NIKEL YANG DIDEPOSISI DENGAN TEKNIK MAGNETOELEKTROLISIS UNTUK ALAT SENSOR MEDAN MAGNET

Abstrak :

Invensi ini berhubungan dengan lapisan tipis bahan feromagnetik Ni yang dideposisi dengan teknik magneto-elektrolisis di atas substrat PCB (Cu) dalam larutan NiSO4. Parameter deposisi yang diterapkan adalah waktu deposisi 4 menit, pH larutan 1,47 (pada suhu 8°C), rapat arus 300 mA/cm² dan suhu larutan saat deposisi 70°C. Intesitas medan magnet yang diterapkan 3,12 mT dengan orientasi edan magnet sejajar dengan permukaan substrat. Karakteristik hasil deposisi menunjukkan bahwa teknik deposisi magneto-elektrolisis ngan parameter spesifik di atas menghasilkan lapisan tipis yang memiliki sifat magnetik yang sangat baik untuk kebutuhan pembuatan t sensor medan magnet.



Deskripsi

BAHAN FEROMAGNETIK NIKEL YANG DIDEPOSISI DENGAN TEKNIK MAGNETOELEKTROLISIS UNTUK ALAT SENSOR MEDAN MAGNET

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan parameter deposisi bahan feromagnetik nikel yang digunakan untuk aplikasi alat sensor medan magnet. Lebih khusus, bahan feromagnetik nikel tersebut dideposisi menggunakan teknik magneto-elektrolisis dengan parameter tertentu yang spesifik.

Latar Belakang Invensi

Dewasa ini proses elektrodeposisi menjadi metode yang sangat menarik untuk preparasi lapisan tipis. Cukup banyak eksperimen yang menggunakan sistem elektrodeposisi untuk menghasilkan lapisan dengan sifat listrik yang baik dan lapisan magnetik lunak untuk sistem perekam. Bahkan, elektrodeposisi banyak digunakan untuk preparasi nanostruktur.

Meskipun proses elektrodeposisi yang digambarkan dalam beberapa literatur sebagai metode yang sangat sederhana, murah dan tanpa sistem vakum *(nonvacuum-based technology)*, namun parameter-parameter deposisi sangat besar pengaruhnya terhadap sifat-sifat fisis lapisan yang diperoleh. Diperlukan studi yang sistematis dengan berbagai parameter deposisi untuk menemukan sifat-sifat fisis yang baru dan unggul.

Dalam beberapa sumber (Ganesh, *dkk, 2005;* Fahidy, *2001;* Tacken dan Jansen, 1995), deposisi logam atau paduan logam (aloi) dengan menggunakan arus listrik dan berada dalam medan magnet dikenal sebagai magnetoelektrolisis (ME) atau deposisi mengneto elektrolitik (MED). Terdapat beberapa informasi dalam literatur tersebut yang menyatakan tentang pengaruh pemberian medan magnet selama deposisi, baik terhadap sifat-sifat larutannya, transportasi massa elektrolit dan

sifat kinetik ion selama pergerakan menuju katoda. Pada umumnya, efek-efek medan magnet dikaji dengan menyelidiki struktur dan morfologi lapisan yang terbentuk dengan menerapkan medan magnet eksternal sejajar dengan permukaan lapisan.

Coey dan Hinds (2001) melaporkan bahwa medan magnet dapat digunakan selama deposisi untuk memperkaya laju deposisi spesies magnetik dan juga untuk menginduksikan aliran turbulen *(turbulent flow.* Ditemukan pula bahwa morfologi dari lapisan yang dideposisi secara radial sangat sensitif terhadap medan magnet eksternal. Hasil-hasil pengamatan dalam beberapa kasus di atas dapat dihubungkan dengan efek magnetohidrodinamik *(magnetohydrodynamic,* MHD) yang ditimbulkan oleh gaya Lorentz, karena adanya interaksi muatan yang bergerak dengan medan elektromagnetik (Ganesh, *dkk, 2005).*

Khusus untuk Ni, terdapat studi yang mengungkapkan tentang pengaruh medan magnet terhadap sifat fisis bahan tersebut. Bund, *dkk (2003)* menyelidiki pengaruh medan magnet terhadap perilaku elektrokimia dari Ni. Diperoleh bahwa peningkatan rapat arus dapat meningkatkan arus konveksi yang sesuai dengan efek *MHD*. Pengamatan terhadap formasi dari butiran halus lapisan dapat dikaitkan dengan peningkatan arus konveksi yang juga menunjukkan peningkatan laju deposisi.

Ganesh, *dkk* (2005) dengan menerapkan medan magnet yang membentuk sudut 45° terhadap permukaan elektroda, menyelidiki pengaruh orientasi medan magnet tersebut terhadap morfologi dan beberapa sifat lapisan. Hasil *Scanning Electron Microscope (SEM)* menunjukkan bahwa lapisan yang diperoleh butirannya lebih halus dengan sedikit mengandung ketidakteraturan ranah *(domain)* serta kekakasaran *(roughness)* yang ada dalam skala kecil. Sementara hasil XRD menunjukkan struktur kristalnya adalah *fcc* dengan indeks Miller yang dominan adalah (220) diikuti (111).

Invensi sebelumnya terkait deposisi lapisan tipis yang menggunakan bahan feromagnetik Ni atau campuran bahan lain dengan Ni dapat dideskripsikan secara singkat sebagai

berikut:

Paten nomor publikasi WO2003104830A1 yang berhubungan dengan alat magnetik, lebih khusus lagi tentang alat magnetik yang mencakup *exchange biased thin film. Exchange biased* disusun bersesuaian dengan invensi yang terdiri dari sebuah lapisan penyangga pada permukaan substrat, sebuah lapisan feromagnetik pada permukaan lapisan penyangga dimana magnetisasi lapisan feromagnetik berada tegak lurus terhadap bidang lapisan feromagnetik dan sebuah lapisan antiferomagnetik pada permukaan lapisan feromagnetik. Bahan penyangga terdiri dari bahan yang dipilih dari kelompok tembaga dan intan (karbon). Lapisan bahan ferromganetik terdiri dari kelompok nikel atau aloi yang mengandung nikel. Lapisan antiferomagnetik terdiri dari aloi berbasis mangan (FeMn). Bahan penyangga terdiri dari tembaga (002) atau karbon (001). Penempatan lapisan feromagnetik pada permukaan penyangga dengan metode *epitaxi*.

Paten Nomor US2470775A berhubungan dengan elektro-deposisi nikel selain cobal dan aloinya. Metode yang digunakan adalah elektrolisis sederhana dimana sejumlah paramater yang diterapkan berbeda dengan parameter paten yang diusulkan. Paten tersebut berfokus pada klaim terhadap metode deposisi yaitu, pada penggunaan arus balikan secara periodik. Paten yang mirip adalah paten Nomor US6036833A berhubungan dengan deposisi nikel dengan menerapkan pulsa arus balikan secara periodik. Selain berbeda dalam hal parameter deposisi, klaim paten tersebut tidak dikaitkan dengan karakteristik magnetik yang cocok untuk alat sensor medan magnet.

Paten yang berkaitan dengan magneto-elektrolisis adalah paten Nomor US6346180B1. Klaim paten tersebut pada sistem penanganan larutan untuk memurnikan larutan elektrolit.

Berdasarkan paten-paten di atas dan upaya penelusuran yang telah dilakukan maka dapat dinyatakan bahwa belum terdapat paten sebelumnya mengklaim parameter deposisi yang disebutkan untuk menghasilkan lapisan tipis Ni dengan karakteristik yang cocok untuk alat sensor medan magnet.

Studi pendahuluan yang telah dilakukan, yaitu telah

berhasil dideposisi lapisan tipis bahan feromagnetik Ni dengan menggunakan larutan $NiSO_4$ pada substrat PCB berlapis tembaga (Cu) pada parameter terbaik, yaitu: rapat arus 300 mA/cm^2 dan temperatur larutan 70°C dan pH larutan 1,47. Terdapat puncak difraksi pada sudut 2θ: 44,1°; 51,5° dan 76,1° dengan orientasi kristal yang dominan adalah juga (111) diikuti (200). Difraktogram-difraktogram dari studi tersebut sangat tajam dan lebih baik jika dibandingkan terhadap difraktogram pada penelitian dengan metode evaporasi vakum yang dilakukan oleh Jusman (1999).

Invensi ini merupakan pengembangan dari studi yang telah dilakukan yang mencakup deposisi dan karakterisasi lapisan tipis bahan feromagnetik Ni. Dalam hal ini, dilakukan modifikasi terhadap sistem elektrodeposisi yang sudah ada menjadi sistem magnetoelektrolitik melalui penambahan sumber medan magnet eksternal. Tujuan invensi ini adalah menyediakan lapisan tipis Ni untuk aplikasi alat sensor medan magnet dengan koersivitas dan remanen yang sangat rendah. Lapisan tipis tersebut dideposisi dengan menerapkan parameter-parameter deposisi yang sangat spesifik dan diperoleh dari proses optimasi yang bertahap.

Uraian Singkat Invensi

Sebagaimana yang disampaikan pada latar belakang bahwa pada invensi ini menyediakan parameter deposisi lapisan tipis bahan feromagnetik Ni. Pada invensi ini, lapisan tipis Ni dideposisi menggunakan larutan NiSO4 di atas substrat PCB (Cu) sehingga sampel yang dihasilkan merupakan lapisan ganda. Parameter deposisi yang diterapkan menggunakan waktu deposisi 4 menit, pH larutan 1,47 (pada suhu 28°C), rapat arus 300mA/cm^2 dan suhu larutan 70°C. Intesitas medan magnet yang diterapkan 3,12 mT dengan orientasi medan magnet sejajar dengan permukaan substrat. Lapisan tipis yang diperoleh selanjutnya dianalisis kurva histeresisnya dengan menggunakan *loop tracer* yang bekerja berdasarkan prinsip *vibrating sample magnetometer* (VSM). Kurva histeresis memberikan informasi tentang sifat magnetisasi, yaitu nilai magnetisasi jenuh

sebesar 3,2 emu/g (setelah koreksi massa), remanen mendekati nol dan koersivitas sebesar 1,0 T dimana sampel tersebut bersifat isotrop untuk dua arah medan magnet eksternal.

Uraian Singkat Gambar

Untuk memudahkan pemahaman mengenai inti invensi ini, selanjutnya akan diuraikan perwujudan invensi melalui gambar-gambar terlampir, yang merupakan kurva histeresis untuk sampel lapisan tipis Ni, dimana:

Gambar 1a adalah kurva histeresis hasil deposisi dengan parameter yang telah disebutkan.

Gambar 1b kurva histeresis hasil deposisi dengan parameter yang telah disebutkan tetapi tanpa medan magnet.

Gambar 1c adalah kurva untuk substrat, sebagai pembanding.

Uraian Lengkap Invensi

Dewasa ini, kebutuhan terhadap sensor termasuk sensor medan magnet yang terhubung dan berbasis komputer semakin meningkat. Namun, penyediaan alat sensor medan magnet yang handal dengan karakteristik remanen yang rendah, magnetisasi jenuh yang tinggi dan koersivitas yang rendah membutuhkan penelitian yang tidak mudah. Beragam metode ditempuh untuk menghasilkan lapisan tipis yang cocok sebagai basis sensor medan magnet tersebut. Salah satu metode yang sederhana diterapkan untuk deposisi lapisan tipis adalah melalui elektrolisis. Metode elektrolisis ini juga berkembang seiring ditemukannya bahan-bahan magnetik yang cocok untuk mendukung penyediaan sensor medan magnet.

Berdasarkan temuan-temuan terdahulu, dikembangkan metode elektrolisis dengan melakukan penambahan medan magnet eksternal yang berperan sebagai pengendali orientasi domain magnetik lapisan saat deposisi berlangsung. Cara ini dikenal sebagai magneto-elektrolisis. Dalam hal ini, metode tersebut diterapkan pada deposisi lapisan tipis Ni.

Lapisan tipis Ni dideposisi menggunakan larutan $NiSO_4$ di atas substrat PCB (Cu). Parameter deposisi yang diterapkan menggunakan waktu deposisi 4 menit, pH larutan 1,47 (pada suhu 28°C), rapat arus 300mA/cm^2. Selama deposisisi, larutan dipanaskan pada suhu 70°C dengan memberikan medan magnet dimana intesitas medan magnet yang diterapkan 3,12 mT dengan orientasi medan magnet sejajar dengan permukaan substrat.

Lapisan tipis yang diperoleh selanjutnya dianalisis kurva histeresisnya dengan menggunakan *loop tracer* yang bekerja berdasarkan prinsip *vibrating sample magnetometer* (VSM). Setelah sampel diperoleh, selanjutnya sampel tersebut dikarakterisasi sifat magnetiknya dengan berfokus pada analisis kurva histeresis yang memberikan informasi sifat magnetisasi, magnetisasi jenuh, remanen, koersvitas dan isotropi.

Analisis histeresis menggunakan *histeresis loop tracer* yang bekerja berdasarkan prinsip VSM. Untuk memastikan perbedaan lapisan tipis yang terbentuk melalui teknik ini, analisis kurva histeresis juga dilakukan terhadap lapisan tipis yang diperoleh melalui teknik konvensional dan substrat.

Kurva histeresis memberikan informasi tentang sifat magnetisasi, yaitu nilai magnetisasi jenuh sebesar 3,2 emu/g (setelah koreksi massa), remanen mendekati nol dan koersivitas sebesar 1,0 T dimana sampel tersebut bersifat isotrop untuk dua arah medan magnet eksternal. Magnetisasi jenuh (Ms) dalam arah medan magnet tegak lurus relatif sama dengan Ms dalam arah paralel bidang lapisan. Namun, magnetisasi remanen (Br) dalam arah paralel lebih besar daripada tegak lurus. Besar remanen untuk kedua arah tersebut sangat rendah. Dalam daerah sebelum magnetisasi jenuh tercapai, lapisan tipis Ni memiliki sensitivitas magnetisasi yang tinggi dalam arah paralel dibanding arah tegak lurus. Magnetisasi jenuh lebih tinggi daripada magnetisasi jenuh untuk sampel yang dideposisi dengan teknik elektrolisis konvensional. Koersivitas intrinsik H_{ci} (medan balikan untuk menghasilkan M = 0) untuk kedua teknik adalah relatif sama. Nilai koersivitas sangat rendah dimana Nilai Br dan H_{ci} yang membentuk kurva sangat ramping (kurus) untuk dua arah yaitu arah paralel dan tegak lurus, dimana

berarti bahwa sampel bersifat isotropi untuk dua arah medan magnet. Sampel dengan bentuk kurva histeresis seperti ini cocok untuk digunakan untuk alat sensor medan magnet. Untuk aplikasi sebagai sensor maka arah medan magnet eksternal yang disarankan berdasarkan data di atas adalah sejajar bidang lapisan.

Klaim

1. Suatu lapisan nikel yang dapat digunakan sebagai alat sensor medan magnet yang dicirikan dengan parameter deposisi yang spesifik untuk menghasilkan lapisan tipis Ni, yaitu:
   a. waktu deposisi selama 4 menit,
   b. pH larutan 1,47 (pada suhu 28°C),
   c. rapat arus 300 mA/cm^2,
   d. suhu larutan saat deposisi 70°C,
   e. intesitas medan magnet yang diterapkan 3,12 mT

   dengan orientasi medan magnet sejajar dengan permukaan substrat.

2. Suatu lapisan tipis nikel yang dapat digunakan sebagai alat sensor medan magnet sesuai Klaim 1, dimana memiliki nilai magnetisasi jenuh sebesar 3,2 emu/g, remanen mendekati nol dan koersivitas sebesar 1,0 T dimana sampel tersebut bersifat isotrop untuk dua arah medan magnet eksternal.

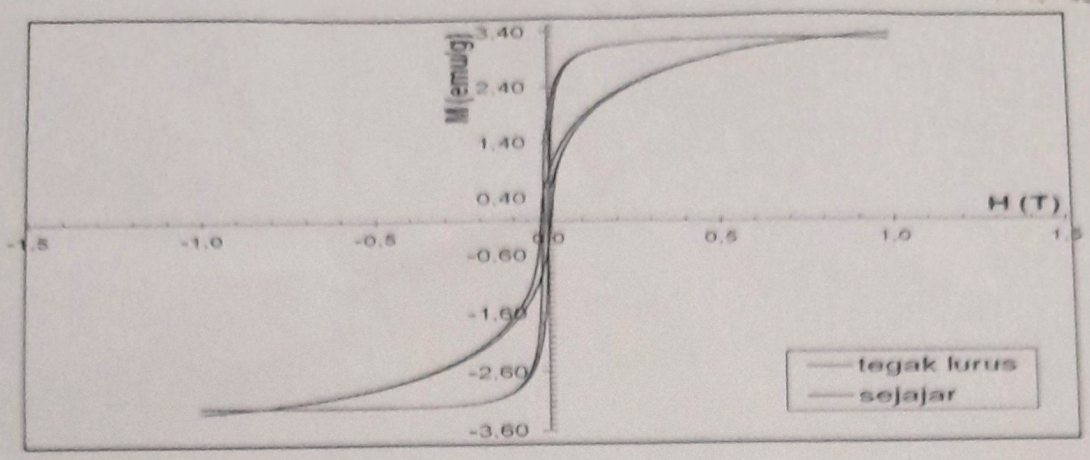
3. Suatu lapisan tipis nikel yang dapat digunakan sebagai alat sensor medan magnet sesuai Klaim 1, dimana pada daerah sebelum magnetisasi jenuh tercapai, sensitivitas magnetisasi arah paralel lebih tinggi daripada arah tegak lurus.

4. Suatu lapisan tipis nikel yang dapat digunakan sebagai alat sensor medan magnet sesuai Klaim 1, dimana magnetisasi jenuh lebih tinggi daripada magnetisasi jenuh untuk sampel yang dideposisi dengan teknik elektrolisis konvensional.

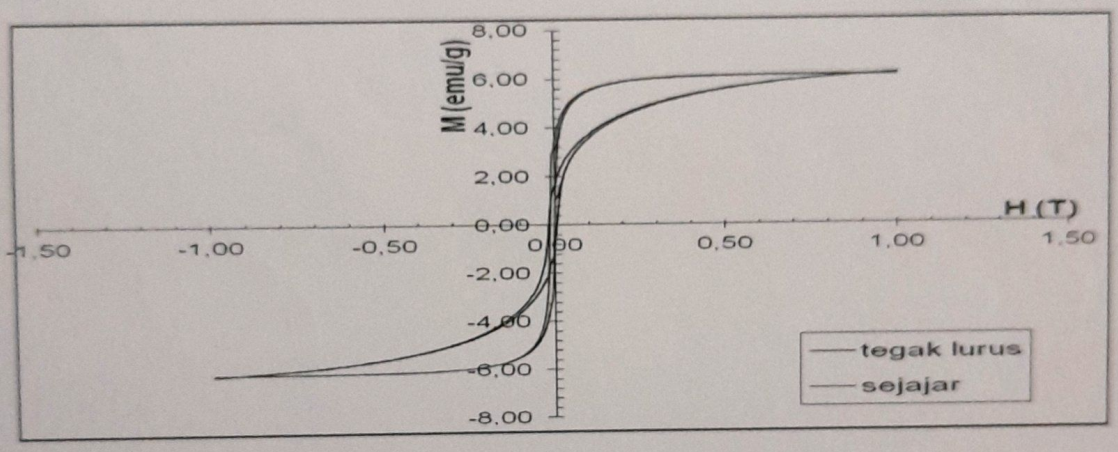
Abstrak

BAHAN FEROMAGNETIK NIKEL YANG DIDEPOSISI DENGAN TEKNIK MAGNETOELEKTROLISIS UNTUK ALAT SENSOR MEDAN MAGNET

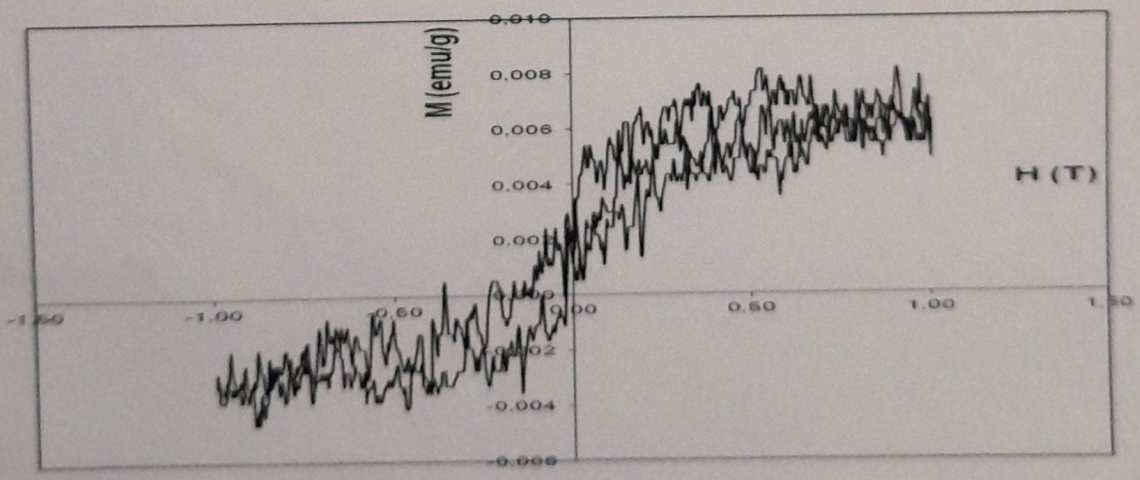
Invensi ini berhubungan dengan lapisan tipis bahan feromagnetik Ni yang dideposisi dengan teknik magneto-elektrolisis di atas substrat PCB (Cu) dalam larutan $NiSO_4$. Parameter deposisi yang diterapkan adalah waktu deposisi 4 menit, pH larutan 1,47 (pada suhu 28°C), rapat arus 300 mA/cm^2 dan suhu larutan saat deposisi 70°C. Intesitas medan magnet yang diterapkan 3,12 mT dengan orientasi medan magnet sejajar dengan permukaan substrat. Karakteristik hasil deposisi menunjukkan bahwa teknik deposisi magneto-elektrolisis dengan parameter spesifik di atas menghasilkan lapisan tipis yang memiliki sifat magnetik yang sangat baik untuk kebutuhan pembuatan alat sensor medan magnet.


M (emu/g)
3.40
2.40
1.40
0.40
-0.60
-1.60
-2.60
-3.60
H (T)
-1.5
-1.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
tegak lurus
sejajar

(a)


M (emu/g)
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
-2,00
-4,00
-6,00
-8,00
H (T)
-1,50
-1,00
-0,50
0,00
0,50
1,00
1,50
tegak lurus
sejajar

(b)


M (emu/g)
0.008
0.006
0.004
-0.004
H (T)
-1.00
-0.50
0.00
0.50
1.00

(c)

Gambar 1