

# Pengaruh Tekanan Sputtering terhadap Sifat Magnetik Lapisan Tipis CoSm

Saktioto, Erwin, Defrianto dan Hera Didana

Jurusan Fisika FMIPA- Universitas Riau Pekanbaru 28293

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang morfologi khususnya kekerasan dari lapisan tipis campuran CoSm menggunakan *Atomic Force Microscopy* (AFM) dan hubungannya dengan sifat magnetik dari sampel (Cobalt-Samarium) seperti interaksi antar partikel magnetik dengan menggunakan *Alternating Gradient Force Magnetometry* (AGFM). Sampel yang digunakan adalah campuran Cobalt-Samarium yang telah di buat di Salford University, United Kingdom dengan metode *Sputtering*. Daya *sputtering* untuk Cobalt yaitu 150 Watt sementara daya untuk Samarium 30 Watt, sedangkan tekanan *sputtering* divariasikan dari  $4 \times 10^{-3}$  mbar sampai  $20 \times 10^{-3}$  mbar. Hasil pengukuran kekasaran permukaan dari lapisan tipis CoSm dengan menggunakan AFM menunjukkan nilai kekasaran bertambah dengan bertambahnya tekanan *sputtering* yaitu 2,2 nm, 3,1 nm, 3,2 nm, 5,3 nm, 5,8 nm untuk variasi tekanan  $4 \times 10^{-3}$  mbar,  $8 \times 10^{-3}$  mbar,  $12 \times 10^{-3}$  mbar,  $16 \times 10^{-3}$  mbar,  $20 \times 10^{-3}$  mbar. Pertambahan kekasaran ini disebabkan karena penambahan tekanan pada saat pembuatan sampel (Cobalt-Samarium) sehingga menyebabkan jumlah tumbukan yang terjadi antara atom Cobalt dan Samarium dengan atom argon sebagai gas *sputtering* juga meningkat, karena atom Samarium lebih berat dari atom Cobalt maka atom Samarium lebih banyak sampai di substrat (silikon) dibandingkan atom Cobalt. Kondisi ini juga akan mempengaruhi sifat magnetik dari sampel (Cobalt-Samarium) khususnya nilai koersivitas akan menurun dengan bertambahnya tekanan *sputtering*. Nilai koersivitas dari lapisan tipis CoSm menurun dari 1821,1 Oe sampai 342,35 Oe ketika tekanan *sputtering* saat sampel dibuat diturunkan dari  $4 \times 10^{-3}$  mbar sampai  $20 \times 10^{-3}$  mbar.

**Key words :** *coercivity, magnetisasi, tekanan, sputtering dan remanence*

## PENDAHULUAN

Lapisan tipis yang unsur utamanya terbuat dari cobalt (cobalt-based) adalah salah satu media penyimpanan data secara magnetik yang mampu menyimpan data lebih besar pada saat ini. Kemampuan yang tinggi ini disebabkan oleh karena bahan tersebut memiliki nilai magnetocrystalline anisotropy dan coercivity yang tinggi. Sebagai contoh lapisan tipis CoPtCr merupakan bahan media penyimpanan data yang potensial dan merupakan subjek dari penelitian saat ini (Sanders, 1989). Selain memiliki sifat ini, agar media ini dapat menyimpan data dengan kapasitas besar maka media tersebut harus memiliki ukuran butiran magnetik kecil dari 10 nm dan memiliki interaksi antar butiran magnetik yang kecil. (Doerner, 2000). Interaksi antara partikel magnetik dalam lapisan tipis telah dipelajari secara intensif oleh Yogi (Yogi, 1991). Dalam penelitian ditunjukkan bahwa perbandingan antara signal dan noise (signal to noise ratio) dapat diturunkan. Penurunan nilai ini disebabkan oleh karena penurunan nilai interaksi diantara partikel-partikel magnetik dalam lapisan tipis. Penurunan nilai interaksi ini dapat dilakukan melalui pemisahan partikel magnetik dengan menggunakan bahan non magnetik seperti platium, chromium, samarium atau godolinium dalam thin film tersebut. Campuran logam transisi dan lantanida (Cobalt-samarium) dalam bentuk lapisan tipis adalah material potensial untuk media penyimpanan data magnetik yang berkapasitas tinggi.

Dalam media penyimpan data magnetik sudah menjadi hal biasa untuk data noise dikorelasikan dengan data magnetik dengan mengukur squareness dari hysteresis loop dari thin film. Penurunan dari nilai noise dalam media penyimpan data magnetik disebabkan oleh penurunan dari nilai loop squareness. Karena sumber dari media noise disebabkan oleh sifat reversal cooperative dari butiran atau partikel magnetik, maka teknik seperti interaksi partikel ( $\Delta M$ ) yang dikembangkan oleh Kelly (Kelly et. al, 1989) digunakan untuk mempelajari hubungan antara interaksi magnetik dan noise.

Dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh tekanan sputtering terhadap interaksi partikel magnetik dalam lapisan tipis cobalt-samarium yang dibuat dengan menggunakan teknik sputtering melalui variasi tekanan dalam ruang sputtering.

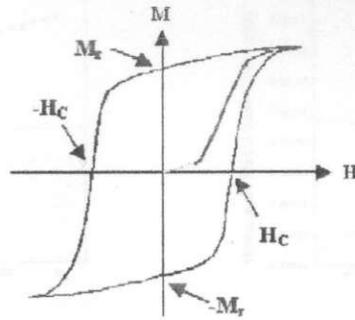
## METODOLOGI PENELITIAN

Sampel yang digunakan adalah cobalt samarium dengan komposisi  $\text{Co}_{80}\text{Sm}_{20}$  dalam bentuk lapisan tipis dengan ketebalan dalam orde  $\text{\AA}$  ( $400 \text{\AA} - 1000 \text{\AA}$ ). Sampel ini dibuat berdasarkan variasi tekanan. Teknik yang digunakan untuk membuat sampel adalah teknik sputtering. Sampel yang digunakan dalam di Laboratorium Joule Department of Physics, Salford University England, UK. Pengukuran kekasaran dari permukaan sampel dilakukan dengan menggunakan *Atomic Force Microscopy* (AFM) yang ada di laboratorium Fisika Jurusan Fisika FMIPA Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Data tentang sifat magnetic dari sample berupa hubungan antara medan magnetic yang digunakan dengan magnetisasi diukur dengan menggunakan Alternating Gradient Force Magnetometry (AGFM) yang ada di Laboratorium Joule Department of Physics Salford University, UK.

Pengukuran sifat magnetik dari sampel dengan menggunakan Alternating Gradient Force Magnetometry (AGFM). Data yang diperoleh dalam pengukuran ini berupa data medan magnet yang digunakan versus nilai  $M_{DCD}$  dan medan magnet yang di peroleh versus  $M_{IRM}$ . Data ini tersusun dalam bentuk data base. Selanjutnya di tentukan nilai  $\overline{M}_{DCD}$  dan  $\overline{M}_{IRM}$ . Dalam hal ini  $\overline{M}_{DCD}$  adalah nilai dari  $M_{DCD}$  di bagi dengan nilai  $M_{DCD}$  tertinggi dan dimasukkan dengan  $\overline{M}_{DCD}$  ternormalisasi. Dengan cara yang sama untuk mendapatkan nilai  $\overline{M}_{IRM}$  ternormalisasi maka dilakukan cara yang sama dengan  $M_{DCD}$ . Selanjutnya nilai  $M_{DCD}$  dan  $M_{IRM}$  yang di peroleh digunakan untuk menghitung nilai interaksi antar partikel magnetik dalam sampel dengan menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2. Dari data yang diperoleh diatas dapat ditulis nilai interaksi antar butiran-butiran magnetik dalam sampel.

## TEORI

Ketika medan magnetik luar diberikan pada bahan ferromagnetik seperti besi (Fe) maka momen magnetik yang ada dalam bahan tersebut akan menyelaraskan dari medan magnet tersebut. Apabila medan magnet luar tersebut dihentikan ( $H=0$ ) maka sebagian dari momen tidak kembali kebentuk semula maka material ini dinamakan termagnetisasi. Suatu bahan ferromagnetik apabila sudah termagnetisasi maka bahan tersebut akan tetap termagnetisasi untuk selamanya. Untuk membuat bahan tersebut kembali sifat semula (demagnetisasi) maka bahan tersebut memerlukan medan magnet yang berlawanan arah. Medan magnet sebelumnya ini merupakan efek yang dapat memberikan sifat memori dalam hardisk atau CD. Hubungan antara kuat medan magnet ( $H$ ) dan magnetisasi ( $M$ ) untuk bahan ferromagnetik seperti ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Hysteresis loop dari bahan ferromagnetik

Ketika medan magnet luar diperbesar maka kurva magnetisasinya ditunjukkan dengan warna ungu dalam gambar 1. yang disebut dengan kurva magnetisasi mula-mula. Grafik ini naik dengan cepat ketika medan magnet luar dinaikkan dan mencapai keadaan saturasi (seluruh momen magnetik dalam sampel sudah searah dengan medan magnet luar). Jika medan magnet luar dikurangi maka kurva magnetisasi tidak mengikuti kurva magnetisasi mula-mula, tetapi mengikuti lintasan yang berbeda seperti ditunjukkan pada gambar 1. Ketika medan magnet luar sama dengan nol ( $H=0$ ) maka magnetisasi tidak menuju nol tetapi memiliki nilai tertentu dan itu dinamakan dengan remanance. Ketika medan magnet luar diperbesar dalam arah negatif maka magnetisasi menuju nol yang disebut dengan coercivity ( $H_c$ ). Jika hubungan  $H$  dan  $M$  di plot untuk seluruh nilai medan magnet yang digunakan menghasilkan sebuah loop dan loop ini disebut dengan hysteresis loop.

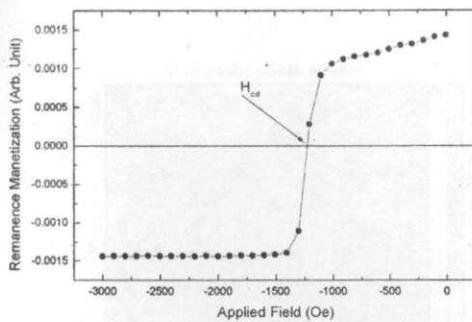
Interaksi antara partikel magnetik dalam lapisan tipis menunjukkan bahwa perbandingan antara signal dan noise dapat diturunkan (diperkecil). Penurunan nilai ini disebabkan oleh karena penurunan nilai interaksi magnetik diantara partikel-partikel magnetik dalam lapisan tipis (Yogi, 1991). Menurut (Doerner et al. 2000) media penyimpan data yang memiliki kapasitas yang tinggi dan noise yang rendah membutuhkan material yang terdiri dari butiran-butiran magnet yang kecil sekitar 10 nm atau kurang dan memiliki *magnetocrystalline anisotropi* yang tinggi. Untuk mendapatkan sifat-sifat ini maka lapisan tipis harus dibuat sedemikian rupa sehingga bisa didapatkan ukuran yang diinginkan dari butiran-butiran lapisan tipis tersebut.

Dalam pengukuran dc demagnetisasi (DCD) mula-mula sampel di magnetisasikan ke arah negatif sampai mengalami keadaan saturasi. Setelah mencapai keadaan saturasi maka medan magnet nya di catat atau direkam, kemudian setelah itu medan magnetnya dikurangi dalam range tertentu misalnya pada range 100 Oe, selanjutnya setiap pengurangan medan magnet tersebut, maka nilai magnetisasi remananya dicatat yang diukur sebagai fungsi dari pertambahan medan magnet yang digunakan ke arah positif.

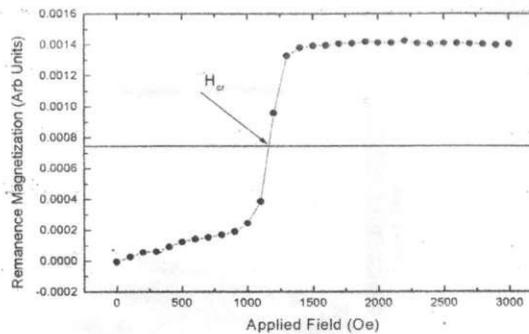
Menurut (Wohlfarth, 1947) untuk butiran berdomain tunggal yang tidak berinteraksi satu dengan yang lainnya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$M_{DCD}(H) = 1 - 2M_{IRM}(H) \quad (1)$$

Grafik yang diperoleh dari proses DCD dapat dilihat pada gambar 2



(a)



(b)

**Gambar 2.** (a) Magnetisasi Remanan (DCD) dan (b) Isotermal Remanan Magnetisasi (IRM) (Erwin, 2004)

Untuk kasus interaksi (Kelly et al, 1989) menulis persamaan (1). berikut ini untuk memperoleh magnetud dari interaksi  $\Delta M$  menjadi:

$$\Delta M(H) = \bar{M}_{DCD}(H) - (1 - 2\bar{M}_{IRM}(H)) \quad (2)$$

Untuk pengukuran isotermal remanance magnetisasi (IRM) diukur dari sampel thin film dari keadaan demagnetisasi. Medan magnet dinaikkan ke nilai tertentu misalnya pada titik 100 Oe, kemudian magnetisasi remanance dicatat. Setelah itu medan magnet dikembalikan ke nol. Selanjutnya medan magnet dinaikkan ketinggian yang lebih tinggi misalnya 200 Oe, kemudian magnetisasi remananya juga dicatat. Setelah itu medan magnet kembali ke nol. Dengan cara yang sama medan magnet dinaikkan secara terus menerus dengan mencatat dari setiap nilai remanance magnetisasinya untuk kenaikan sebelum medan magnet dibawa ke nol. Proses ini direkam sebagai fungsi peningkatan medan magnet yang digunakan hingga saturasi remanan tercapai. Grafik yang dihasilkan dari pengukuran ini berupa kurva antara medan magnet yang digunakan VS magnetisasi remanance yang di tunjukkan pada gambar 3

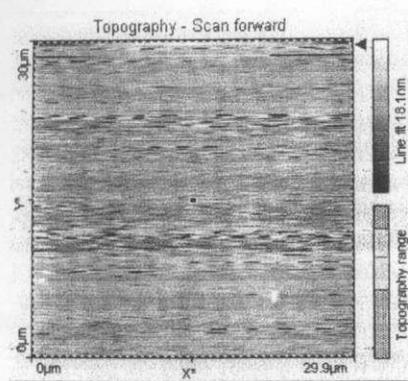
Perbedaan nilai antara  $M_d(H)$  dan  $M_r(H)$  dijelaskan dalam persamaan (2) menunjukkan interaksi alamiah antar butiran magnetik di dalam sampel (thin film). Nilai dari efek interaksi ini bisa bernilai positif dan negatif tergantung pada tipe interaksi yang terjadi. Nilai  $\Delta M$  berniali positif artinya nilai interaksinya stabil. Dalam hal ini interaksi disebabkan oleh couple di antara butiran magnetik dalam sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

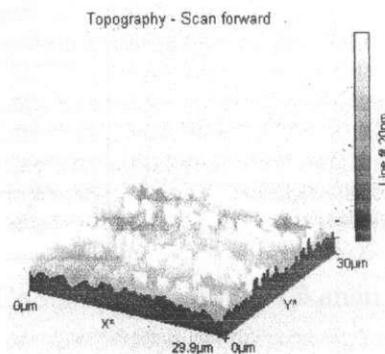
Hasil pengukuran kekasaran permukaan sampel sebagai fungsi tekanan sputtering dari campuran cobalt samarium (CoSm) dengan menggunakan *Atomic Force Microscope* (AFM) ditampilkan dalam bentuk 2 dan 3 dimensi. Gambar berikut ini hanya ditampilkan 2 hasil pengukuran yaitu untuk tekanan paling rendah dan paling tinggi yang dilakukan dalam experiment ini. Daya sputtering untuk cobalt yaitu 150 Watt sementara daya untuk Samarium 30 Watt.

Sampel sebelumnya yaitu pada gambar 1. Kekasaran rata-rata permukaan sampel yang dibuat pada tekanan  $20 \times 10^{-4}$  mbar adalah 2.8 nm. Pada permukaan sampel ini terlihat dengan jelas bahwa warna putih jauh lebih dominan dibandingkan dengan warna gelap. Ini berarti bahwa permukaan sampel jauh lebih kasar dibandingkan dengan sampel yang dibuat pada tekanan lebih dari  $20 \times 10^{-4}$  mbar.

Grafik antara tekanan sputtering sampel dengan terdapat nilai kekasaran ditunjukkan pada gambar 2.

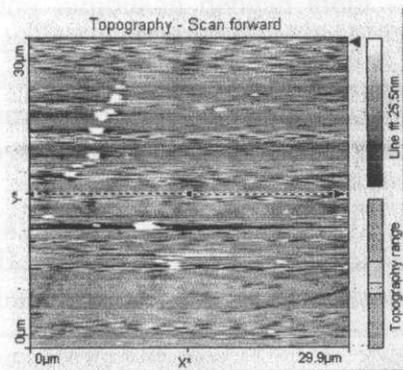


(a)

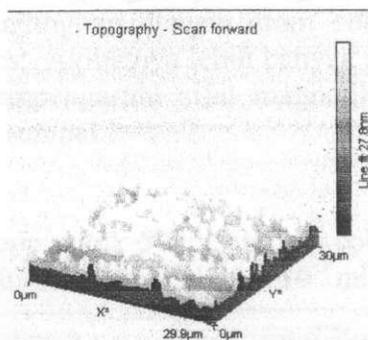


(b)

**Gambar 3.** Hasil AFM untuk lapisan tipis cobalt samarium (CoSm) dengan tekanan  $4 \times 10^{-3}$  mbar dalam (a) dua dimensi (2-D) dan (b) tiga dimensi (3-D).



(a)



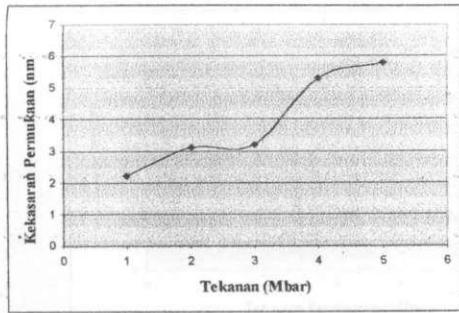
(b)

**Gambar 4.** Hasil AFM untuk lapisan tipis CoSm dengan tekanan  $20 \times 10^{-3}$  mbar dalam (a) dua dimensi (2-D) dan (b) tiga dimensi (3-D).

Gambar 3 menunjukkan hasil pengukuran kekasaran permukaan dari lapisan tipis CoSm dalam bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi yang diamati menggunakan *Atomic Force Microscope* (AFM). Pada gambar ini kekasaran permukaan sampel ditandai dengan menggunakan dua warna, yaitu gelap dan terang. Daerah yang gelap menunjukkan sampel yang tipis sedangkan yang putih menunjukkan daerah atau permukaan sampel yang lebih tebal. Penampilan yang lebih jelas dari permukaan sampel dapat dilihat dalam bentuk 3 dimensi seperti ditunjukkan pada gambar 3 (b). Namun area yang gelap hanya terdapat satu area dan pada permukaan lapisan tipisnya terlihat hanya sedikit area yang lebih gelap dibandingkan terang. Dari analisis menggunakan AFM kekasaran rata-rata permukaan lapisan tipis ini adalah 2,2 nm.

Pengaruh tekanan sputtering yang lebih besar pada saat pembuatan sampel yaitu  $12 \times 10^{-3}$  mbar menyebabkan permukaan sampel semakin kasar. Hasil AFM untuk sampel yang dibuat pada tekanan ini ditunjukkan pada gambar Gambar 4.3. Dalam gambar tiga dimensi (4 (b)) terlihat sangat jelas bahwa permukaan sampel ini sangat kasar jika dibandingkan dengan sampel-sampel sebelumnya yaitu pada gambar 3. Kekasaran rata-rata permukaan sampel yang dibuat pada tekanan  $20 \times 10^{-3}$  mbar adalah 5,8 nm. Pada permukaan sampel ini terlihat dengan jelas bahwa warna putih jauh lebih dominan dibandingkan dengan warna gelap. Ini berarti bahwa permukaan sampel jauh lebih kasar dibandingkan dengan sampel yang dibuat pada tekanan kecil dari  $20 \times 10^{-3}$  mbar.

Grafik antara tekanan sputtering sampel CoSm terhadap nilai kekasaran ditampilkan pada gambar 5.

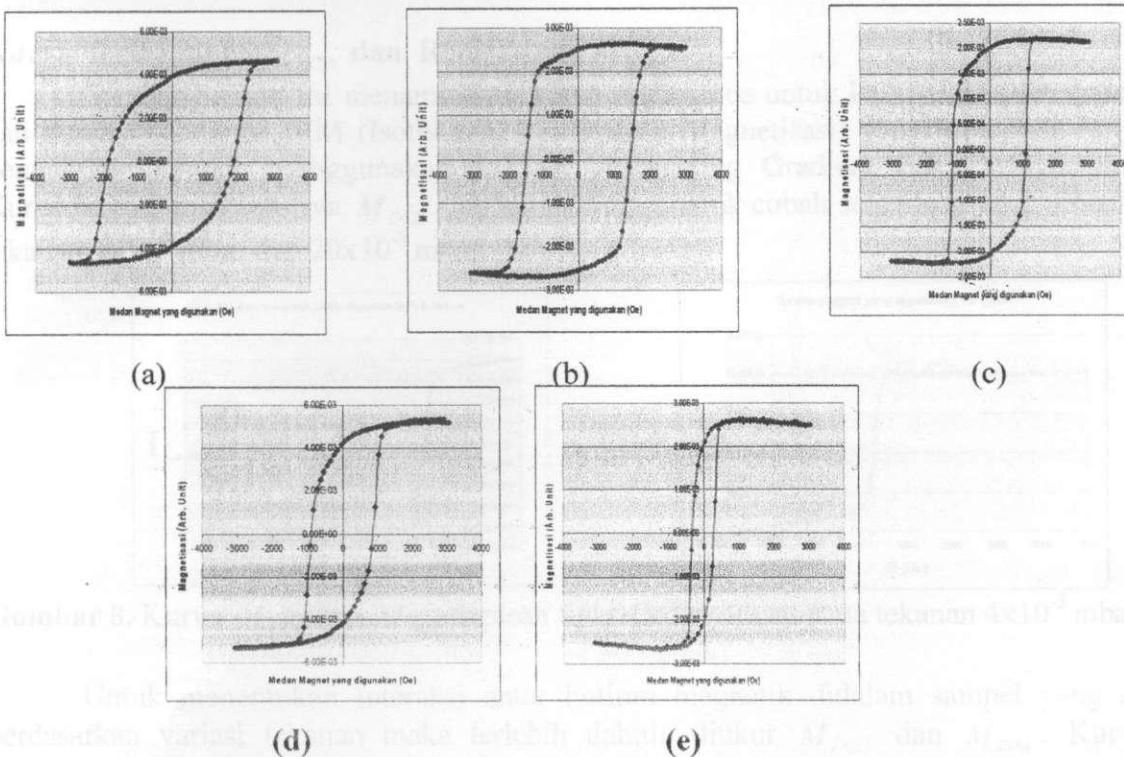


**Gambar 5.** Kekasaran permukaan lapisan tipis CoSm sebagai fungsi tekanan sputtering.

Dari gambar 5 di atas dapat dilihat dengan jelas bahwa kekasaran permukaan dari sampel bertambah dengan bertambahnya tekanan sputtering. Pertambahan kekasaran ini sesuai dengan harapan bahwa ketika sampel dibuat dengan tekanan yang lebih besar mengakibatkan semakin sedikit jumlah atom cobalt yang sampai di substrat karena mengalami tumbukan dengan atom - atom argon sebagai gas sputtering. Sementara atom samarium yang ukurannya jauh lebih besar dibandingkan dengan atom cobalt dan akan sedikit mengalami hambatan untuk sampai di substrat. Akibatnya lebih banyak atom samarium yang sampai di substrat yang nantinya akan mempengaruhi sifat magnetik dari sampel khususnya interaksi antara pertikel magnetik dalam sampel.

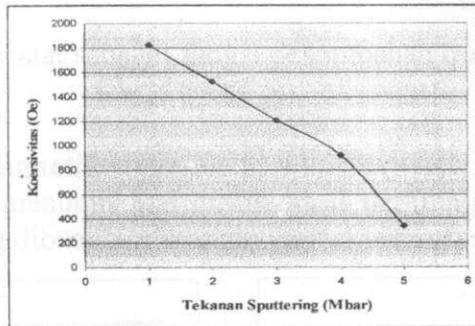
### Sifat Magnetik

Berikut ini ditampilkan gambar histeresis loop untuk 5 lapisan tipis cobalt-samarium yang dibuat berdasarkan variasi tekanan yaitu  $4 \times 10^{-3}$  mbar sampai  $20 \times 10^{-3}$  mbar.



**Gambar 6.** Hysteresis loop lapisan tipis CoSm dibuat berdasarkan variasi tekanan (mbar) (a)  $4 \times 10^{-3}$ , (b)  $8 \times 10^{-3}$ , (c)  $12 \times 10^{-3}$ , (d)  $16 \times 10^{-3}$  dan (e)  $20 \times 10^{-3}$

Dari gambar 6 di atas maka dapat ditentukan nilai coersivitas dari lapisan tipis tersebut. Gambar berikut ini menunjukkan grafik hubungan antara tekanan sputtering pada saat sampel dibuat dengan coersivitas.

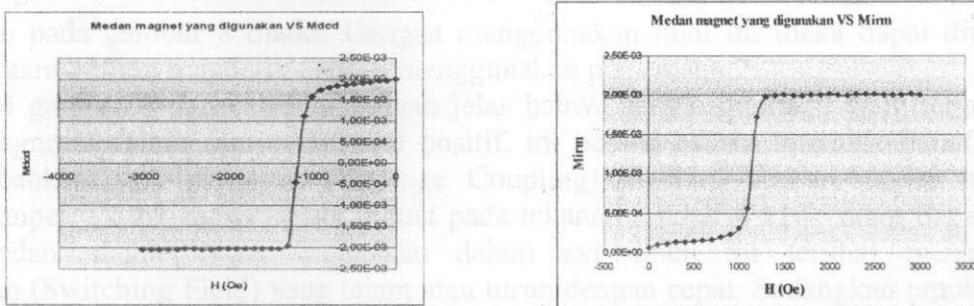


**Gambar 7.** Grafik hubungan antara tekanan gas argon dalam ruang sputtering terhadap coersivitas dari lapisan tipis CoSm

Dari gambar diatas dapat dilihat dengan jelas bahwa nilai coersivitas dari lapisan tipis menurun dengan bertambahnya tekanan gas argon ketika lapisan tipis dibuat. Penurunan nilai coersivitas ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah atom samarium dalam sampel ketika tekanan sputtering dinaikkan dari tekanan  $4 \times 10^{-3}$  mbar sampai  $20 \times 10^{-3}$  mbar. Penambahan jumlah atom samarium mengakibatkan berkurangnya interaksi antar partikel magnetik yang disebabkan oleh sifat dari samarium yang merupakan bahan non magnetik. Adapun mekanisme pertambahan atom samarium ketika tekanan sputtering dinaikkan adalah sebagai berikut: Ketika tekanan rendah terjadi sedikit tumbukan antara atom cobalt dan atom samarium dengan atom argon. Sedangkan ketika tekanan sputtering dinaikkan maka akan terjadi banyak tumbukan antara atom cobalt dengan atom samarium didalam ruang sputtering sehingga menyebabkan berkurangnya jumlah atom cobalt yang sampai pada substrat karna atom cobalt jauh lebih kecil dibandingkan atom samarium.

#### Kurva Remanance $M_{DCD}$ dan Remanance $M_{IRM}$

Gambar berikut ini menampilkan kurva remanance untuk DCD (DC Demagnetisasi) dan kurva remanance IRM (Isothermal Remanance Magnetisasi) yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan AGFM (Alternating Gradient Force Magnetometer). Kurva ini merupakan kurva  $M_{DCD}$  dan kurva  $M_{IRM}$  untuk cobalt samarium yang dibuat pada tekanan  $4 \times 10^{-3}$  mbar dan  $20 \times 10^{-3}$  mbar.



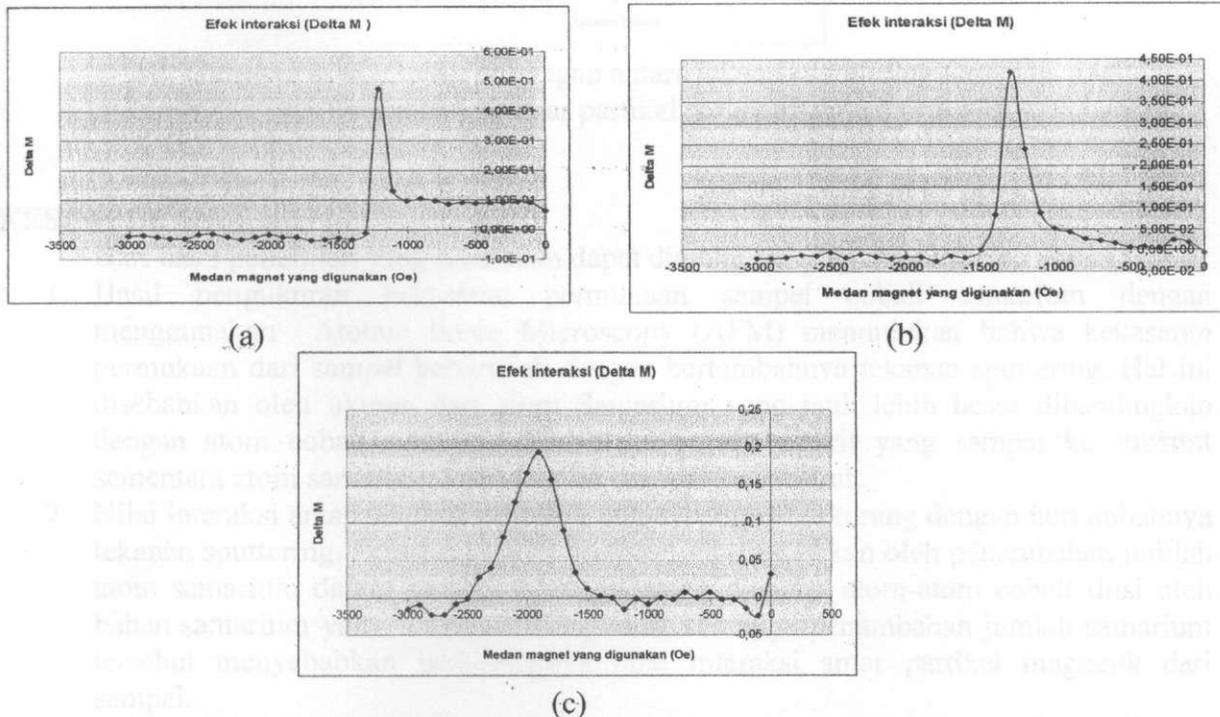
**Gambar 8.** Kurva  $M_{DCD}$  dan  $M_{IRM}$  lapisan tipis CoSm dibuat pada tekanan  $4 \times 10^{-3}$  mbar

Untuk menentukan interaksi antar butiran magnetik didalam sampel yang dibuat berdasarkan variasi tekanan maka terlebih dahulu diukur  $M_{DCD}$  dan  $M_{IRM}$ . Kurva ini memperlihatkan hubungan DCD dan IRM dengan medan magnet luar yang digunakan. Kurva  $M_{DCD}$  diperoleh dengan mensaturasikan sampel kearah negatif. Selanjutnya nilai remanance magnetisasi dicatat sebagai fungsi dari penambahan medan yang digunakan dalam arah positif. Kemudian proses ini akan berakhir sampai diperoleh saturasi sampai remanance sedangkan untuk mendapatkan kurva remanance  $M_{IRM}$  maka sampel didemagnetisasikan dan

kemudian nilai remanance dicatat sebagai fungsi penambahan medan yang digunakan sampai film tersebut tersaturasi.

### Interaksi Antar Butiran Magnetik

Gambar berikut ini menunjukkan grafik hasil perhitungan interaksi antara-butiran magnetik dalam sampel yang dibuat berdasarkan variasi tekanan sputtering.

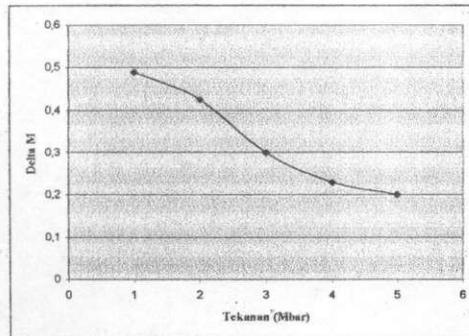


**Gambar 9.** Kurva  $\Delta M$  lapisan tipis CoSm dibuat pada tekanan (mbar) (a)  $4 \times 10^{-3}$ , (b)  $8 \times 10^{-3}$  dan (c)  $20 \times 10^{-3}$

Nilai efek interaksi antar partikel magnetik dalam lapisan tipis diperoleh dengan membandingkan dua kurva remanance utama yaitu  $M_{DCD}$  dan  $M_{IRM}$  seperti yang ditunjukkan pada gambar 8 diatas. Dengan menggunakan nilai ini maka dapat ditentukan interaksi antara butiran magnetik dengan menggunakan persamaan 2.

Dari gambar 9 dapat dilihat dengan jelas bahwa semua interaksi yang terjadi antar partikel magnetik dalam sampel bernilai positif, ini berarti bahwa interaksi bersifat stabil yang disebabkan oleh pasangan (Exchange Coupling) diantara butiran-butiran magnetik didalam sampel. Untuk sampel yang dibuat pada tekanan rendah  $4 \times 10^{-3}$  mbar dapat dilihat bahwa medan magnet yang digunakan dalam eksperimen ini terlihat menampilkan perpindahan (Switching Field) yang tajam atau turun dengan cepat. Sedangkan untuk sampel yang dibuat dengan tekanan besar yaitu  $20 \times 10^{-3}$  mbar menampilkan (Switching Field) yang berubah secara berangsur-angsur. Hasil yang diperoleh ini menunjukkan tingkah laku yang sama seperti apa yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Mayo et. al. 1991).

Gambar berikut ini menampilkan grafik hubungan antara tekanan sputtering terhadap  $\Delta M$  (interaksi antar partikel magnetik dalam sampel) Dari gambar 10 dapat dilihat jelas bahwa nilai interaksi antar partikel magnetik dalam sampel berkurang dengan bertambahnya tekanan sputtering. Penurunan nilai interaksi ini disebabkan oleh penambahan jumlah atom samarium dalam sampel sehingga ruang diantara atom-atom cobalt diisi oleh bahan samarium yaitu bahan non magnetik, sehingga penambahan jumlah samarium tersebut menyebabkan berkurangnya nilai interaksi antar partikel magnetik dari sampel.



**Gambar 4.16.** Grafik hubungan antara tekanan sputtering terhadap  $\Delta M$  (interaksi antar partikel magnetik dalam sampel)

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Hasil pengukuran kekasaran permukaan sampel cobalt samarium dengan menggunakan Atomic Force Microscopy (AFM) menunjukkan bahwa kekasaran permukaan dari sampel bertambah dengan bertambahnya tekanan sputtering. Hal ini disebabkan oleh ukuran dari atom Samarium yang jauh lebih besar dibandingkan dengan atom cobalt sehingga atom-atom cobalt sedikit yang sampai ke substrat sementara atom samarium lebih banyak sampai ke substrat.
2. Nilai interaksi antar partikel magnetik dalam sampel berkurang dengan bertambahnya tekanan sputtering. Penurunan nilai interaksi ini disebabkan oleh penambahan jumlah atom samarium dalam sampel sehingga ruang diantara atom-atom cobalt diisi oleh bahan samarium yaitu bahan non magnetik, sehingga penambahan jumlah samarium tersebut menyebabkan berkurangnya nilai interaksi antar partikel magnetik dari sampel.
3. Nilai coercivitas dari lapisan tipis menurun dengan bertambahnya tekanan gas argon ketika lapisan tipis dibuat. Penurunan nilai coercivitas ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah atom samarium dalam sampel ketika tekanan sputtering dinaikkan dari tekanan  $4 \times 10^{-3}$  mbar sampai  $20 \times 10^{-3}$  mbar.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Erwin. 2004. *Magnetic and Microstructural Properties of CoSm Alloy and Multilayer Thin Film*. Institute for Material Research University of Salford, UK.
- Doerner, M. F., Tang, K., Arnoldussen, T., Zeng, H., Toneyand, M. F., Weller, D., (2000), IEEE Trans. Magn., 36.
- E.C. Stoner, and E.P. Wohlfart, Nature 160, 650 (1947).
- I. L. Sanders, T. Yogi, J. K. Howard, S. E. Lambert, G. L. Gorman and C. Ilwang, IEEE Trans. Magn., 25. 3869 (1989)
- Jiles, D. (1998), Introduction to Magnetism and Magnetic Materials
- P.E. Kelly, K. O'Grady, P.I. Mayo, R.W. Chantrell, IEEE Trans. Magn., 25, 3881, 1989.
- P. I. Mayo, K. O'Grady, R. W. Chantrell, J. A. Cambridge, I. L. Sanders, T. Yogi, and J. K. Howard, J. Magn. Mater. 95, 109 (1991).
- P.J. Grundy, J. Phys. D: Appl. Phys., 31, 2975, 1998.
- Reitz, J. R, Milford, Christy 1993, Dasar Teori Listrik Magnet, Edisi Ketiga. Penerbit ITB, Bandung.
- Tadashi Yogi, Thao A. Nguyen, Steven E. Lambert, Grace L. Gorman and Gil Castillo, J. Appl. Phys., 70, 1837 (1991)