

## PENENTUAN LUAS PERMUKAAN LAPISAN TIPIS MAGNETIK DENGAN PENGOLAHAN CITRA SAMPEL

Moh. Toifur<sup>1</sup>, Prayoto<sup>2</sup>, Kamsul Abraha<sup>2</sup> dan Ridwan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta  
Jl. Kapas, Semaki, Yogyakarta

<sup>2</sup>Jurusan Fisika Universitas Gadjah Mada Yogyakarta  
Jl. Bulaksumur, Yogyakarta

<sup>3</sup>Puslitbang Iptek Bahan (P3IB)-BATAN  
Kawasan Puspipetek Serpong Tangerang

### ABSTRAK

#### PENENTUAN LUAS PERMUKAAN LAPISAN TIPIS MAGNETIK DENGAN PENGOLAHAN CITRA SAMPEL.

Pada makalah ini ditampilkan teknik penentuan luas permukaan lapisan tipis NiFe secara numerik. Luas lapisan ditentukan dengan perhitungan jumlah pixel dari citra sampel asli melalui beberapa fungsi yang telah *built in* di dalam MATLAB kemudian membandingkan dengan jumlah pixel sampel standar yang telah diketahui luasnya. Sebagai sampel uji digunakan lapisan NiFe hasil deposisi pada mesin *sputtering* selama 30 menit tanpa medan deposisi. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan luas lapisan = 0.1837 cm<sup>2</sup> yang merupakan hasil yang cukup realistis terhadap orde luas lapisan tipis. Metode ini sangat membantu untuk memecahkan masalah penentuan luas lapisan tipis magnetik sehingga magnetisasi sampel juga dapat ditentukan.

**Kata kunci:** lapisan tipis magnetik, pixel, *sputtering*

### ABSTRACT

#### DETERMINATION OF MAGNETIC THIN FILM AREA ASSISTED WITH SAMPLE IMAGE PROCESSING.

In this paper the numerically technique for determination of thin film area was displayed. Area of sample obtained with calculation of pixel number from the original sample imaging via the several built in functions in the MATLAB program and comparing with the pixel number of standart sample that its area was known. NiFe thin film resulted from 90 minutes deposition on sputtering machine without annealing magnetic was used as the testing sample. From the result show that film area was 0.1837 cm<sup>2</sup> that suitable enough with the real order of thin film area. With this method the problem of determination of magnetic thin film area can be solved and so it magnetisation can be obtained too.

**Key words:** magnetic thin film, pixel, sputtering

### PENDAHULUAN

Mengetahui sifat-sifat magnet dari lapisan tipis magnetik hasil deposisi dengan teknik *sputtering* merupakan suatu hal yang penting karena terkait dengan jenis lapisan magnetik tersebut apakah termasuk jenis *soft magnetic* atau *hard magnetic*. Selain itu jika terdapat beberapa sampel yang dipreparasi pada variasi parameter mesin *sputtering* seperti waktu deposisi, medan deposisi, suhu substrat dll. Maka pengaruh parameter tersebut terhadap sifat magnetiknya dapat dipelajari. Jenis lapisan *soft* dan *hard magnetic* terjait dengan aplikasi lapisan tersebut. Lapisan tipis magnetik telah terkenal dipakai untuk bahan sensor medan magnet lemah.

Alat yang biasa digunakan untuk menentukan sifat magnet lapisan adalah VSM (*vibrating sample magnetometer*). Output dari alat ini berupa kurva histeresis dengan sumbu x adalah sumbu medan pemagnetisasi ( $H$ ) dan sumbu y adalah sumbu magnetisasi yang dihasilkan ( $M$ ) atau lebih dikenal

dengan loop  $M-H$ . Titik potong kurva terhadap sumbu y disebut remanen magnetik ( $M_r$ , magnetisasi yang tersisa) yaitu magnetisasi yang tersisa jika medan pemagnetisasi dihilangkan. Sedangkan titik potong kurva terhadap sumbu x negatif disebut medan koersif ( $H_c$ ) yaitu medan yang diperlukan untuk menghilangkan magnetisasi bahan. Namun dari data yang diperoleh sumbu y merupakan  $m$  yaitu magnetisasi untuk seluruh bahan uji (satuan emf). Magnetisasi  $M$  dapat diperoleh dengan mengalikan  $m$  dengan factor  $4\pi/V$  dengan  $V$  adalah volume sampel. Sulitnya menentukan volume lapisan tipis magnetik secara langsung karena tebal lapisan hanya berorde maksimum 1 mikron [2] maka volume dapat ditentukan secara tak langsung yaitu dengan tebal lapisan dikalikan luasnya. Mengingat tipisnya lapisan (orde beberapa mikrometer) maka tebal lapisan diperoleh dengan memotret sampel dengan SEM. Untuk luas lapisan karena cukup besar (orde cm<sup>2</sup>) namun karena bentuk lapisan tidak teratur maka digunakan

bantuan pengolahan citra. Dalam makalah ini ditampilkan penjelasan mengenai bagaimana memperoleh luas lapisan secara teliti dengan bantuan fungsi-fungsi yang telah *built in* di dalam program MATLAB. Keunggulan dari metode ini karena yang dihitung adalah jumlah pixelnya maka ketelitian perhitungan dapat diatur. Hal yang harus ada pada metode perhitungan luas sampel ini adalah adanya sampel standar yaitu sampel yang secara cermat telah diketahui luasnya.

## TEORI

### Prinsip Penentuan luas permukaan sampel

Untuk menentukan luas lapisan sampel dibutuhkan sampel standar (dari sembarang bahan) yang telah diketahui luasnya. Misalkan luas sampel standar adalah  $L_s$ . Selanjutnya agar sampel standar ini dapat dibaca oleh MATLAB sebagai gambar maka *discan* terlebih dulu dengan parameter *scan* yang dipilih. Luasan sebesar  $L_s$  ini bersesuaian dengan jumlah pixel yang dikandungnya. Untuk menentukan jumlah pixel pada Matlab 6.0 telah tersedia fungsi-fungsi yang *built in* dan misalkan jumlah pixelnya  $N_s$  [1, 4]. Berikutnya dengan cara yang sama ditentukan jumlah pixel untuk sampel uji dan hasilnya dicatat sebagai  $N_u$ . Dengan diketahuinya  $N_s$ ,  $L_s$  dan  $N_u$  maka luas dari sampel uji dapat ditentukan yaitu:

$$L_u = \frac{N_u}{N_s} L_s \quad (1)$$

### Fungsi-fungsi *built in* pada MATLAB

Beberapa fungsi yang telah *built in* di MATLAB dan terlibat untuk perhitungan luas sampel diantaranya:

- IMREAD

Ungkapan ini dimaksudkan untuk membaca gambar dari file grafik. Perintah yang bersesuaian dengan IMREAD adalah:

$$A = \text{IMREAD}(\text{NAMAFILE}, \text{FMT}) .$$

Dengan perintah ini maka gambar yang sebenarnya (RGB) akan dibaca dan hasilnya akan disimpan di A berupa larik 3 dimensi berukuran (MxNx3). FMT adalah format file dan bertipe string. Karena sampel di *scan* dalam tipe "bmp" maka FMT dalam hal ini samadengan "bmp".

Pada setiap pembentukan file gambar dengan perintah IMREAD, maka pixel disimpan dalam 8 bit kombinasi atau kurang per warna permukaan. Oleh karena itu ketika membaca file tersebut maka klas output (A) ditandai dengan uint8 (8 bit bulat). Dengan demikian semua warna akan diterjemahkan dalam kombinasi 8 bit bulat (*integer*) atau 256 macam angka 8 bit biner. Jika ada

warna diluar ke 256 jenis warna ini maka akan diubah sehingga masuk ke dalam 256 warna kombinasi ini.

- IMSHOW

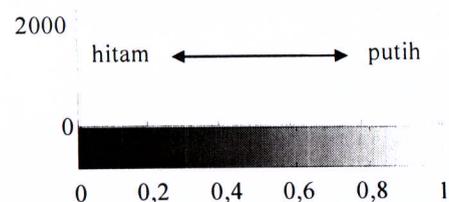
Untuk meyakinkan bahwa pixel yang mewakili gambar sampel dalam bentuk kombinasi 8 bit bulat tersebut sesuai dengan gambar aslinya maka pengecekan penting dilakukan. Pengecekan dapat dilakukan dengan menu IMSHOW. Dengan menu ini maka MATLAB akan memanggil IMREAD untuk membaca file gambar, namun data gambar tidak disimpan di dalam kertas kerja MATLAB. Perintahnya adalah:

$$\text{IMSHOW}(\text{NAMAFILE})$$

Dengan perintah ini maka MATLAB akan menampilkan gambar yang disimpan dalam file grafik bernama NAMAFILE.

- IM2BW

Karena luas sampel hanya terkait dengan tampang permukaan maka ungkapan pixel dalam larik 3 dimensi perlu disederhanakan menjadi 2 dimensi sehingga intensitas warnanya menjadi ditiadakan. Caranya adalah dengan mengubah gambar asli (RGB) menuju ke gambar hitam putih (BW, *black - white*) atau disebut dengan gambar biner. Gambar biner yang ditampilkan sesuai dengan indek dan intensitas gambar aslinya. Prosesnya bermula dari perubahan gambar ke bentuk skala abu-abu (*gray scale*) kemudian mengubah gambar *gray scale* ke gambar hitam-putih atau biner (BW) dengan *thresholding* (pemberian batas ambang). Gambar hasilnya akan bernilai 0 (hitam) untuk semua pixel gambar input yang memiliki luminansi kurang dari batas yang ditetapkan dan 1 (putih) untuk semua pixel yang lain sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skala warna BW, skala 0 = hitam dan 1 = putih

Untuk gambar dengan warna dan intensitas yang bervariasi seperti foto mungkin sangat

- IMADJUST

Perintah ini dimaksudkan untuk mengempaskan (meng"adjust") nilai-nilai intensitas gambar atau peta / map warna. Dengan perintah ini maka pengotor yang biasanya mengelilingi gambar asli dapat dihilangkan. Instruksi untuk ini adalah:

$$J = \text{IMADJUST}(I, [\text{LOWHIGH}], [\text{BOTTOM TOP}], \text{GAMMA})$$

Mentransformasikan nilai-nilai intensitas gambar I ke J dengan memetakan nilai-nilai antara "low" dan "high" ke nilai "bottom" dan "top". Nilai-nilai dibawah "low" dan di atas "high" dipotong sehingga nilai "low"

dipetakan ke “bottom” dan nilai “high” dipetakan ke “top”. Pada [low high] atau [bottom up] dapat digunakan matrik kosong [] untuk menentukan default [0 1]. Gamma menentukan bentuk kurva yang menggambarkan hubungan antara nilai-nilai I dan J. Jika  $\gamma < 1$  maka pemetaan dibobotkan menuju ke nilai output lebih terang (brighter). Jika  $\gamma > 1$  maka pemetaan dibobotkan menuju ke gelap (darker).

Jika argumen gamma dikosongkan maka akan mendefault ke 1 (pemetaan linier).

#### e. IMCONTOUR

Untuk mengetahui gambar BW yang diperoleh masih mengandung pengotor atau tidak perlu dibuat kontur yang mengelilingi gambar. Perintah untuk ini adalah:

IMCONTOUR(I, N)

Dari sini akan tampak jelas jika ada pengotor di luar gambar sampel maka akan ditemukan kontur. Jika ada maka diperlukan perlakuan pengepasan intensitas warna dengan IMADJUST. Perintah tersebut merupakan instruksi untuk menggambar plot kontur dengan intensitas gambar I (NAMAFIL) dan secara otomatis menampilkan sumbu koordinat sehingga orientasi serta rasionya sesuai dengan gambar aslinya. Ketebalan garis kontur dapat diatur dengan memberikan argumen pada N dengan  $N = 1, 2, \dots$ . Semakin tebal garisnya maka semakin besar argumennya.

### METODE PERCOBAAN

Bahan-bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah sampel standar, sampel uji, mesin scanner serta software program MATLAB 6.0. Adapun pelaksanaannya dengan mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Menscan sampel standar yaitu sampel yang telah diketahui dan menyimpannya dalam bentuk file dengan nama “standar.TIF”. Pada kasus ini luas sampel yang digunakan adalah  $1 \text{ cm}^2$
2. Menscan sampel yang akan dicari luasnya dan memberi nama sesuai dengan kode masing-masing. Gambar disimpan dalam file dengan diberi nama (sebagai contoh dalam hal ini) “I\_0g2.TIF”.
3. Menjalankan program dengan nama “luas1” setelah sebelumnya mengisi nama kode sampel sesuai dengan yang dikehendaki. Dengan menekan tombol “enter” maka program pertama kali menampilkan gambar sampel standar dengan ukuran  $1 \text{ cm}^2$  (Gambar 1). Kemudian dengan menekan “enter” maka muncul Gambar 2 yang merupakan contoh gambar sampel uji dan ukurannya. Selanjutnya tekan “enter” lagi akan tampil Gambar 3 yaitu gambar sampel standar yang diadjust pada skala [2,3], selanjutnya tekan “enter” lagi akan tampil Gambar 4 yaitu gambar sampel standar dalam format BW yang disertai penampilan

statistik sampel standar atau St\_spl\_st pada layar MATLAB Command Window. Statistik ini terdiri dari 3 kolom dimana kolom pertama, kedua dan ketiga masing-masing menyatakan nomor kode warna, frekuensinya serta prosentasenya. Jumlah pixel lapisan (selain background) ditampilkan pada baris 10 kolom 2. Pada Gambar 4 ditampilkan gambar sampel standar dalam format BW. Selanjutnya dengan menekan “enter” muncul Gambar 5 yaitu gambar sampel uji yang masih asli. Selanjutnya tekan “enter” lagi muncul Gambar 6 yaitu gambar sampel uji dalam format BW. Bersamaan dengan ini pada layar MATLAB Command Window muncul statistik sampel uji tanpa adjustment (St\_spu\_no\_ad) dengan data seperti pada St\_spl\_st sedangkan warna-warna dalam format BW serta intensitasnya yang terlibat dalam membangun sampel serta background ditampilkan pada Gambar 7 yaitu histogram warna. Selanjutnya tekan “enter lagi” akan tampil Gambar 8 gambar kontur sampel asli. Dengan gambar ini diharapkan penampakan pengotor akan tampak semakin jelas. Tekan “enter” lagi akan tampil Gambar 9 yaitu gambar sampel uji yang diadjust pada skala tertentu. Tekan “enter” muncul Gambar 10 yaitu gambar sampel uji yang telah diadjust tadi dalam format BW. Dari sini dapat dibandingkan dengan Gambar 6 bahwa dengan menggunakan fungsi adjust dan memasang parameter threshold yang tepat maka pengotor yang berada di bawah sampel menjadi hilang. Bersamaan dengan ini pada layar command window muncul statistik sampel uji dengan adjustment (St\_sp\_u\_with\_adj). Demikian pula muncul luas sampel standar, luas sampel uji tanpa adjustment dan luas sampel uji dengan adjustment. Luas sampel uji dapat ditentukan dengan terlebih dulu membaca jumlah pixel dalam format BW. Misal jumlah pixel untuk luas permukaan sampel standar adalah  $n_1$  dan hal ini berhubungan dengan luas  $A_1$  dan jumlah pixel untuk luas permukaan sampel uji adalah  $n_2$ , maka luas sampel uji dinyatakan dengan

$$A_2 = \frac{n_2}{n_1} A_1 \quad (2)$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaturan parameter scanner

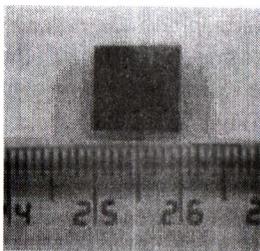
Scanner yang digunakan adalah Mark Umax. Set up parameter-parameter scanningnya adalah:

Tipe	: flatbed
Metode scanning	: reflective
Degenerasi warna	: true color (RGB) yaitu dari 16 juta warna dijadikan 3 pallete warna
Resolusi	: 300 dpi
Ukuran	: 100% (sesuai aslinya)

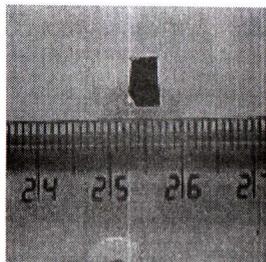
Filter : No filter  
Proses awal : No descreen (tak ada pre process).

### Menjalankan program penentuan luas sampel

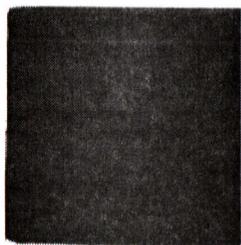
Program dijalankan dengan menuliskan nama file "luas1" dan pertama kali tampil hasil seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2 merupakan gambar sampel standar yang disertai dengan tampilan ukuran yaitu 1cm<sup>2</sup>. Selanjutnya pada Gambar 3 merupakan gambar sampel dengan nama kode I\_0g2.TIF yang digunakan untuk uji program ini yaitu merupakan sampel lapisan



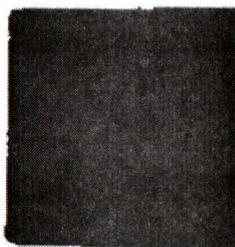
Gambar 2. Gambar sampel standar dengan ukuran 1 cm<sup>2</sup>



Gambar 3. Gambar sampel uji dengan ukurannya



Gambar 4. sampel standar yang diadjust pada skala [2,3]



Gambar 5. sampel standar dalam format BW

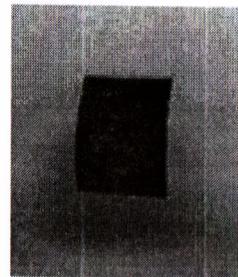
tipis NiFe hasil *sputtering* tanpa menggunakan medan deposisi selama 30 menit.

Selanjutnya pada Gambar 4 merupakan gambar sampel standar yang diadjust pada skala [2,3], sedangkan Gambar 5 gambar sampel standar dalam format BW yang disertai penampilan statistik sampel standar atau *St\_spl\_st* pada layar MATLAB Command Window sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data statistik sampel standar

Kode warna BW	Jumlah pixel	Persentase
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	13847	7,7323
11	165233	92,2677

Dari Tabel 1 tampak pada kolom 1 yaitu kode warna terdiri dari 11 warna dari no. 1 sampai 11 yang bersesuaian dengan ) 0 sampai 10 pada skala BW yaitu dari hitam sampai putih. Pada baris 10 dan 11 kolom 2 tampak jumlah pixel untuk sampel dan untuk *background* masing-masing 13847 dan 165233.



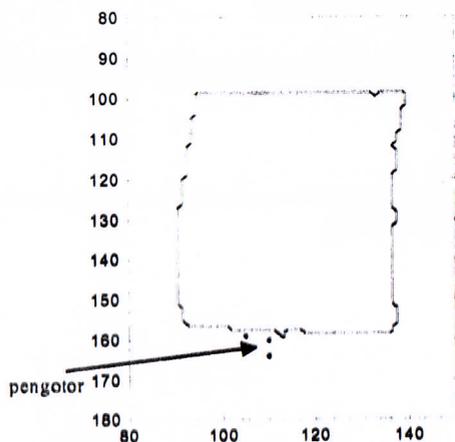
Gambar 6. Foto sampel uji



Gambar 7. Sampel uji dalam format BW tanpa *adjustment*

Pada Gambar 6 ditampilkan gambar sampel uji yang masih asli dalam format TIF dan pada Gambar 7 ditampilkan gambar sampel uji tersebut jika diformat dalam tampilan BW secara langsung (tanpa menggunakan *adjust*). Tampak adanya pengotor pada bagian bawah gambar sampel uji dan lebih jelas jika

ditampilkan dengan bantuan kontur seperti ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Kontur pada sampel asli

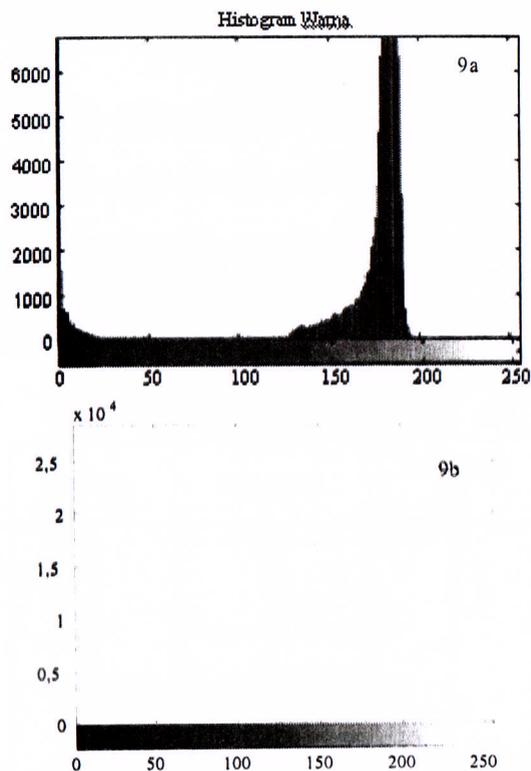
Pengotor ini muncul dari bayangan lapisan yang melalui kaca (sebagai substrat tempat menempel lapisan) yang tampak pada saat di scan. Karena pengotor bukan lapisan maka harus diusahakan dihilangkan. Sementara itu pada layar Command Window dapat dilihat munculnya statistik sampel uji tanpa *adjustment* (St\_spu\_no\_ad) sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data statistik sampel uji tanpa *adjustment*

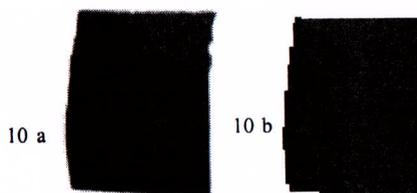
Kode warna BW	Jumlah pixel	persentase
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	2695	4,2610
11	60553	95,7390

Pada kolom 2 baris no. 10 tampak bahwa jumlah pixel yang bersesuaian dengan luas sampel ini adalah 2695.

Selanjutnya pada Gambar 9(a) ditampilkan histogram intensitas warna-warna yang terlibat dalam penyusunan foto sampel asli dan sampel BW. Tampak pada sumbu x rentang skalanya mulai dari 0 s/d 255 yang merupakan kombinasi 8 bit biner. Sedangkan pada Gambar 9(b) merupakan histogram intensitas warna penyusun sampel asli yang telah diberi perlakuan *adjust*. Tampak bahwa intensitas yang muncul hanya pada dua posisi yaitu pada  $x = 0$  yang berarti warna hitam (sesuai dengan warna sampel) dan pada  $x = 255$  yang berarti warna putih (sesuai dengan warna *background*).



Gambar 9. (a) Histogram jumlah warna penyusun foto sampel uji asli. (b) Histogram jumlah warna penyusun sampel uji yang *diadjust*



Gambar 10. (a) Gambar sampel yang *diadjust* pada skala [1,5], (b) gambar sampel yang telah *diadjust* dalam format BW.

Pada Gambar 10 (a) ditampilkan gambar sampel uji yang *diadjust* pada skala [1,5] sedangkan pada Gambar 10(b) merupakan format BW nya.

Tampak bahwa beberapa bagian dari Gambar 10(a) yaitu pada bagian pinggir ada bagian-bagian yang dihilangkan. Hilangnya sebagian warna ini akibat konversi warna yang ditampilkan pada bagian argumen [1,5]. Kombinasi nilai ini akan berpengaruh pada kejelasan warna sampel dan *background*. Sebagai contoh jika bagian low diperbesar maka layar akan semakin gelap sedangkan jika bagian high diperbesar maka *background* akan semakin terang. Pada Tabel 3 ditampilkan data statistik sampel uji dengan *adjustment* pada skala [1,5]. Nilai-nilai tabel ini dapat dilihat pada tampilan command window pada saat menjalankan St\_spu\_with\_adj.

Tampak jumlah pixel sampel seperti tercatum pada Tabel 3 kolom 2 baris 10 adalah 2544, lebih kecil

dari jumlah pixel tanpa menggunakan *adjustment*.  
Program ini diakhiri dengan ungkapan:

- Luas sampel standar:  $1 \text{ cm}^2$
- Luas sampel uji yang dihitung tanpa *adjustment*:  $0,19462700 \text{ cm}^2$
- Luas sampel uji yang dihitung tanpa *adjustment*:  $0,18372211 \text{ cm}^2$
- Selisih luas keduanya adalah :  $0,01090489 \text{ cm}^2$

Sehingga antara kedua cara yaitu terdapat ralat relatif sebesar 5%. Jika selisih ini dianggap cukup signifikan maka sebaiknya menggunakan perhitungan jumlah pixel dengan *adjustment*.

Kode warna BW	Jumlah pixel	persentase
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	2544	4,0223
11	60704	95,9777

## KESIMPULAN

Dengan memanfaatkan fungsi-fungsi yang telah *built in* pada program MATLAB maka dapat ditentukan luas lapisan tipis magnetik sehingga magnetisasi sampel menjadi mungkin diketahui.

## SARAN

Untuk memperkuat intensitas warna sehingga rapat pixel yang membangun warna menjadi lebih banyak maka sangat baik pada saat menscan sampel standar dan sampel uji pengaturan parameter scan menggunakan resolusi 1000 dpi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ETTER, D.M.. *Problem Solving with Matlab*, Prentice Hall, New Jersey. 1993.
- [2]. HARPER, C.A. *Hand book of Material and Process for Electronics*, Mc Graw Hill Book Co., New York. 1997.
- [3]. GABRIEL, B.L. *SEM: A User's Manual for Materials Science*, American Society for Metals, Metal Parks, Ohio, USA. 1998.
- [4]. GARCIA, A. L. *Numerical Methods for Physics*, 2<sup>nd</sup> ed., Prentice Hall, New Jersey. 1994.

## TANYAJAWAB

M. Rifai, PSJMN-BATAN

### Pertanyaan

1. Dalam pengambilan image dari *thin film*, digunakan alat apa

### Jawaban

1. Menggunakan *scanner* merk *Umax* yang distel pada resolusi 300 dpi