

ISSN : 1411-1098  
Akreditasi Nomor : 39/DIKTI/Kep/2004

**Jurnal**  
**Sains Materi Indonesia**  
*Indonesian Journal of Materials Science*

**Vol. 7, No. 1, Oktober 2005**

**Pusat Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan  
Badan Tenaga Nuklir Nasional  
INDONESIA**

**JURNAL SAINS MATERI INDONESIA**  
*Indonesian Journal of Materials Science*  
Vol. 7, No. 1, Oktober 2005

**DEWAN KEHORMATAN**

**HONORARY BOARD**

Menteri Negara Riset dan Teknologi RI, Menteri Pendidikan Nasional RI, Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional

**DEWAN PENASEHAT NASIONAL**

**NATIONAL ADVISORY BOARD**

Ir. M. Iyos R. Subki, M.Sc., Dr. Azhar Djaloelis, Prof. Dr. Marsongkohadi  
Dr. Soedyartomo Soentono, M.Sc, APU, BATAN, Prof. Dr. N.M. Surdia, M.Sc., Dr. Anung Kusnowo, M. Tech. LIPI,  
Dr. Ashwin Sasongko, S., M.Sc., BPPT, Prof. Dr. Ir. Mardjono Siswosuwarno, ITB, Prof. Dr. Soleh Kosela, UI,  
Prof. Dr. M. O. Tjia, ITB, Prof. Dr. Prajoto, Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto, M.S. Met.

**DEWAN PENASEHAT INTERNASIONAL**

**INTERNATIONAL ADVISORY BOARD**

Dr. Ing. H. J. Klaar, *Aachen University of Technology, Germany*  
Prof. Dr. Yasuo Yamaguchi, *Tohoku University, Japan*  
Prof. Dr. Rees D. Rawlings, *Imperial Collage of Science, Technology and Medicine, University of London, UK*

**DEWAN PENGARAH**

**STEERING BOARD**

Drs. Gunandjar, SU, Dr. Ir. Utama H. Padmadinata, Dr. Mirzan T. Razzak, Dr. Ing. Ir. Amir Partowiyatmo  
Dr. M. Sugandi Ratulangi, Dr. Ing. Ir. Darwin Sebayang, Dr. Ir. Rochim Suratman, Ir. Wahyudi Utomo, M.M,  
Dr. Arion Said, Dr. Suhardjo Poertadji, Dr. Hamdani Zain M. Eng.

**PENANGGUNG JAWAB**

**MANAGING EDITOR**

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan, Badan Tenaga Nuklir Nasional

**DEWAN REDAKSI**

**EDITORIAL BOARD**

**KETUA**

**CHAIRMAN**

Drs. Sudirman, M.Sc., BATAN

**WAKIL KETUA**

**Co-CHAIRMAN**

Prof. Dr. Wahyudi Priyono Suwarso, UI

**STAF EDITOR**

**EDITORIAL STAFF**

Drs. A. Ikram, M.Sc. PhD, BATAN  
Dr. A. Manaf, M. Met., UI  
Dr. Ir. Suyatman, ITB  
Dra. Rukihati, SU APU, BATAN  
Dr. S. Purwanto, BATAN

A. Purwanto, PhD, BATAN  
Dr. M. Dani, BATAN  
Prof. Dr. Suasmo, ITS  
Drs. A. Karo Karo, M.Sc., BATAN  
Dr. Syahril, DIC. M.Eng., BATAN  
Dr. Sunit Hendrana, LIPI

Dr. A. Nurhadi, UI  
Drs. Sutisna, DEA., BATAN  
Prof. Dr. Ir. S. S. Achmadi, IPB  
Dr. Evvy Kartini, BATAN  
Prof. Dr. Eddy S. Siradj, UI  
Dra. Saryati, APU, BATAN

Drs. S. G. Sukaryo M.T., BATAN  
Drs. E. Sukirman, M.Sc., BATAN  
Dr. Ir. I. Sopyan, M.Eng., BPPT  
Dr. A. Supto H., PT Tripolyta Indonesia, Tbk  
Drs. Didin S Winatapura, BATAN  
Drs. Wagiyu H., MT., BATAN

**REDAKTUR PELAKSANA**

**EXECUTIVE EDITORIAL**

Dra. Mirah Yulaili, Dra. Rina Ramayanti, Yualina Riastuti Partiw, Hendradi Setono

*Penerbit* : Pusat Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan, BATAN  
*Terbit pertama kali* : Oktober 1999. *Frekuensi terbit* : Empat bulanan  
*Alamat Redaksi/Editorial Address* : Puslitbang Iptek Bahan, BATAN, Gedung 71, Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang 15314  
*Telepon* : (021) 7560562 Ext. 2050, 7562860 Ext. 4009-4010, *Fax* : (021) 7560926, *E-mail* : p3ib@batan.go.id

**KEPUTUSAN BERSAMA  
KEPALA BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
DAN  
REKTOR UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**NOMOR : 334/KA/VI/2005  
09/J07/KS/05**

**TENTANG**

**PENYELENGGARAAN SEMINAR NASIONAL BAHAN MAGNET IV  
DAN PEMBENTUKAN PANITIA**

**KEPALA BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
DAN  
REKTOR UNIVERSITAS DIPONEGORO,**

- Menimbang** : a. bahwa dalam rangka menggali potensi sumber daya alam dan manusia untuk penelitian dan pengembangan bahan magnet dan aplikasinya, sehingga terjalin komunikasi dan kerja sama yang erat diantara peneliti, ilmuwan, praktisi dan pemerhati bahan magnet di Indonesia, dipandang perlu menyelenggarakan Seminar Nasional Bahan Magnet IV;
- b. bahwa untuk ketertiban dan kelancaran penyelenggaraan Seminar sebagaimana yang dimaksud pada huruf a, dipandang perlu dibentuk Panitia;
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1961 tentang Pendirian Universitas Diponegoro;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 1999 tentang Pendidikan Tinggi;
4. Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Departemen sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 11 Tahun 2005;
5. Keputusan Presiden Nomor 99/M Tahun 2002,
6. Keputusan Presiden Nomor 104/M Tahun 2002,
7. Keputusan Mendikbud Nomor 0202/O/1995 tentang Organisasi dan tata Kerja Universitas Diponegoro,
8. Keputusan Mendikbud Nomor 0275/O/1996 tentang Penyempurnaan Organisasi dan Tata Kerja Universitas Diponegoro;
9. Keputusan Mendiknas Nomor 186/O/2002 tentang Status Universitas Diponegoro;
10. Keputusan Kepala BATAN Nomor 166/KA/IV/2001 tentang Organisasi dan Tata Kerja BATAN;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan :

- PERTAMA** : Menyelenggarakan Seminar Nasional Bahan Magnet IV, yang selanjutnya dalam Keputusan ini disebut Seminar, pada bulan September 2005, di Semarang.
- KEDUA** : Membentuk Panitia Penyelenggara Seminar yang selanjutnya dalam Keputusan ini disebut Panitia dengan susunan seperti tersebut dalam Lampiran Keputusan ini.
- KETIGA** : Segala biaya yang diperlukan untuk penyelenggaraan Seminar dibebankan pada Anggaran Pusat Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan (P3IB) BATAN dan Anggaran Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Diponegoro.
- KEEMPAT** : Panitia wajib memberikan laporan mengenai penyelenggaraan Seminar dan pertanggungjawaban keuangan kepada Kepala BATAN dan Rektor Universitas Diponegoro selambat-lambatnya 1 (satu) bulan setelah Seminar berakhir.
- KELIMA** : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di J a k a r t a  
pada tanggal 22 Juni 2005

REKTOR  
UNIVERSITAS DIPONEGORO

- ttd -

Prof. Ir. EKO BUDIHARDJO, M.Sc

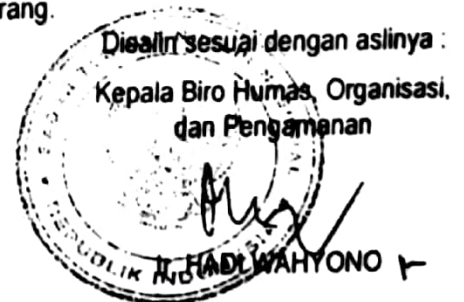
KEPALA  
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

- ttd -

Dr. SOEDYARTOMO SOENTONO, M.Sc, APU

**SALINAN** : Disampaikan kepada Yth. :

1. Kementerian Riset dan Teknologi di Jakarta.
2. Menteri Pendidikan Nasional di Jakarta.
3. Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara di Jakarta dan Semarang.
4. Universitas Indonesia di Jakarta.
5. Universitas Gajah Mada di Yogyakarta.
6. Institut Teknologi Bandung di Bandung.
7. Universitas Diponegoro di Semarang.
8. Para Pembantu Rektor, Dekan, Direktur, ketua Lembaga, Kepala Biro/UPT Universitas Diponegoro di Semarang.
9. Sekretaris Utama dan para Deputi Kepala BATAN.
10. Para Kepala Pusat/Biro, Inspektur dan Ketua STTN BATAN.
11. Para Anggota Panitia.



**JURNAL SAINS MATERI INDONESIA**  
*Indonesian Journal of Materials Science*  
 Vol. 7, No. 1, Oktober 2005

**DAFTAR ISI**

Kata Pengantar .....	i
Laporan Ketua Panitia Penyelenggara .....	ii
Sambutan Kepala BATAN .....	iii
Sambutan DEKAN FMIPA Universitas Diponegoro .....	v
Keputusan Bersama Kepala BATAN dan Rektor Universitas Diponegoro .....	vi
Daftar Isi .....	x
<b>Makalah Tamu</b>	
1. Azwar Manaf, <i>Magnet Permanen Nanokomposit Nd-Fe-B/<math>\alpha</math>-Fe</i> .....	1 – 7
2. Tri Marji Atmono, <i>Anisotropi pada Lapisan Tipis Magnetik</i> .....	8 – 15
<b>Makalah Peserta</b>	
3. Dini Zakiah Fathiana dan Djulia Onggo, <i>Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Besi(II) dengan Ligan 3,6-Di-2-Piridil-1-2,4,5-Tetrazin (DPTZ)</i> .....	16 – 20
4. Mujamilah, Evi Yulianti, Sudaryanto, Grace Tj. Sulungbudi dan Ridwan, <i>Penghalusan Serbuk dan Efeknya pada Fasa dan Sifat Magnetik Sistem Magnet Permanen Berbasis <math>Nd_{20}Fe_{14}B</math></i> ...	21 – 24
5. Akmal Johan, Ridwan, Azwar Manaf dan Wisnu Ari Adi, <i>Pengaruh High-Energy Milling Terhadap Sifat Magnetik Bahan Barium Heksaferit (<math>Ba_{0.6}Fe_2O_3</math>)</i> .....	25 – 29
✓ 6. Moh. Toifur, Venty Aghnani Nurhamidy dan Sujatmoko, <i>Penentuan Kehalusan Lapisan Tipis <math>Ni_{80}Fe_{20}</math> Melalui Nilai Kapasitansi Lapisan pada Untai Tapis R-C Lolos Rendah</i> .....	30 – 36
7. Ridwan, Akmal Johan, Mujamilah dan Wisnu Ari Adi, <i>Efek High Energy Milling Terhadap Koersivitas Magnet Intrinsik <math>Ba_{0.6}Fe_2O_3</math></i> .....	37 – 41
8. Setyo Purwanto, I. Sakamoto, M. Koike, H. Tanoue and S. Honda, <i>Magnetic and Structural Studies of FeSi Multilayers Irradiated by Argon Ions</i> .....	42 – 46
9. Grace Tj. Sulungbudi, Mujamilah dan Ridwan, <i>Sintesis <math>\gamma</math>-<math>Fe_2O_3/Fe_3O_4</math> dari Mill Scale Pabrik Baja dengan Metode Presipitasi</i> .....	47 – 51
10. Budhy Kurniawan, Indra Putra Siahainenia, Bambang P.S., Budi Siswanto, Dudung A.K., Muzadi Didik O., Suharno, Adin Sarmawan, Y.E., Gunanto dan Lingga Hermanto, <i>Studi Awal Karakterisasi ESR Sampel Manganat <math>CaMnO_3</math></i> .....	52 – 54
11. M. Ihsan, Sudirman, Mujamilah, Aloma Karo Karo dan Teguh Yulius S.P.P., <i>Ketahanan Korosi Bahan Magnet Berbasis Rigid Bonded Magnet (RBM)</i> .....	55 – 59
12. Taufik A. Bonaedy, Mabe Siahaan dan Azwar Manaf, <i>Analisis Strukturmikro Magnet Permanen Sistem <math>NdFeB-SmCo</math></i> .....	60 – 64
13. Erfan Handoko dan Azwar Manaf, <i>Studi Sifat Magnetik Material Magnet Sinter Nd-Fe-B</i> .....	65 – 71
14. Horasdia Saragih, Ridwan, Mujamilah, Pepen Arifin dan Mohamad Barmawi, <i>Film Tipis Rutile <math>Co-TiO_2</math> yang Ditumbuhkan dengan Teknik MOCVD : Pengaruh Suhu Anil Terhadap Struktur Kristal</i> .....	72 – 77

# PENENTUAN KEHALUSAN LAPISAN TIPIS $Ni_{80}Fe_{20}$ MELALUI NILAI KAPASITANSI LAPISAN PADA UNTAI TAPIS R-C LOLOS RENDAH

Moh. Toifur<sup>1</sup> Venty Aghnani Nurhamidy<sup>1</sup> dan Sujatmoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FMIPA Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta  
Jl. Prof. Dr. Soepomo Janturan Yogyakarta 55164

<sup>2</sup>Puslitbang Teknologi Maju (P3TM) - BATAN  
Babarsari, Kotak Pos : 1008, DI Yogyakarta 55010

## ABSTRAK

**PENENTUAN KEHALUSAN LAPISAN TIPIS  $Ni_{80}Fe_{20}$  MELALUI NILAI KAPASITANSI LAPISAN PADA UNTAI TAPIS R-C LOLOS RENDAH.** Telah dilakukan penelitian tentang watak kapasitif lapisan tipis  $Ni_{80}Fe_{20}$  hasil deposisi dengan teknik *sputtering* pada variasi medan deposisi dari 0 G sampai dengan 600 G. Penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat kehalusan lapisan dengan menentukan nilai kapasitor dalam lapisan jika porositas dalam lapisan diperlakukan sebagai kapasitor, serta unjuk kerja lapisan sebagai tapis lolos rendah. Rangkaian terdiri dari tahanan  $R = 769,9 \Omega$  yang dihubungkan secara seri dengan lapisan dan dipasok tegangan AC dari AFG. Pengamatan watak kapasitif dilakukan pada frekuensi 100 kHz sedangkan pengamatan frekuensi potong dilakukan pada frekuensi 100 kHz sampai dengan 1000 kHz. Tegangan output dan input diamati melalui osiloskop. Dari karakterisasi watak kapasitif menunjukkan bahwa semua lapisan menunjukkan watak kapasitif. Sampel hasil deposisi pada  $B_{dep} = 300$  G memiliki kapasitansi terkecil yaitu 0,09 pF, hal mana menunjukkan lapisan yang paling halus dibanding lapisan yang lain. Lapisan ini dapat menapis frekuensi hingga 253,5 Hz.

**Kata kunci :** Kapasitif, tapis lolos rendah, frekuensi potong

## ABSTRACT

**DETERMINATION OF THE  $Ni_{80}Fe_{20}$  THIN FILM SMOOTHNESS THROUGH THE CAPASITANCE OF FILM IN THE LOW PASS R-C FILTER DEVICE.** Capacitive properties of  $Ni_{80}Fe_{20}$  thin film as the result of dc sputtering on the various deposition field ( $B_{dep}$ ) from 0 up to 600 G was reached. The aim of the research is to determine the smoothness of film with investigating the capacitance due to film porosities, and the performance of film as low pass filter. Device constitute of the resistor  $R = 769.9 \Omega$  serially connected with a film. Device was supplied with AC voltage from AFG. Investigating the capacitive properties was done on the 100 kHz frequency, while investigating the cut-off frequency was done in the range of 100 up to 1000 kHz. The output and input voltage were investigated through oscilloscope. From investigating the capacitive properties show that all samples display capacitive properties. The lowest capacitance according to the sample resulted from deposition on the  $B_{dep}$  of 300 G that is 0.09 pF, which is show the smoothest film compared with others. It is can filter the frequencies up to 253.5 Hz.

**Key words :** Capacitive, low pass filter, cutt-of frequency

## PENDAHULUAN

Salah satu parameter yang menunjukkan kehalusan lapisan tipis yang dihasilkan pada proses deposisi adalah homogenitas lapisan. Pada lapisan yang halus tidak ditemukan atau hanya sedikit ditemukan porositas karena atom-atom tersebar merata pada setiap lokasi pada permukaan substrat. Sebaliknya pada lapisan yang kurang halus, banyak mengandung porositas. Porositas dapat dipandang sebagai rongga-rongga kecil yang berukuran mikron atau lebih kecil lagi. Jika lapisan berasal dari bahan konduktor (logam baik magnetik maupun non magnetik) maka kehadiran porositas (rongga) ini dapat mengganggu proses hantaran arus

listrik sehingga konduktivitas lapisan menyimpang dari konduktivitas normalnya. Untuk lapisan yang sangat tipis maka kehadiran porositas ini dapat tembus pandang sehingga dapat diamati menggunakan alat seperti mikroskop optik.

Jika pada lapisan yang mengandung porositas pada kedua sisinya dicatu dengan sumber tegangan, baik DC maupun AC, maka sisi rongga yang berdekatan dengan kutub positif memiliki potensial yang lebih positif dari sisi rongga yang berdekatan dengan kutub negatif. Akibatnya arus listrik akan mengalir dari kutub positif menuju ke kutub negatif. Jika arus listrik dalam

perjalanannya menumbuk rongga maka sebagian arus akan mencari jalur lain di luar rongga dan sebagian menempati sisi rongga sebagai muatan permukaan (dengan rapat muatan  $\sigma$ ) pada kedua sisi rongga. Akibatnya rongga ini dapat berfungsi sebagai kapasitor (penampung muatan listrik) dan medium di dalam rongga berperan sebagai dielektrikum. Lapisan yang memiliki jumlah rongga banyak dan berukuran rongga besar memiliki kapasitansi ( $C$ ) yang besar sementara pada lapisan yang memiliki jumlah rongga sedikit dan berukuran kecil akan memiliki kapasitansi yang kecil.

Pada makalah ini akan dibahas penentuan nilai kapasitansi lapisan tipis *permalloy* ( $Ni_{80}Fe_{20}$ ) hasil deposisi dengan teknik *sputtering* DC pada variasi medan deposisi. Pendugaan lapisan memiliki watak kapasitif diuji dengan menggunakan rangkaian *filter RC* lolos rendah yang dihubungkan dengan sumber tegangan AC bentuk sinus dari AFG (Audio Frequency Generator) dengan frekuensi yang dapat diatur.

Tegangan output ditampilkan secara visual melalui layar CRO. Jika tegangan output dari lapisan berbentuk gelombang segitiga maka lapisan bersifat kapasitif. Selanjutnya nilai  $C$  dapat ditentukan dengan dua cara yaitu dari nilai konstanta fitting  $B$  yang nilainya sama dengan  $1/RC$  jika data ( $t_p, V$ ) difitting mengikuti persamaan

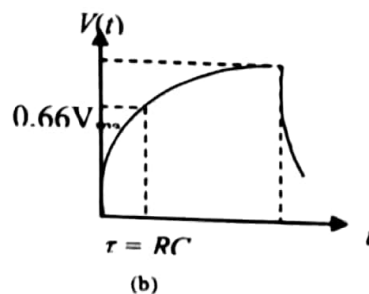
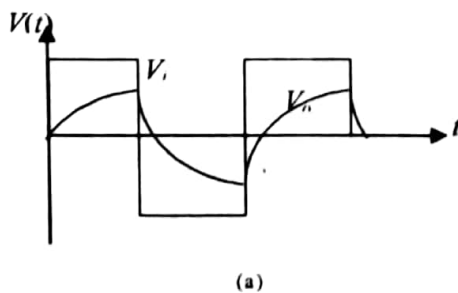
$$y = Ae^{-Bx}$$

dengan  $x = t$  dan  $y = V$ . Yang kedua dari konstanta waktu  $\tau = RC$  yang bersesuaian dengan tegangan  $V = 0,66 V_{max}$  pada kurva  $V$  vs  $t$ .

## TEORI

### Watak Kapasitif Lapisan

Jika pada kapasitor dialiri arus listrik gelombang kotak maka respon arus pada kapasitor tidak lagi berupa gelombang kotak tetapi ada reduksi sehingga menjadi gelombang segitiga (tidak sempurna). Reduksi ini terjadi karena adanya pengisian dan pengosongan kapasitor. Bentuk kurva masukan dan keluaran seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Jika  $V_{max}$  adalah tegangan



Gambar 1. (a) Respon tegangan kapasitor ( $V_o$ ) terhadap tegangan masukan gelombang kotak ( $V_i$ ). (b) Grafik  $V$  vs  $t$  serta posisi  $\tau = RC$  yang bersesuaian dengan  $V = 0,66 V_{max}$ .

input yang diukur dari puncak ke puncak ( $V_{pp}$ ) maka persamaan untuk tegangan keluaran pada kapasitor adalah :

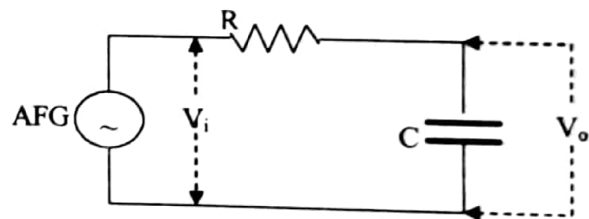
$$V_o(t) = V_{max}(1 - e^{-t/RC}) \dots\dots\dots (1)$$

dengan  $t$  = waktu,  $R$  = resistansi,  $C$  = kapasitansi,  $V_{max}$  = tegangan maksimum. Pada  $t = RC$  atau biasa disebut dengan tetapan waktu (*time constant*,  $\tau$ ), maka persamaan (1) menjadi :

$$V_o(t) = 0,66V_{max} \dots\dots\dots (2)$$

### Rangkaian filter RC Lolos Rendah

Rangkaian *filter RC* lolos rendah merupakan rangkaian elektronik yang dapat meloloskan frekuensi sampai batas tertentu dan mengeblok frekuensi di atasnya (Holko, 2005). Rangkaian *filter RC* lolos rendah terdiri dari  $R$  dan  $C$  yang terusun seri dan dihubungkan dengan sumber tegangan AC berbentuk kotak. Rangkaian ini akan menjadi rangkaian tapis lolos rendah (LPF, *low pass filter*) jika dioperasikan pada kawasan frekuensi yang bertujuan untuk meloloskan sinyal tegangan  $V_i$  pada frekuensi rendah. Gambar 2 menunjukkan rangkaian *filter RC* lolos rendah ini [1,2]



Gambar 2. Rangkaian *filter RC* lolos rendah

Mengingat besarnya reaktansi kapasitif pada kapasitor adalah [3]:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \dots\dots\dots (3)$$

maka pada frekuensi  $\omega$  sangat rendah, reaktansi kapasitif dari kapasitor sangat tinggi, atau dengan kata lain kapasitor bersifat terbuka sehingga  $V_i$  dapat

lolos dengan leluasa. Penguatan yang dialami oleh  $V_i$  dikenal dengan *gain* atau fungsi alih  $G(\omega)$  yang didefinisikan dengan:

$$G(\omega) = \frac{V_o}{V_i} \dots\dots\dots (4)$$

Jika dinyatakan dalam desibel menjadi:

$$G(\omega)(dB) = 20 \log \frac{V_o}{V_i} \dots\dots\dots (5)$$

Kurva fungsi alih  $G(\omega)$  vs  $\omega$  jika diplot dalam skala logaritma disebut dengan kurva tanggap amplitudo [4]. Batas frekuensi  $V_i$  yang dikuatkan disebut frekuensi potong ( $f_p$ ) yaitu frekuensi dimana nilai  $G(\omega) = -3$  dB.

Pada prakteknya komponen  $C$  pada Gambar 2 dapat digantikan lapisan tipis dimana lapisan ini mengandung resistor ( $R_L$ ) dan kapasitor. Oleh karena itu tahanan total dalam rangkaian terdiri dari  $R_0$  dan  $R_L$  sehingga  $R$  totalnya adalah jumlah dari keduanya.

$$R = R_0 + R_L \dots\dots\dots (6)$$

dengan  $R_0$  = tahanan beban diluar lapisan dan  $R_L$  = tahanan pada lapisan. Tahanan lapisan ( $R_L$ ) dapat berasal dari struktur kristal atom-atom pada lapisan yang tidak sempurna, getaran atom lapisan karena suhu serta kemungkinan adanya *impurity* pada lapisan. Selain itu pada alapisan magnetik juga terdapat  $R$  tambahan yaitu yang berasal dari interaksi elektron konduksi dari arus listrik dengan elektron valensi pada bahan magnetik jika *spin-spinnya* saling berlawanan.

**Penentuan Kapasitansi Lapisan**

Dari persamaan (1) dapat dilakukan *fitting* data data waktu terhadap tegangan ( $t_p, V_i$ ) menurut pers.

$$y = y_0 + Ae^{-Bx} \dots\dots\dots (7)$$

dengan  $x = t$  dan  $y = V$ . Dari *fitting* data ini diperoleh konstanta-konstanta *fitting*  $A$  dan  $B$ . Nilai  $B = 1/RC$ . Dengan memasukkan nilai  $R$  menurut persamaan (6) maka dapat ditentukan nilai  $C$ :

$$C = \frac{1}{B(R_0 + R_L)} \dots\dots\dots (8)$$

Cara yang lain untuk menentukan  $C$  adalah dengan menentukan nilai konstanta waktu  $\tau$  yang bersesuaian dengan tegangan  $0,66 V_{max}$  sebagaimana diungkapkan pada pers.amaan (2). Jika  $\tau$  dan  $R$  diketahui maka:

$$C = \tau R \dots\dots\dots (9)$$

**Penentuan Pita Frekuensi Tapis Lolos Rendah**

Penentuan lebar pita frekuensi yang diloloskan dapat ditentukan dengan menggambar grafik  $G(\omega)$  vs  $\omega$ . Frekuensi yang bersesuaian dengan  $G(\omega) = -3$ dB merupakan frekuensi potong ( $f_p$ ). Lebar pita frekuensi dimulai dari frekuensi terendah sampai  $f_p$  ini.

**METODE PERCOBAAN**

**Bahan**

Bahan yang diteliti adalah lapisan tipis yang digunakan pada penelitian ini adalah lapisan tipis *permalloy* hasil deposisi dengan teknik *sputtering* pada variasi medan deposisi dari 50 s/d 600 G yang dilapiskan diatas substrat gelas.

**Alat**

Peralatan pokok yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: AFG sebagai sumber tegangan AC menggunakan frekuensi dari 100 kHz sampai dengan 1000 kHz, mikroskop optik dengan perbesaran 40 kali untuk mengamati tampang permukaan lapisan. Sistem kerja mikroskop ini telah terkomputerisasi sehingga gambarnya dapat disimpan dalam bentuk *file*, osiloskop untuk mengamati bentuk gelombang *input* AFG dan *output* pada lapisan. Untuk mengamati tegangan input, tegangan output serta mengukur resistansi lapisan digunakan Multimaster Digital 570 merk True RMS produksi Extech Instrument. Selain itu untuk memotret isyarat keluaran dari osiloskop digunakan kamera digital merk Nixon E4300, produksi Nixon Corp. Japan, *probe* dua titik untuk memberi fasilitas catu tegangan pada lapisan, potensiometer untuk menentukan besarnya  $R$  yang sesuai dengan kebutuhan setelah dirangkai bersama-sama lapisan pada rangkaian tapis lolos rendah. Selain alat-alat tersebut juga digunakan *software* untuk *memfitting* data  $V_o$  terhadap  $t$  menurut persamaan (7) dengan menggunakan program "Igor".

**Cara Kerja**

Penelitian dilaksanakan melalui prosedur sebagai berikut :

- a. Tampang permukaan lapisan tipis  $Ni_{80}Fe_{20}$  dipotret dengan mikroskop optik dan disimpan dengan nama *file* tertentu.
- b. Membuat rangkaian *filter* lolos rendah sebagaimana rangkaian Gambar 2 dengan memasang lapisan sebagai kapasitor dan menghubungkan dengan sumber tegangan AC dari AFG pada frekuensi 100 kHz. Pengamatan tegangan input dan output dilakukan dengan osiloskop pada mode dual (XY) agar supaya  $V_i$  dan  $V_o$  dapat terbedakan secara jelas.



- Selanjutnya tampilan pada layar CRO dipotret dengan kamera digital. Sementara itu pengukuran tahanan lapisan dilakukan dengan multimaster.
- Frekuensi pada AFG diubah pada interval 100 kHz sampai dengan 1000 kHz dan setiap kali mengubah frekuensi maka tegangan masukan ( $V_i$ ) dan tegangan keluaran ( $V_o$ ) diukur dengan multimaster. Dari data ini dapat diplot kurva tanggap amplitudo  $G(\omega)$  terhadap  $\omega$ .
  - Mengulangi prosedur a sampai dengan c untuk sampel yang lain.

### Analisis Data

Pertama dibuktikan dulu adanya porositas pada lapisan. Ini dapat dilihat dari fotograf sampel yang dipotret dengan mikroskop optik. Selanjutnya dari gambar ini secara kualitatif diamati pengaruh  $B_{dep}$  terhadap jumlah porositas. Dari nilai  $C$  masing-masing sampel (yang telah dihitung menggunakan persamaan (8) dan persamaan (9) diplot grafik  $C$  vs  $B_{dep}$ . Dari grafik tersebut dianalisis pengaruh  $B_{dep}$  terhadap nilai  $C$  lapisan. Nilai-nilai  $C$  yang diperoleh dari kedua cara tersebut dibandingkan untuk mengetahui kesalahan relatif cara kedua terhadap cara pertama. Lebar frekuensi yang diloloskan ditentukan dari gambar  $G(\omega)$  vs  $\omega, f_p$  merupakan  $f$  pada  $G(\omega) = -3$  dB.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Foto Mikroskop Optik Lapisan Tipis $Ni_{80}Fe_{20}$

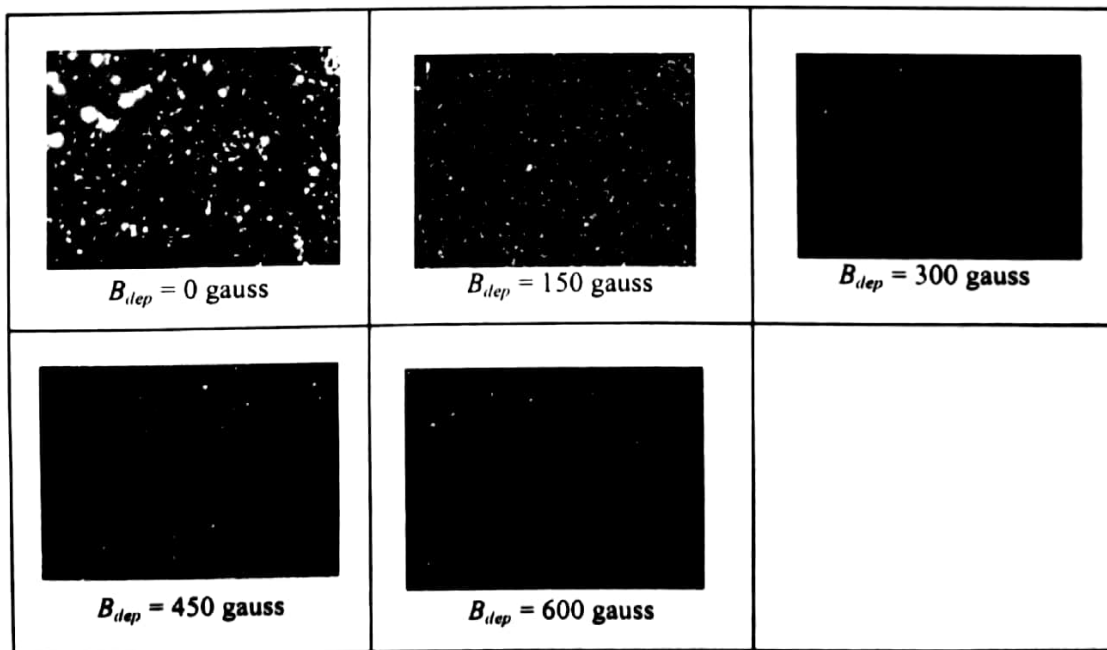
Pada Gambar 3 ditampilkan foto lapisan tipis  $Ni_{80}Fe_{20}$  hasil deposisi dengan teknik *sputtering* pada

variasi medan deposisi dari 0 gauss sampai dengan 600 gauss yang diambil dengan mikroskop optik. Garis hitam di bagian bawah gambar merupakan ukuran panjang 1 mm. Dari gambar tersebut tampak bahwa semua lapisan mengandung lubang (porositas). Besar medan deposisi berpengaruh jumlah porositas.

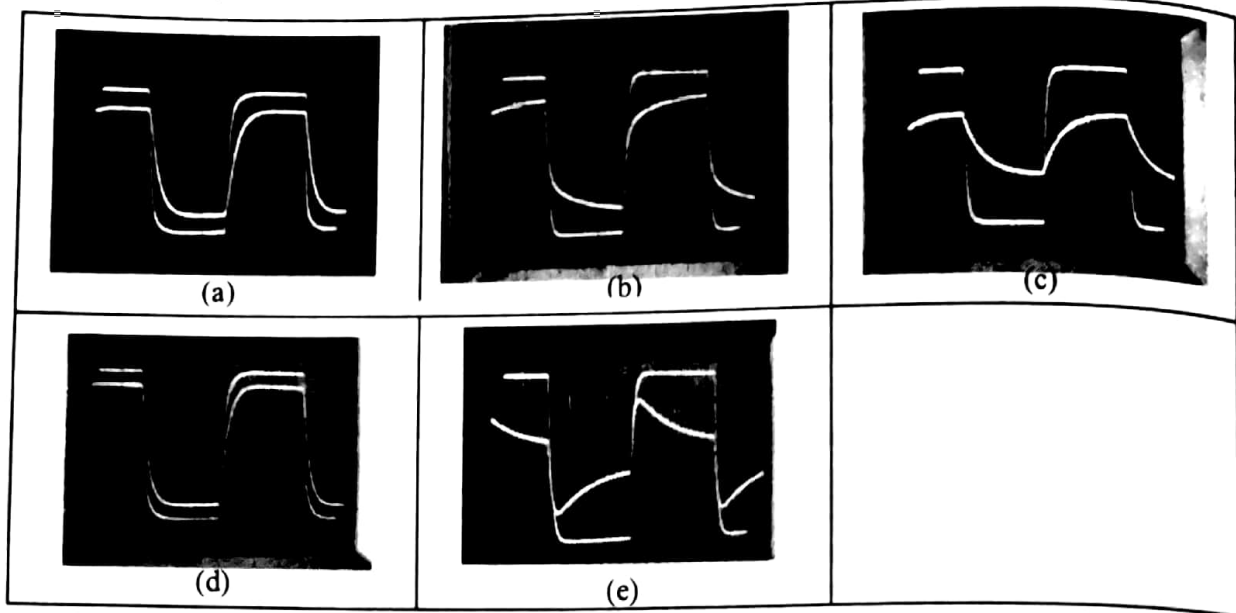
Dari medan deposisi 0 gauss sampai dengan 300 gauss permukaan lapisan semakin halus yang ditandai dengan semakin sedikit serta semakin kecil ukuran rata-rata dari porositas. Pada medan deposisi dari 300 gauss sampai dengan 600 gauss permukaan lapisan tampak semakin kasar. Dengan demikian  $B_{dep}$  optimal untuk menghasilkan permukaan lapisan paling halus yaitu 300 gauss. Diperkirakan nilai  $C$  lapisan ini paling kecil dibanding lapisan yang lain.

### Watak Kapasitif Lapisan

Pada Gambar 4 ditampilkan foto kurva  $V$  terhadap  $t$  dari masing-masing lapisan pada layar osiloskop. Gambar diambil pada frekuensi 100 KHz. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semua lapisan menampilkan watak kapasitif yang ditandai dengan adanya perubahan bentuk isyarat masukan yang berupa gelombang kotak menjadi berbentuk gelombang segitiga tak sempurna pada isyarat keluaran. Bentuk gelombang keluaran seperti tersebut menandakan pada lapisan terjadi pengisian dan pengosongan muatan. Khusus untuk lapisan yang ke lima [Gambar 4(e)] yaitu lapisan yang dihasilkan pada medan deposisi 600 gauss, isyarat keluarannya seperti pada kapasitor jika dirangkai mengikuti rangkaian *filter RC* tapis lolos tinggi (HPF). Lapisan ini tidak diteliti lebih



Gambar 3. Foto tampak lintang lapisan tipis  $Ni_{80}Fe_{20}$  hasil deposisi pada variasi medan deposisi ( $B_{dep}$ ) yang diambil dengan menggunakan mikroskop optik pada perbesaran 40 x. Garis hitam merupakan ukuran panjang 1 mm



Gambar 4. Isyarat masukan dan keluaran lapisan hasil deposisi pada berbagai  $B_{dep}$  pada rangkaian filter lolos rendah dengan tegangan input berbentuk gelombang kotak. (a) 0 G, (b) 150 G, (c) 300 G, (d) 450 G, (e) 600 G.

Tabel 1. Persamaan fitting set data ( $t_i$ ,  $V_i$ ) lapisan hasil deposisi pada variasi  $B_{dep}$

$B_{dep}$ (G)	Persamaan fitting	$R$ ( $\Omega$ )	C dari konstanta fitting B (pF)	C' dari konstanta waktu $\tau$ (pF)	$\frac{\Delta C'}{C'} \times 100\%$
0	$V(t) = 4,56 - 5,078e^{-4718800t}$	4654,6	45,53	60,91	25,25
150	$V(t) = 0,82 - 0,83e^{-4821800t}$	146139,6	1,42	1,48	4,16
300	$V(t) = 4,50 - 4,50e^{-1333200t}$	7938770	0,09	0,10	8,19
450	$V(t) = 9,25 - 10,87e^{-3343000t}$	177829,6	1,78	2,49	32,47
600	$V(t) = 7,4 - 8,06e^{-4.42740t}$	1078,6	2093,99	2614,40	19,91

lanjut karena memerlukan dukungan teori selain filter RC lolos rendah.

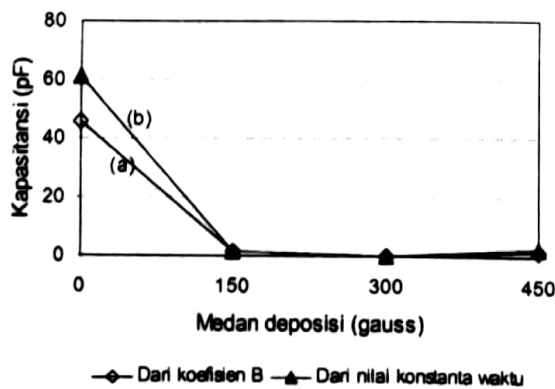
Selanjutnya dengan melihat perubahan tingkat kelengkungan  $V_o$  serta nilai  $V_{mak}$  dari masing-masing grafik tampak bahwa medan deposisi berpengaruh pada nilai C masing-masing lapisan. Pada kurva  $V_o$  yang landai maka nilai  $1/RC$  besar atau nilai C kecil. Sebaliknya pada

kurva  $V_o$  yang curam maka nilai C besar. Untuk mengetahui secara kuantitatif nilai C maka pada subbagian 4 ditampilkan hasil fitting data V terhadap t masing-masing sampel.

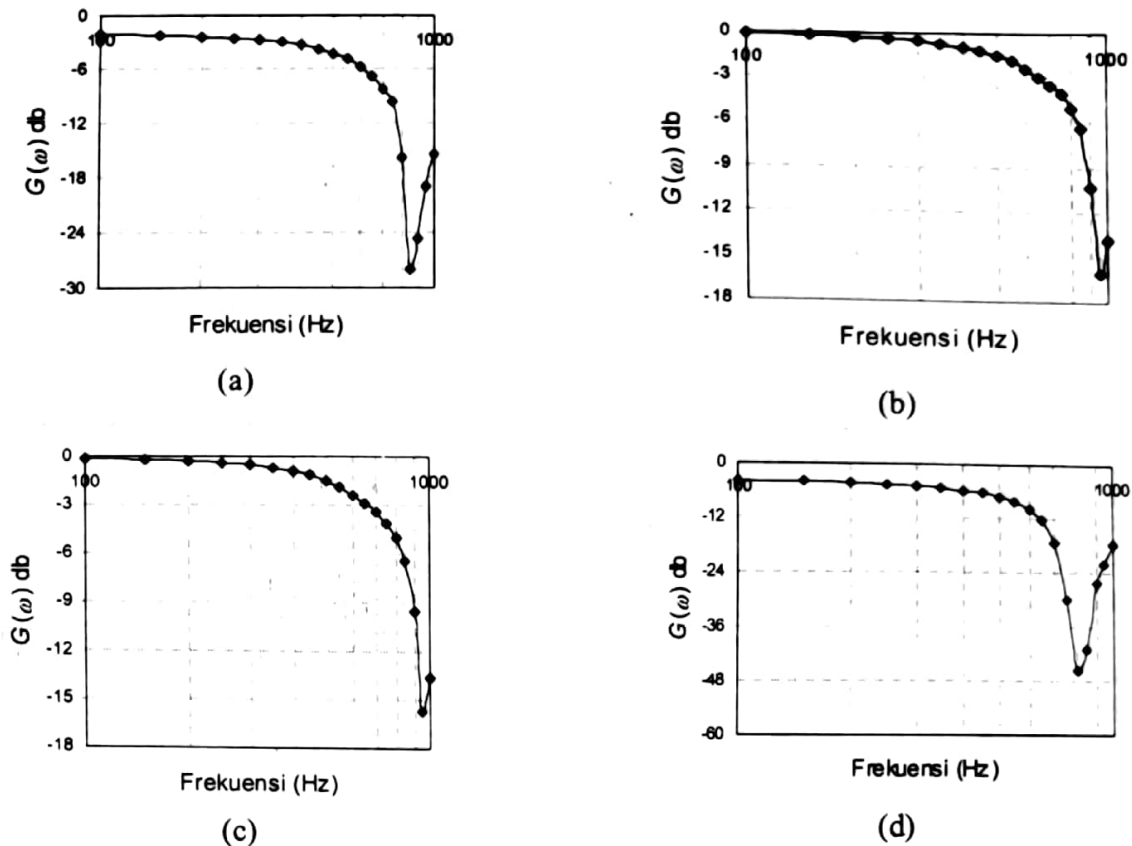
### Kapasitansi Lapisan

Pada Tabel 1 ditampilkan persamaan kurva hasil fitting data  $V_i$  vs  $t_i$  untuk masing-masing sampel menurut persamaan (7). Dari nilai B masing-masing persamaan, melalui persamaan (8) dan persamaan (9) dengan mengambil R sebagaimana ditampilkan pada kolom 4 Tabel 1 maka diperoleh nilai C seperti pada kolom 5 dan kolom 6.

Dari kolom 5 tampak bahwa nilai kapasitansi masing-masing lapisan cukup kecil yaitu berorde  $10^{-1}$  pF sampai dengan  $10^3$  pF. Grafik yang melukiskan kaitan antara kapasitansi (C) lapisan dengan medan deposisi ( $B_{dep}$ ) dapat dilihat pada Gambar 5. Tampak bahwa besarnya medan deposisi berpengaruh terhadap besarnya nilai C. Dari medan deposisi 0 G sampai dengan 300 G, nilai C turun dari 45,53 pF menjadi 0,09 pF. Pada medan deposisi 300 G sampai dengan



Gambar 5. Grafik hubungan antara kapasitansi dan medan deposisi. (a) Nilai C yang dihitung dari konstantan fitting B, (b) Nilai C yang dihitung dari konstanta waktu  $\tau$ .



Gambar 6. Fungsi alih lapisan  $Ni_{80}Fe_{20}$  dalam skala logaritma dengan variasi besar medan deposisi: (a) 0 G, (b) 150 G, (c) 300 G, (d) 450 G.

450 G, nilai  $C$  naik dari  $0,09 \times pF$  menjadi  $2093,99 pF$ . Hal ini menunjukkan bahwa medan  $B_{dep} = 300$  G merupakan medan optimum untuk menghasilkan lapisan paling halus dan paling sedikit mengandung porositas relatif terhadap lapisan yang lain. Hasil ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada fotograf tampak permukaan sampel di atas (sub bagian C.1).

### Tanggap Amplitudo

Pada Gambar 6 ditampilkan grafik  $G(\omega)$  terhadap  $f$  masing-masing sampel yang diamati pada rentang frekuensi dari 100 kHz sampai dengan 1 MHz.

Hasilnya semua lapisan menampilkan sifatnya sebagai tapis lolos rendah. Pada nilai  $R$  sebagaimana ditampilkan pada kolom 3 Tabel 1 maka frekuensi potong untuk masing-masing sampel sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2. Melihat pada ujung kurva pada Gambar 6 masih mengalami kenaikan maka ada kemungkinan lapisan bukan hanya sebagai tapis lolos

Tabel 2. Frekuensi potong lapisan tipis  $Ni_{80}Fe_{20}$ .

No	$B_{dep}$ (G)	Frekuensi potong $f_p$ (Hz)
1	0	336,1
2	150	650,2
3	300	253,5
4	450	Tidak diketahui karena $G(\omega) = -3$ dB terletak pada frek. < 100 kHz

rendah namun menjadi tapis tolak pita frekuensi tertentu (*band rejection filter*) yaitu jika  $G(\omega)$  naik sampai melampaui -3 dB. Pada penelitian ini frekuensi dijalankan hingga 1 MHz disebabkan keterbatasan frekuensi osilator yang dimiliki.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dikemukakan di atas maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Lapisan tipis  $Ni_{80}Fe_{20}$  hasil deposisi pada berbagai medan deposisi memiliki sifat kapasitif. Kapasitansi terkecil bersesuaian dengan  $B_{dep} = 300$  G yaitu  $0,09 pF$  hal mana menunjukkan lapisan ini paling halus dibanding lapisan yang lain.
2. Dengan memperlakukan lapisan sebagai kapasitor pada rangkaian  $RC$  maka lapisan dapat berfungsi sebagai tapis lolos rendah. Frekuensi potong untuk lapisan hasil deposisi pada  $B_{dep} = 300$  G adalah  $253,5$  Hz.

### Saran

Untuk mengetahui kemungkinan adanya perilaku lapisan sebagai *band rejection filter* maka pengamatan  $G(\omega)$  perlu dilanjutkan pada frekuensi yang lebih besar

dari 1 MHz. Demikian pula untuk menentukan besar  $G(\omega)$  untuk sampel hasil deposisi pada  $B_{dep} = 450$  G, perlu dilakukan pengamatan  $G(\omega)$  pada frekuensi yang lebih kecil dari 100 kHz.

## DAFTARACUAN

- [1]. OPPENHEIM, A.V., and SCHAFER, R.W. *Discrete-time signal processing*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, (1989)
- [2]. HARYADI, B., *Perancangan Sistem Deteksi Irama Jantung Berbasis Komputer Mikro*, Skripsi S-1, FMIPA UAD, Yogyakarta, (2002)
- [3]. LESURF, J. [jcgl@st-and.ac.uk](mailto:jcgl@st-and.ac.uk), University of St. Andrews, Fife KY 16 9SS, Scotland, (2004)
- [4]. SUTRISNO, *Elektronika Teori Dasar dan Penerapannya*, Penerbit ITB, Bandung, (1986)
- [5]. HOLKO. R., *Introduction to Metal Detector Filters*, ....Lesurf, J. 2004, [jcgl@st-and.ac.uk](mailto:jcgl@st-and.ac.uk), University of St. Andrews, St Andrews, Fife KY16 9SS, Scotland, (2005)
- [6]. Wolfe, J., <http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/RCfilters.html>

## TANYAJAWAB

Achmad Hindasyah, (P3IB - BATAN)

### Pertanyaan

1. Kenapa sinyal keluaran pada 300 Gaus di osciloscop lebih kecil dari sinar masukan. Apakah terjadi pembebanan.
2. Bagaimana cara melihat  $t = RC$  dari grafik yang ditampilkan .

### Jawaban

1. Sinyal keluaran untuk sampel pada  $B_{dep} = 300$  G lebih kecil dari dari sinyal masukan menunjukkan bahwa untuk mencapai keadaan jenuh muatan listrik diperlukan waktu yang lebih lama. Penyebabnya adalah besarnya beban (tahanan) pada lapisan tersebut yaitu :

$$X_C = \frac{BR}{W} = 105,83 \text{ M}\Omega$$

2. Cara melihat  $t = RC$  dari grafik adalah dengan *menfitting* data  $(t_i, V_i)$  menurut persamaan  $Y = Y_0 + Ae^{-Bx}$  dengan  $Y = V$  dan  $x = t$ . Persamaan tersebut sama dengan bentuk tegangan keluran pada kapasitor :

$$V(t) = V_{max}(1 - e^{-t/RC})$$

Pada  $t=RC$  persamaan menjadi :

$V(t) = V_{max}(1 - 1/e) = 0,66 V_{max}$  maka  $t$  yang bersesuaian dengan nilai ini adalah  $RC$ . Dengan diketahui nilai  $R = R_0 + R_L$  ( $R$  luar +  $R$  lapisan) maka  $C$  dapat ditentukan.