BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

LISTRIK MAGNET

SEMESTER GANJIL T.A. 2018/2019

Disusun Oleh:

NURUN NAYIROH, M.Si

LABORATORIUM ELEKTROMAGNETIK
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah senantiasa memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Buku Petunjuk Praktikum Listrik Magnet ini dengan lancar.

Diktat ini disusun sebagai buku panduan atau pegangan Praktikum Listrik Magnet di lingkungan Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dengan materi yang telah disesuaikan dengan Mata Kuliah Listrik Magnet. Diktat ini merupakan hasil penyempurnaan dari buku diktat sebelumnya (edisi revisi ke-3) ditambah dengan beberapa hal yang baru.

Tujuan penyusunan diktat ini adalah untuk membantu para asisten dan mahasiswa dalam mengikuti kegiatan praktikum dengan baik dan benar sekaligus untuk menambah wawasan terhadap teori yang telah didapatkan dalam perkuliahan serta membantu menambah ketrampilan mahasiswa dalam melakukan kerja di laboratorium.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh Laboran dan Kepala Laboratorium Fisika beserta seluruh pihak yang telah membantu penyusunan diktat ini. Akhirnya, penulis menyadari bahwa diktat ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk penyempurnaan diktat berikutnya.

Malang, Agustus 2018
Penyusun

TATA TERTIB PRAKTIKUM

Setiap praktikan yang melakukan praktikum Listrik Magnet di Laboratorium Elektromagnetik Jurusan Fisika diwajibkan mematuhi tata tertib berikut :

1. Praktikan harus sudah siap menjalankan praktikum lima menit sebelum acara praktikum dimulai.
2. Pada saat melakukan praktikum diharuskan memakai jas praktikum.
3. Setiap praktikan diharuskan membaca dengan teliti petunjuk praktikum yang akan dilakukan dan membuat ringkasan cara kerja praktikum (password masuk: Tujuan praktikum, landasan teori, metodologi eksperimen, dan daftar pustaka) yang akan dilaksanakan pada saat itu.
4. Sebelum praktikum dimulai pada setiap awal praktikum akan didakan pre-tes.
5. Dilarang makan dan minum di saat kegiatan praktikum.
6. Laporan sementara dibuat pada saat praktikum dan pada saat praktikum akan usai dimintakan persetujuan Asisten praktikum.
7. Setiap selesai praktikum akan diadakan post-test.
8. Laporan resmi praktikum dikumpulkan pada setiap awal praktikum berikutnya.
9. Setelah usai praktikum setiap kelompok bertanggung jawab terhadap keutuhan dan kebersihan alat-alat dan fasilitas kemudian mengisi buku log penggunaan alat-alat praktikum.
10. Bagi praktikan yang berhalangan hadir diharuskan membuat surat ijin dan apabila sakit harus dilampiri surat keterangan dokter.
11. Ketentuan yang belum tercantum dalam tata tertib ini apabila perlu akan ditentukan kemudian.

PJ.Praktikum Listrik Magnet

Nurun Nayiroh, M.Si
NIP.19850312 201101 2 018

DAFTAR ISI

		Halaman
1. Sampul		1
2. Kata Pengantar		2
3. Tata Tertib Praktikum		3
4. Daftar Isi		4
5. LM-1	Medan Magnet dari Sepasang Kumparan dalam Susunan Helmhotz	5
6. LM-2	Konstanta Dielektrik Pada Bahan Yang Berbeda-beda	14
7. LM-3	Induktansi Pada Solenoida	21
8. LM-4	Impuls Induksi Menggunakan Cobra3	26
9. Daftar Pustaka		30
10. Sistematika Laporan		31
11. Laporan Sementara		32

LM - 1

MEDAN MAGNET DARI SEPASANG KUMPARAN DALAM SUSUNAN HELMHOTZ

I. TUJUAN

1. Mengukur densitas fluks megnetik di sepanjang sumbu z dari plat kumparan ketika jarak keduanya a=R (R= jari-jari kumparan) dan ketika jarak a < R dan a > R.
2. Mengukur distribusi ruang dari densitas fluks megnetik ketika jarak antara kumparan a=R dengan menggunakan simetri rotasi pada pengaturan:
   a. Pengukuran pada komponen aksial *Bz*.
   b. Pengukuran pada komponen radial *Br*.
3. Menentukan komponen radial Br' dan Br" dari 2 kumparan individu pada bidang tengah diantara keduanya dan untuk mendemonstrasikan overlap dari dua medan pada saat *Br*=0.

II. DASAR TEORI

Dari persamaan Maxwell:

$$\oint_K \bar{H} ds = I + \int_F \bar{D} d f \qquad (1)$$

dimana K adalah kurva tertutup sekitar daerah *F*, kita peroleh untuk arus DC (D=0), hukum fluks magnetik:

$$\oint_K \bar{H} ds = I \qquad (2)$$

Yang sering ditulis untuk tujuan praktis dalam bentuk hukum Biot-savart berikut:

$$d\bar{H} = \frac{1}{4\pi} \frac{dl \times \bar{\rho}}{\bar{\rho}^3} \qquad (3)$$

dimana ρ adalah vektor dari elemen konduktor d*l* untuk pengukuran titik dan d*H* tegak lurus terhadap kedua vektor tersebut.

Kuat medan sepanjang sumbu konduktor lingkaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3) dan berdasarkan Gambar (1).

Vektor d*l* tegak lurus, dan ρ dan d*H* miring terhadap bidang sketsa, sehingga

$$dH = \frac{1}{4\pi\rho^2} dl = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{dl}{R^2 + z^2} \qquad (4)$$

d*H* dapat diselesaikan ke dalam komponen radial d*Hr* dan aksial d*Hz*.

Komponen d*Hz* mempunyai arah yang sama untuk semua elemen konduktor dl dan kuantitas ditambahkan, komponen d*Hr* saling menghilangkan antara yang satu dengan yang lainnya dalam berpasangan.

Oleh karena itu,

Hr=0 (5)

dan

$$H(z) = H_z(z) = \frac{I}{2} \cdot \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \qquad (6)$$

Sepanjang sumbu loop kawat, sedangkan densitas fluks magnetik:

$$B(z) = \frac{\mu_0 . I}{2} \cdot \frac{R^2}{\left(R^2 + z^2\right)^{3/2}} \qquad (7)$$

Medan magnet dari kumparan flat diperoleh dengan cara mengalikan pers. (6) dengan jumlah lilitan (*N*).

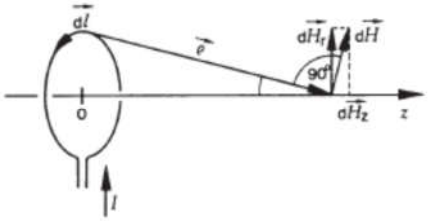
Oleh karena itu densitas fluks magnetik sepanjang sumbu dari dua kumparan identik pada jarak pisah *a* adalah

$$B(z, r = 0) = \frac{\mu_0 . IN}{2R} \cdot \left(\frac{1}{\left(1 + A_2^2\right)^{3/2}} + \frac{1}{\left(1 + A_2^2\right)^{3/2}} \right) \qquad (8)$$

Dimana

$$A_1 = \frac{z + \alpha/2}{R}, \; A_2 = \frac{z + \alpha/2}{R}$$

Dimana *z*=0, densitas fluks mempunyai nilai maksimum ketika a<R dan nilai minimum ketika a>R.

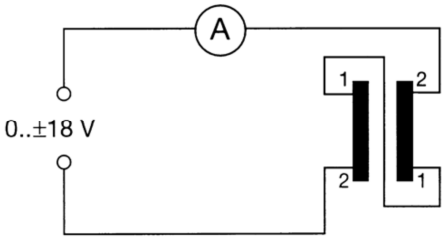


Gambar 1. Sketsa untuk membantu perhitungan kuat medan sepanjang sumbu sebuah loop kawat.

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan bahan

1.	Sepasang kumparan Helmholtz	06960.00	1 buah
2.	Power supply, universal	13500.93	1 buah
3.	Multimeter digital	07134.00	1 buah
4.	Teslameter, digital	13610.93	1 buah
5.	Hall probe, axial	13610.01	1 buah
6.	Skala pengukur, demo, l = 1000 mm	03001.00	2 buah
7.	Barrel base -PASS-	02006.55	1 buah
8.	Batang pendukung -PASS-, l = 250 mm	02025.55	1 buah
9.	Klem sudut kanan -PASS-	02040.55	1 buah
10.	Klem-G	02014.00	3 buah
11.	Kabel penghubung, l = 750 mm, biru	07362.04	1 buah
12.	Kabel penghubung, l = 750 mm, merah	07362.01	3 buah

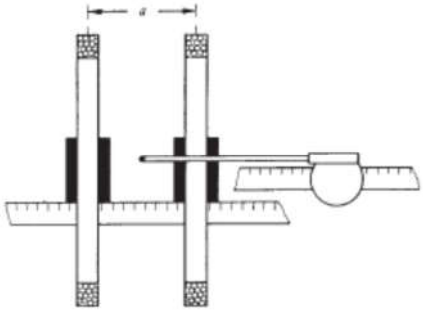


Gambar 2. Diagram kawat untuk kumparan Helmhotz.

Gambar 3. Rangkaian alat untuk mengukur medan magnet.

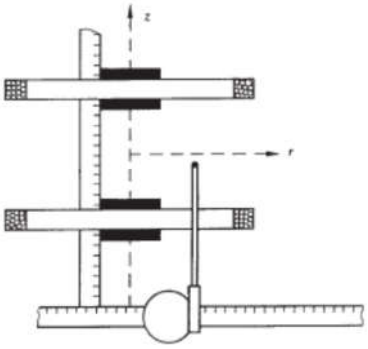
B. Langkah percobaan

1. Rangkailah alat percobaan seperti pada Gambar 3.
2. Hubungkan dua koil secara seri dengan multimeter digital dan power supply, arus yang digunakan tidak boleh melebihi 3,5A (operasikan power supply sebagai sumber arus yang konstan).
3. Letakkan penggaris pada meja percobaan.
4. Ukurlah densitas fluks dengan menggunakan Hall probe aksial. Densitas fluks magnetik tidak bergantung pada sudut φ, jadi hanya komponen *Bz (z, r)* dan *Br (z, r)* yang diukur.
5. Aturlah posisi kumparan, Hall probe dan penggaris seperti pada Gambar 3 kemudian ukurlah hubungan *B(z, r=0)* ketika jarak antara kumparan a=R, a=R/2 dan a=2R.

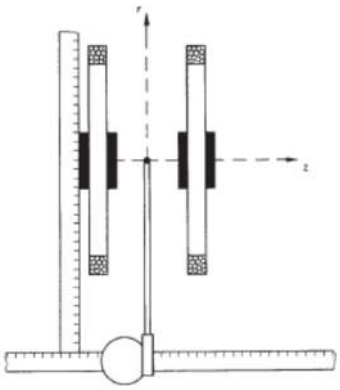


Gambar 3. Mengukur *B(z, r=0)* pada jarak a yang berbeda-beda di antara kumparan.

6. Ketika jarak kumparan a=R dapat dihubungkan bersama-sama dengan spacer (pengatur jarak)
   a. Ukurlah *Bz(z,r)* sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4. Atur koordinat *r* dengan menggerakkan probe dan koordinat *z* dengan menggerakkan kumparan. Periksalah: densitas fluks harus memiliki nilai maksimum pada titik (*z=0, r=0*).
   b. Putar sepasang kumparan sebesar 90° (Gambar 5). Periksalah probe: pada bidang *z*=0, *Bz* harus sama dengan nol.



Gambar 4. Mengukur *Bz(z,r)*.



Gambar 5. Mengukur *Br(z,r)*.

7. Ukurlah komponen radial dari medan individu pada *z*=0 dengan rangkaian pendek yang pertama satu kumparan, kemudian dilanjutkan kumparan yang lainnya.

C. Tabel Data Percobaan

B(r=0) sebagai fungsi *z* dengan parameter a = ½R

No.	*z* (mm)	B(mT)
1.		

B(r=0) sebagai fungsi *z* dengan parameter a = R

No.	*z* (mm)	B(mT)
1.		

B(r=0) sebagai fungsi *z* dengan parameter a = 2R

No.	*z* (mm)	B(mT)
1.		

$B_z(z)$ dengan r = 0 mm (hanya kuadran positif)

No.	z (mm)	B (mT)
1.		

$B_z(z)$ dengan r = 100 mm (hanya kuadran positif)

No.	z (mm)	B (mT)
1.		

$B_z(z)$ dengan r = 140 mm (hanya kuadran positif)

No.	z (mm)	B (mT)
1.		

$B_z(z)$ dengan r = 160 mm (hanya kuadran positif)

No.	z (mm)	B (mT)
1.		

$B_r(z)$ dengan r = 0 mm (hanya kuadran positif)

No.	z (mm)	B (mT)
1.		

$B_r(z)$ dengan r = 100 mm (hanya kuadran positif)

No.	z (mm)	B (mT)
1.		

$B_r(z)$ dengan r = 140 mm (hanya kuadran positif)

No.	z (mm)	B (mT)
1.		

$B_r(z)$ dengan r = 160 mm (hanya kuadran positif)

No.	z (mm)	B (mT)
1.		

Komponen radial *Br'(r)* dan *Br'' (r)* pada dua kompuran ketika z=0

Kumparan 1

No.	r (mm)	*Br* (mT)
1.		

Kumparan 2

No.	*r* (mm)	*Br* (mT)
1.		

LM - 2

KONSTANTA DIELEKTRIK
PADA BAHAN-BAHAN YANG BERBEDA

I. TUJUAN PERCOBAAN

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah untuk:

1. Mengukur hubungan muatan Q dan tegangan U menggunakan sebuah pelat kapasitor.
2. Menentukan konstanta dielektrik (ε) dari hubungan yang diperoleh pada tujuan poin (*a*).
3. Menghitung muatan pelat kapasitor sebagai fungsi invers dari jarak antar kedua pelat dengan tegangan konstan.
4. Mengukur hubungan antara muatan Q dan tegangan U dengan menggunakan plat kapasitor, antara plat-plat kapasitor dengan bahan dielektrik padat yang berbeda-beda.

II. DASAR TEORI

Kapasitor adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyimpan energi listrik. sebuah kapasitor terdiri atas dua konduktor yang dipisahkan oleh suatu isolator. Kapasitansi dari dari kapasitor bergantung pada geometri dan pada bahannya, yang dikenal dengan istilah dielektrik, yang memisahkan konduktor-konduktornya. Dielektrik adalah bahan non-konduktor, seperti karet, gelas atau kertas lilin. Ketika suatu bahan dielektrik diamsukkan di antara keping-keping kapasitor, kapasitansinya akan meningkat.

Proses elektrostatis pada ruang hampa dideskripsikan dengan integral rumus persamaan Maxwel berikut:

$$\overline{E}\,\overline{dA} = \frac{Q}{\varepsilon_0} \qquad (1)$$

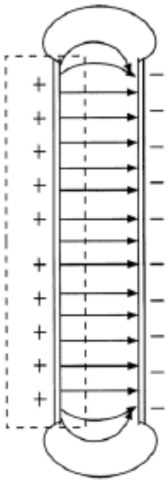
$$\oint \overline{E}\,\overline{dS} = 0 \qquad (2)$$

Dimana E adalah intensitas medan listrik, Q muatan tertutup oleh permukaaan tertutup A, ε_0 kontanta dielektrik dan s adalah lintasan tertutup.

Jika tegangan Uc diberikan antara kedua plat kapasitor, suatu medan listrik E akan terbentuk di antara kedua plat, yang didefinisikan dengan:

$$Uc = \int_1^2 \overline{E}\,\overline{dr}$$

Karena medan listrik, muatan elektrotatis tanda berlawanan tertarik terhadap permukaan kapasitor. Sebagai sumber tegangan yang tidak menghasilkan muatan, tetapi hanya dapat memisahkannya, nilai-nilai absolut dari muatan induksi elektrostatis yang berlawanan harus sama.



Gambar 1. Medan listrik plate kapasitor dengan jarak kecil di antara plate-plate, sebagai perbandingan untuk diameter plate. Garis putus-putus mengindikasikan volume integrasi.

Dengan asumsi garis-garis medan dari medan listrik selalu menjadi tegak lurus pada permukaan kapasitor permukaan *A*, karena simetri yang didapat diverifikasikan untuk eksperimen pada jarak di antara pelat kapasitor, dari prsamaan (1)

$$\frac{Q}{\varepsilon_0} = E.A = U_c.A.\frac{1}{d} \qquad (3)$$

Volume ditunjukan pada Gambar 1 yang hanya melapisi 1 plat kapasitor, diambil volume integrasi, sebagai permukaan dalam kapasitor dapat dipindahkan tanpa perubahan fluks, dimana bidang kapasitor homogen. Kedua aliran dan medan listrik *E* di luar kapasitor adalah nol, karena untuk volume senbarang yang menyertakan kedua plat kapasitas tertutup, muatan total nol. Muatan *Q* dari kapasitor sebanding dengan tegangan, perbandingan konstanta *c* disebut kapasitansi dari kapasitor.

$$Q = CU_c = \varepsilon_0 \frac{A}{d} U_c \qquad (4)$$

Persamaan (4) lebih jauh menunjukkan bahwa kapasitansi *C* dari kapasitor berbanding terbalik dengan jarak antara plat *d*:

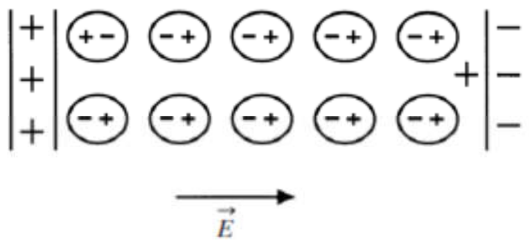
$$C = \varepsilon_0 \,.A\frac{1}{d} \qquad (5)$$

Untuk tegangan konstan, jarak terbalik antara plat dan demikian kapasitansi adalah ukuran untuk jumlah muatan kapasitas dapat diambil, (lihat Gambar 3). Jika invers dari *U*, *Q* dan *A* terukur, maka pengukuran data ini memungkinkan untuk menghitung konstanta elektrik ε_0:

$$\varepsilon_0 = \frac{d}{A}\frac{Q}{U_c} \qquad (6)$$

Persamaan (4), (5), dan (6) berlaku hanya sebagian, karena asumsi bahwa garis-garis medan sejajar. Dengan meningkatkan jarak antara pelat kapasitor, meningkatkan kapasitansi, yang pada gilarannya menghasilkan sistematis konstanta elektrik terlalu besar dari persamaan (6) .

Ada yang berubah setelah bahan isolasi (dielektrik) yaitu dimasukkan kedalam plat. Dielektrik tidak memiliki muatan bergerak yang bebas, seperti logam memilikinya, tetapi benda tersebut memiliki inti positif dan elektron negatif. Ini mungkin diatur sepanjang garis medan listrik. Dahulu molekul non polar sehingga berperilaku seperti stasioner dipo lokal. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2, efek dari dipol tunggal membatalkan satu sama lain makroskopik dalam dielektrik. Namun, tidak ada biaya yang berlawanan berada dalam permukaan, ini sehingga memiliki muatan stasioner, disebut muatan bebas.



Gambar 2. Generasi dari muatan bebas pada dielektrik.

Muatan bebas pada gilirannya melemahkan medan listrik $\bar{E}$ pada muatan yang nyata, yang sama pada plat kapasitor didalam dielektrik. Medan listrik yang melemah $\bar{E}$ didalam dielektrik dinyatakan dalam bentuk dimensi, konstanta dielektrik khusus material (=1 divakum):

$$\bar{E} = \frac{\bar{E}o}{} \qquad (7)$$

dimana $\bar{E}o$ adalah medsan listrik yang dihasilkan hanya dengan muatan sebenarnya Q. Dengan demikian, sebaliknya dihasilkan oleh muatan bebas harus:

$$\bar{E}f = \bar{E}o - \bar{E} = {}^{1}/ \; . \bar{E}o \qquad (8)$$

Dengan mengabaikan muatan di dalam volume dielektrik makroskopik, hanya muatan permukaan bebas (± Q) menghasilkan medan yang berlawanan:

$$\vec{E}_t = \frac{Q_t}{A\,\varepsilon_0} = \frac{Q_t \cdot 1}{\varepsilon_0 V} = \varepsilon_0 \frac{p}{V} \qquad (9)$$

dimana P adalah momen dipol total muatan permukaan. Dalam kasus umum dari sebuah persamaan, dielektrik homogen, persamaan (9) menjadi:

$$\overline{E_t} = \frac{1}{\varepsilon_0} = \frac{d\bar{P}}{dV} = \frac{1}{\varepsilon_0}\bar{P} \qquad (10)$$

dimana p - momen dipol total per satuan volume disebut polarisasi listrik. Jika tambahan medan Ď (perubahan dielektrik) didefinisikan:

Ď = . o. Ē (11)

Dimana Garis bidang yang hanya mulai atau berakhir dalam muatan real (secara langsung terukur), tiga besaran listrik, intensitas medan $\bar{E}$, perubahan dielektrik $\bar{D}$ dan polarisasi dielektrik $\bar{P}$ saling terkait satu sama lain melalui persamaan berikut:

$$\bar{D}=\varepsilon_0.\bar{E} + \bar{P} = \varepsilon.\varepsilon_0.\bar{E}$$

Jika muatan sebenarnya Q tetap pada kapasitor, sementara dielektrik dimasukkan antara plat, sesuai dengan definisi (3), tegangan Uc antara plat berkurang dibandingkan dengan tegangan UV_{ac} dalam vakum (pendekatan yang baik) di udara. Oleh konstanta dielektrik:

$$U_c = \frac{U_{vac}}{} \qquad (12)$$

Demikian pula, salah satu diperoleh dari definisi kapasitansi (4):

C = . C_{vac} (13)

Bentuk umum dari persamaan (4) adalah sebagai berikut:

Q = . o $\frac{A}{d}$ U_c (14)

Jika muatan diperoleh dengan (pers.4) dan tanpa plastik (pers.14) dibagi satu sama lain:

$$\frac{Q\ plastic}{\text{Q valcum}} = \qquad (15)$$

Nilai numerik yang diperoleh adalah konstanta dielektrik plastic. Untuk piring kaca, nilai = 9,1 diperoleh sama. Dalam rangka untuk mempertimbangkan penjelasan yang mempengaruhi muatan bebas, persamaan maxwell umumnya lengakap oleh konstanta oleh dielektrik yang mengisi volume yang sesuai:

. o Ē dĀ = Ď dĀ = Q (16)

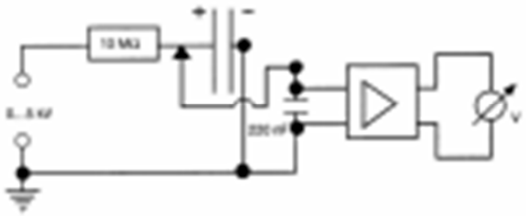
Jadi persamaan (14) menjadi persamaan (4).

III. METODE PERCOBAAN

A. Alat Percobaan

1. Pelat kapasitor d=260 mm	06220.00	1 buah
2. Pelat plastik 283x283 mm	06233.01	1 buah
3. Pelat kaca untuk konduktor arus	06406.00	1 buah
4. Resistor nilai tinggi 10 MOhm	07160.00	1 buah
5. Universal measuring amplifler	13626.93	1 buah
6. Unit supply tegangan tinggi 0-10 kv	13670.93	1 buah
7. Kapasitor 0.22 uF	39105.19	1 buah
8. Voltmeter, 0.3-300 VDC / 10-300 VAC	07035.00	1 buah
9. Kabel penghubung, l = 100 mm hijau-kuning	07359.15	1 buah
10. Kabel penghubung, l = 500 mm merah	07361.01	1 buah
11. Kabel penghubung, l= 500 mm biru	07361.04	1 buah
12. Scereened cable BNC, l = 750 mm	07542.11	1 buah
13. Adapter BNC socket 4 mm plug	07542.20	1 buah
14. Connector T type BNC	07542.21	1 buah
15. Adapter BNC plug / socket 4 mm	07542.26	1 buah

Gambar 3. Pengaturan pengukuran konstanta dielektrik pada bahan-bahan yang berbeda.



Gambar 4. Diagram kawat.

B. Langkah percobaan

Adapun langkah-langkah percobaan adalah sebagai berikut:

1. Susunlah rangkaian percobaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, dan diagram hubungan kawat pada Gambar 4.
2. Hubungkan pelat kapasitor untuk penghubung atas power supply dengan tengangan tinggi melebihi 10 Mohm yang melindungi resistor.
3. Groundkan kedua penghubung pertengahan dari power supply dengan tinggi dan plat kapasitor pada kapasitor 220 nF.
4. Lakukan pengukuran dengan benar pada tengangan tertentu dengan menghubungkan toggle switch pada unit.
5. Ukurlah muatan induksi elektrostatis pada plat konduktor melebihi tengangan pada kapasitor 220 nF.
6. Aturlah pengukuran amplifier untuk resistansi dengan masukan yang benar, untuk faktor amplikasi 1 dan untuk waktu konstan 0.
7. Tentukan permukaan pelat kapasitor untuk memulainya dengan mengasumsikannya pada jari-jari. Percobaan ini menghasilkan keluaran dalam dua bagian.
   a. Pada bagian pertama, jarak antara pelat dan pelat kapasitor divariasikan pada tegangan konstan, dan muatan pada pelat kapasitor diukur. Hubungan linier antara muatan dan pelat kapasitor (tegangan) kemudian ditentukan.
   b. Pada bagian kedua, pengaruh muatan induksi elektrostatis dari tegangan dengan dan tanpa pelat plastik diuji pada ruang antara plat, dengan jarak yang sama antara plat. Rasio antara muatan induksi elektrostatis digunakan untuk menentukan konstanta dielektrik o dari plastik. Konstanta dielektrik dari pelat kaca, kayu, keramik, mika ditentukan dengan langkah yang sama.

C. Tabel Data Percobaan

Pada pengukuran konstanta elektrik

A=0,0531 m^2, Uc=1,5 10^3 V, C=0,22.10^{-6}F

U (V)				
d (cm)				
1/d (cm^{-1})				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

A=0,0531 m^2, d=1,5 cm, C=0,22.10^{-6}F

Uc (V)				
U (V)				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

Pada pengukuran konstanta dielektrik (plastik)
A=0,0531 m^2, d=0,98 cm, C=0,22.10^{-6}F

Uc (V)				
U (V)				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

Pada pengukuran konstanta dielektrik (kayu)
A=0,0531 m^2, d=0,98 cm, C=0,22.10^{-6}F

Uc (V)				
U (V)				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

Pada pengukuran konstanta dielektrik (keramik)
A=0,0531 m^2, d=0,98 cm, C=0,22.10^{-6}F

Uc (V)				
U (V)				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

Pada pengukuran konstanta dielektrik (mika)
A=0,0531 m^2, d=0,98 cm, C=0,22.10^{-6}F

Uc (V)				
U (V)				
Q (nAs)				
ε_0 (pAs/Vm)				

LM - 3
INDUKTANSI PADA SOLENOID
DENGAN MENGGUNAKAN COBRA3

I. TUJUAN PERCOBAAN

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah untuk menghubungkan kumparan pada dimensi yang berbeda (panjang, jari-jari dan jumlah lilitan) dengan kapasitansi *C* yang diketahui untuk membentuk suatu rangkaian yang berosilasi. Dari pengukuran frekuensi yang alami tersebut, maka digunakan untuk menghitung induktansi kumparan dan menentukan hubungan antara

1. Induktansi dan banyaknya lilitan .
2. Induktansi dan panjang.
3. Induktansi dan jari-jari (radius).

II. DASAR TEORI

Jika kuat arus *I* membawa arus pada kumparan silinder (solenoida) dengan panjang l , penampang A = πr^2 , dan lilitan *N*. Medan magnet merupakan letak dalam kumparan. Ketika $l >> r$ medan magnet seragam dan kuat medan *H* dapat dijumlahkan.

$$H = \mathrm{I}.\frac{N}{\ell} \qquad (1)$$

Fluks magnet pada kumparan diberikan oleh:

$$\Phi = Mo.M.H.A \qquad (2)$$

dimana *Mo* adalah medan magnet konstan dan *M* mutlak dapat menyerap untuk melingkupi medium.

Ketika perubahan fluks ini, tegangan induksi antara akhir-akhir pada kumparan.

$$U_{\text{ind}} = - N . \Phi$$
$$= - N - Mo.M.A .{}^{N}/_{\ell} .i \qquad (3)$$
$$= - L .i$$

dimana

$$L = Mo . M . n \frac{N^2.R^2}{\ell} \qquad (4)$$

Pada koefisien induksi sendiri (induktansi) pada kumparan, persamaan (4) induktivitas untuk induktansi hanya memakai kumparan – kumparan yang sangat panjang $\ell >> r$ bisa dihitung dengan ketelitian yang lebih besar oleh rumus.

$$L = 2.l.10^{-6}.\ N^2.r\ \left(\frac{r}{e}\right)^{3/4} \qquad (5)$$

Untuk

$O < {}^{r}/_{e} < L$

Pada eksperimen, induktansi pada berbagai macam kumparan dapat dihitung dan frekuensi disekitar osilasi:

$$\omega o = \frac{1}{\sqrt{L\ C\ tot}} \qquad (6)$$

C_{tot} adalah jumlah kapasitansi kapasitor yang diketahui dan kapasitansi masukan C_1 pada *cobra3.*

Resistansi internal *Ri* pada *cobar3* menggunakan efek *damping* pada rangkaian oscilator dan menyebabkan perubahan diabaikan ($\pm 1\ \%$) pada frekuensi resonansi. Oleh karena itu induktansi direprentasikan dengan:

$$L = \frac{1}{4\pi^2\ fo^{2\cdot}Ctot} \qquad (7)$$

dimana $C_{tot} = C + C_1$ dan $f_o = \frac{Wo}{2\pi}$

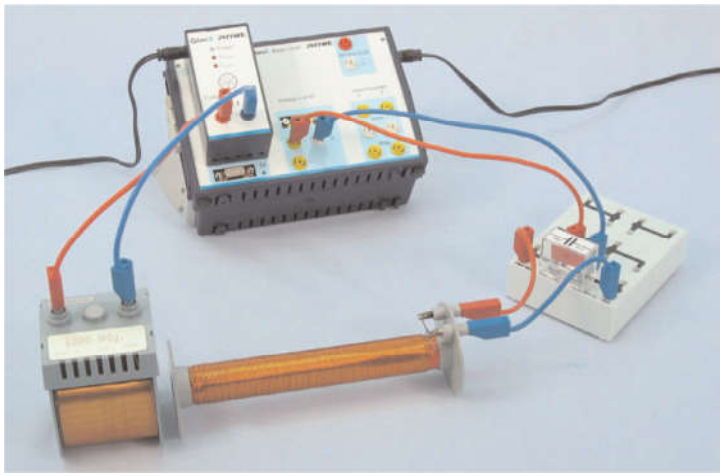
Nilai induktansi pada kumparan secara teori dapat dihitung berdasarkan persamaan (5).

III. METODE PERCOBAAN

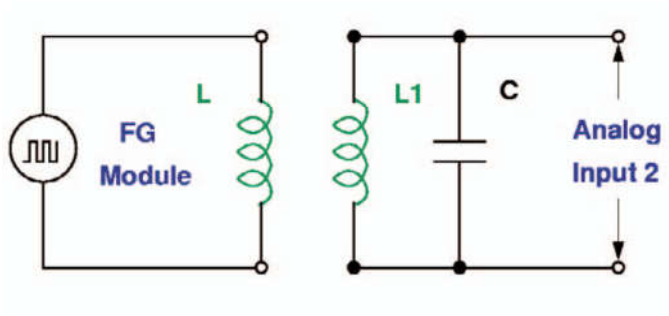
A. Alat Percobaan

1.	Cobra 3 basic unit.	12150.00	1 buah
2.	Power supply , 12 v.	12151.99	2 buah
3.	Kabel data RS232.	14602.00	1 buah
4.	Sofware Cobra 3 universal writer.	14504.61	1 buah
5.	Modul Cobra 3 function generator.	12111.00	1 buah
6.	Kumparan induksi, 300 lilitan, d= 40 mm.	11006.01	1 buah
7.	Kumparan induksi, 300 lilitan, d= 32 mm.	11006.02	1 buah
8.	Kumparan induksi, 300 lilitan, d= 26 mm.	11006.03	1 buah
9.	Kumparan induksi, 200 lilitan, d= 40 mm.	11006.04	1 buah
10.	Kumparan induksi, 100 lilitan, d= 40 mm.	11006.05	1 buah
11.	Kumparan induksi, 150 lilitan, d= 26 mm.	11006.06	1 buah
12.	Kumparan induksi, 75 lilitan, d= 26 mm.	11006.07	1 buah
13.	Kumparan , 1200 lilitan.	06515.01	1 buah
14.	Kapasitor PEK / case 1 / 470 nF / 250 V.	39105.20	1 buah

15.	Kotak penghubung	06030.23	1 buah
16.	Kabel penghubung, 250 mm, merah	07360.01	1 buah
17.	Kabel penghubung, 250 mm, biru	07360.04	1 buah
18.	Kabel penghubung, 500 mm, merah	07361.01	2 buah
19.	Kabel penghubung, 500 mm, biru	07361.04	2 buah
20.	PC , windows ® 95 atau lebih tinggi.		1 buah



Gambar 1. Rangkaian percobaan induktansi pada solenoida.



Gambar 2. Pengaturan rangkaian untuk mengukur induktansi.

B. Langkah percobaan

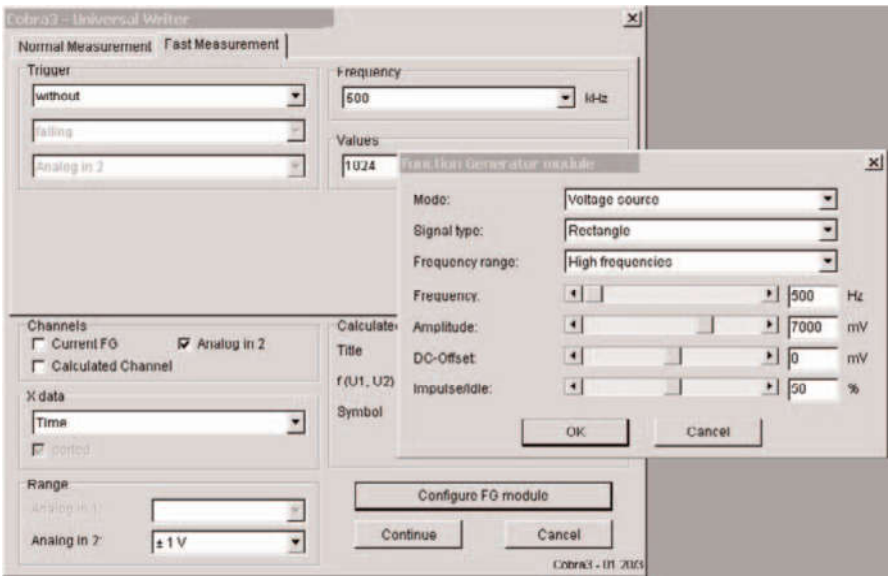
Adapun langkah-langkah percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Rangkailah alat percobaan seperti yang tampak pada Gambar 1 dan 2.
2. Tegangan gelombang persegi pada frekuensi rendah (f = 500 Hz) diaplikasikan pada kumparan eksitasi *L*. Kumparan dengan berbgai macam panjang *l*, dan diameter *2r*, dan jumlah lilitan tersedia di Tabel 1.
3. Ukurlah diameter dan panjang kumparan yang tersedia dengan vernier Calliper dan pita pengukur.

4. Hubungkan C*obra 3 basic unit* pada port komputer COM1, COM2 atau ke port USB.
5. Mulailah pengukuran dengan menggakan software "*Measure*" lalu pilih program "*Cobra 3 universal writer*".
6. Mulailah pengukuran dengan menggunakan parameter-parameter pengukuran yang ditunjukkan pada Gambar 3.
7. Untuk pengukuran periode osilasi gunakan menu "*Survey Function*" yang terdapat pada sofware "*Measure*"
8. Buatlah pengukuran hubungan antara induktansi dan jari-jari kumparan, panjang dan jumlah lilitan kumparan sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 1.
   1). 3, 6, 7 →L = *f (N)*
   2). 1, 4, 5 → L/N^2 = *f (l)*
   3). 1, 2, 3 → L = *f(r)*

Tabel 1: Data kumparan

Coil No.	*N*	*2r*/mm	*l*/mm
1	300	40	160
2	300	32	160
3	300	26	160
4	200	40	105
5	100	40	53
6	150	26	160



Gambar 3. Parameter pengukuran.

Catatan:

Jarak antara L_1 dan L harus seluas mungkin sehingga efek dari coil eksitasi pada frekuensi resonansi dapat diabaikan. Sebaiknya dihindari komponen besi pada sekitar daerah tengah dalam coil.

C. Tabel Data Percobaan

Coil No.	N	*2r*/mm	*l*/mm	$T_{eksperimen}$ (ms)	L_{eksp}(μH)	L_{Teori} (μH)
1	300	40	160			
2	300	32	160			
3	300	26	160			
4	200	40	105			
5	100	40	53			
6	150	26	160			

LM - 4
IMPULS INDUKSI MENGGUNAKAN COBRA3

I. TUJUAN PERCOBAAN

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah untuk:

1. Mengukur impuls tegangan terinduksi *Uss* dan kecepatan dari magnet jatuh.
2. Mengevaluasi impuls tegangan terinduksi *Uss* sebagai fungsi kecepatan dari magnet.
3. Menghitung fluks magnet yang diinduksi oleh magnet jatuh sebagai fungsi kecepatan dari magnet.

II. DASAR TEORI

Ketika kutub utara magnet digerakkan memasuki kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke salah satu arah (misalnya ke kanan). Jarum galvanometer segera kembali menunjuk ke nol (tidak menyimpang) ketika magnet tersebut didiamkan sejenak di dalam kumparan. Ketika magnet batang dikeluarkan, maka jarum galvanometer akan menyimpang dengan arah yang berlawanan (misalnya ke kiri).

Jarum galvanometer menyimpang disebabkan adanya arus yang mengalir dalam kumparan. Arus listrik timbul karena pada ujung-ujung kumparan timbul beda potensial ketika magnet batang digerakkan masuk atau keluar dari kumparan. Beda potensial yang timbul ini disebut gaya gerak listrik induksi (ggl induksi).

Ketika magnet batang digerakkan masuk, terjadi penambahan jumlah garis gaya magnetik yang memotong kumparan (galvanometer menyimpang atau ada arus yang mengalir). Ketika batang magnet diam sejenak maka jarum galvanometer kembali ke nol (tidak ada arus yang mengalir). Ketika batang magnet dikeluarkan terjadi pengurangan jumlah garis gaya magnetik yang memtong kumparan (galvanometer menyimpang dengan arah berlawanan).

Jadi, akibat perubahan jumlah garis gaya magnetik yang memotong kumparan, maka pada kedua ujung kumparan timbul beda potensial atau ggl induksi. Arus listrik yang disebabkan oleh perubahan jumlah garis gaya magnetik yang memotong kumparan disebut arus induksi.

Pada percobaan ini, magnet permanen dijatuhkan dengan kecepatan berbeda yang melalui sebuah coil. Perubahan fluks magnetik Φ menghasilkan impuls tegangan induksi. Impuls tegangan induksi U_{ss} direkam dengan menggunakan sistem interface komputer. Impuls tegangan induksi bernilai negatif atau positif, Tergantung pada polaritas dari magnet permanen.

Rumus dari tegangan induksi U adalah:

$U = -n\, d\Phi/dt$

di mana

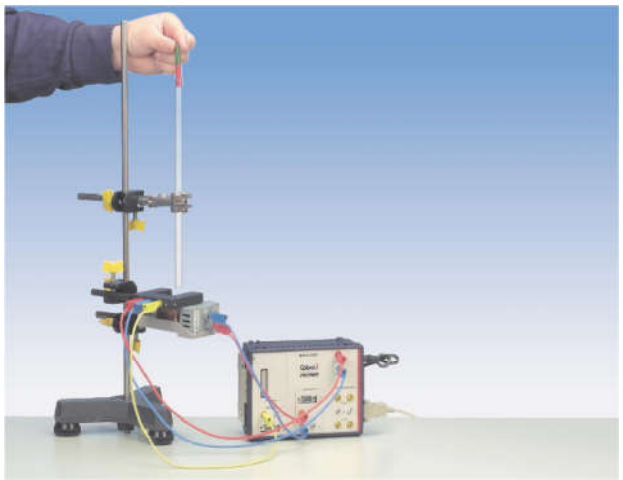
n = jumlah lilitan dalam coil
Φ = fluks magnetik
t = waktu

sedangan bentuk integral dari fluks magnetiknya diberikan:
$\Phi = -1/n \int U\, dt = B.A$

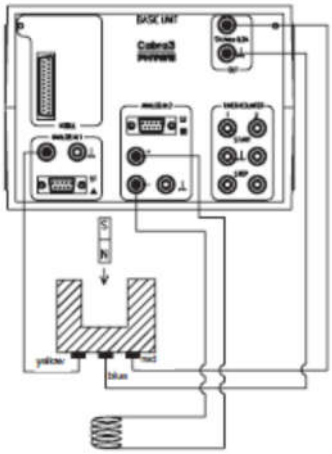
III. METODE PERCOBAAN

A. Alat dan Bahan Percobaan

1.	Cobra3 basic unit	12150.00	1 buah
2.	Power supply, 12 V	12151.99	1 buah
3.	Kabel data RS232, 9 pole	14602.00	1 buah
4.	Software Cobra3 Universal Plotter	14504.61	1 buah
5.	Cabang light barrier	11207.20	1 buah
6.	Batang support, melingkar, l=600mm	02037.00	1 buah
7.	Boss head	02043.00	3 buah
8.	Kaki tiga-pass-	02002.55	1 buah
9.	Pipa gelas, l=300 mm	45126.01	1 buah
10.	Klem universal	37715.00	1 buah
11.	Pegangan kumparan	06528.00	1 buah
12.	Kumparan, 600 lilitan, pendek	06522.01	1 buah
13.	Magnet, d=8 mm, l=60 mm	06317.00	1 buah
14.	Kabel penghubung, l=50 cm, merah	07361.01	2 buah
15.	Kabel penghubung, l=50 cm, biru	07361.04	2 buah
16.	Kabel penghubung, l=50 cm, kuning	07361.02	1 buah
17.	PC windows 95, atau lebih tinggi		1 buah
18.	Software “Measure 4.0”		1 buah



Gambar 1. Rangkaian percobaan impuls induktansi.



Gambar 2. Diagram rangkaian.

B. Langkah Kerja Percobaan

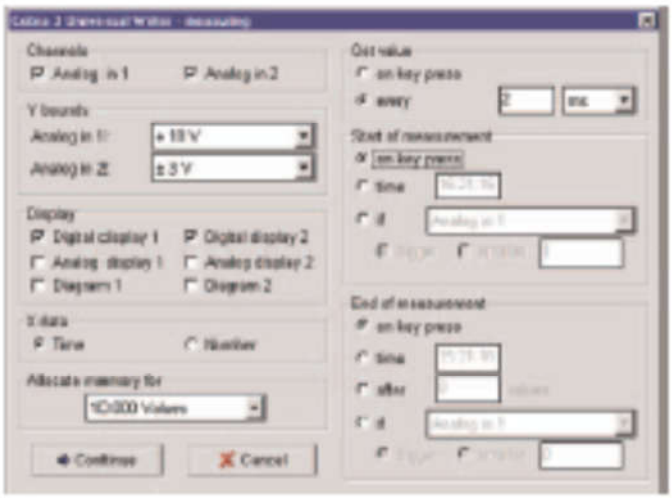
Pengaturan alat:

1. Rangkailah alat seperti pada Gambar 1 dan 2.
2. Atur sensor kecepatan (*light barrier*) pada tempat yang ditempatkan secara langsung diatas kumparan. Magnet harus menggangu berkas cahaya selama proses jatuhnya.
3. Pipa gelas memberikan magnet jatuh dengan arah yang tepat dan juga memastikan putarannya stabil ketika magnet dijatuhkan dari ketinggian yang lebih besar.

Pengambilan data:

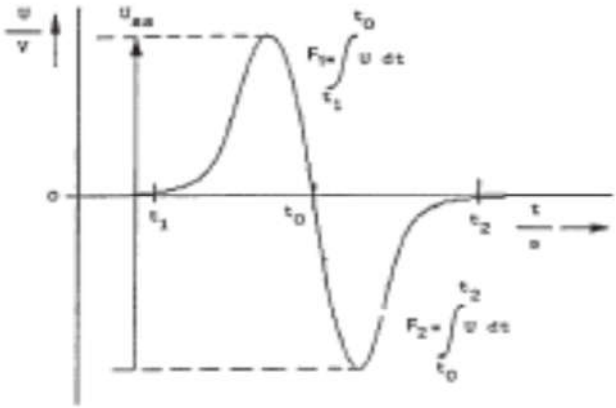
1. Mulailah perekaman nilai yang terukur dengan menggunakan parameter-parameter menurut Gambar 3.
2. Tekan *button* "*Start Measurement*".
3. Letakkan magnet di atas pipa gelas, biarkan jatuh, tangkap dengan satu tangan di bawah kumparan dan akhiri prosedur rekaman pengukuran secara manual.
4. Ukurlah periode gangguan sinyal dari canel IN 1 (*light barrier*) menggunakan icon "*Survey*".
5. Juga menggunakan icon "*Survey*" untuk mengukur amplitudo total *Uss* (puncak ke puncak) dari tegangan induksi.
6. Tandai bagian dari kurva yang tidak diperlukan sebelum dan sesudah pulsa induksi dan potong bagian itu dengan menggunakan icon "*Cut*".
7. Tandai bagian kurva positif (F_1) dan negatif (F_2) secara terpisah (contoh Gambar 4).

8. Hitung daerah kurva dengan menggunakan icon "*Show Integral*". Akhirnya tambahkan nilai dari dua bagian daerah tersebut.



Gambar 3. Parameter-parameter pengukuran.

9. Buatlah plot *Uss* versus kecepatan magnet jatuh. Hal itu membuktikan bahwa tegangan induksi setara dengan kecepatan:
   $U_{ind} \approx d\Phi/dt$
10. Integral dari tegangan terinduksi adalah konstanta yang mana bukan fungsi dari kecepatan pada perubahan medan:
    $\Phi = B\,A.$



Gambar 4. Prinsip perhitungan induksi magnet.

DAFTAR PUSTAKA

Manual on PHYWE : Physics Laboratory Experiment. Jerman: PHYWE Systeme GmbH & Co. KG · D-37070 Göttingen

1. LEP 4.3.03-01/15: Magnetic Field of Paired Coils in Helmhotz Arrangement.
2. LEP 4.2.06-00: Dielectric Constant of Different Materials
3. LEP 4.4.03-11: Inductance of Solenoids with Cobra3
4. LEP 4.4.12-11: Induction Impulse

Sistematika Laporan Praktikum

JUDUL PRAKTIKUM

A. TUJUAN
B. DASAR TEORI
C. METODOLOGI
1.1 Alat dan Bahan
1.2 Gambar Percobaan
1.3 Langkah Percobaan
D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN
1.1 Data Hasil Percobaan
1.2 Perhitungan
1.3 Pembahasan
E. PENUTUP
1.1 Kesimpulan
1.2 Saran
F. DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Format lampiran laporan sementara

LAPORAN SEMENTARA
PRKTIKUM LISTRIK MAGNET
Judul percobaan:……

Berisi Tabel data hasil percobaan dan kesimpulan data sementara

Asisten Praktikum

( )