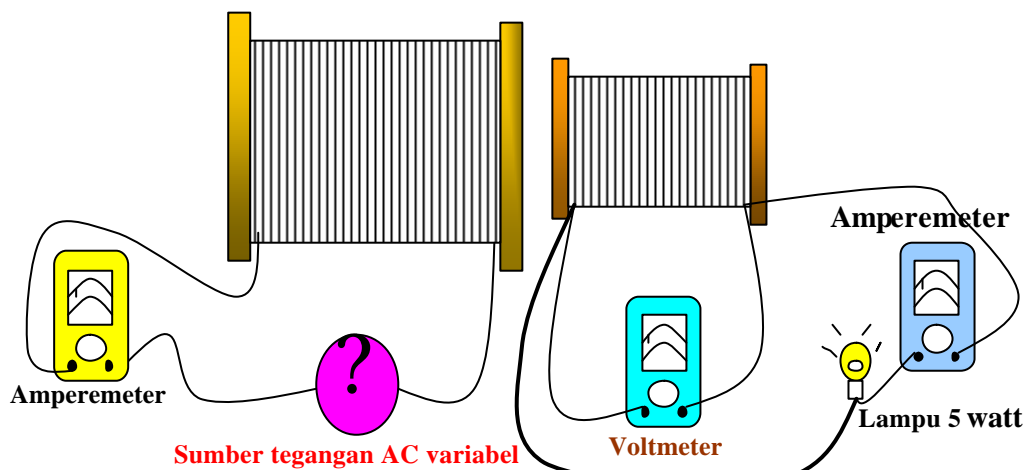


# Generator & Transformator



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2004

Kode FIS.23

# Generator & Transformator

**Penyusun**

*Drs. Hainur Rasjid Achmadi, MS.*

Editor:

*Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.*

*Drs. Munasir, M.Si.*

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**2004**

# Kata Pengantar

---

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun bahan ajar modul manual untuk SMK Bidang Adaptif, yakni mata-pelajaran Fisika, Kimia dan Matematika. Modul yang disusun ini menggunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan kompetensi, sebagai konsekuensi logis dari Kurikulum SMK Edisi 2004 yang menggunakan pendekatan kompetensi (*CBT: Competency Based Training*).

Sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2004 adalah modul, baik modul manual maupun interaktif dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi pada dunia kerja dan industri. Dengan modul ini, diharapkan digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta diklat untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja dan industri.

Modul ini disusun melalui beberapa tahapan proses, yakni mulai dari penyiapan materi modul, penyusunan naskah secara tertulis, kemudian disetting dengan bantuan alat-alat komputer, serta divalidasi dan diujicobakan empirik secara terbatas. Validasi dilakukan dengan teknik telaah ahli (*expert-judgment*), sementara ujicoba empirik dilakukan pada beberapa peserta diklat SMK. Harapannya, modul yang telah disusun ini merupakan bahan dan sumber belajar yang berbobot untuk membekali peserta diklat kompetensi kerja yang diharapkan. Namun demikian, karena dinamika perubahan sains dan teknologi di industri begitu cepat terjadi, maka modul ini masih akan selalu dimintakan masukan untuk bahan perbaikan atau direvisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak

berlebihan bilamana disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama tim penyusun modul (penulis, editor, tenaga komputerisasi modul, tenaga ahli desain grafis) atas dedikasi, pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menyelesaikan penyusunan modul ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas modul. Diharapkan para pemakai berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan IPTEK pada dunia usaha dan industri dan potensi SMK dan dukungan dunia usaha industri dalam rangka membekali kompetensi yang terstandar pada peserta diklat.

Demikian, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta diklat SMK Bidang Adaptif untuk mata-pelajaran Matematika, Fisika, Kimia, atau praktisi yang sedang mengembangkan modul pembelajaran untuk SMK.

Jakarta, Desember 2004

a.n. Direktur Jenderal Pendidikan

Dasar dan Menengah

Direktur Pendidikan Menengah Kejuruan,



Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto, M.Sc.

NIP 130 675 814

# Daftar Isi

---

✍	Halaman Sampul .....	i
✍	Halaman Francis .....	ii
✍	Kata Pengantar .....	iii
✍	Daftar Isi .....	v
✍	Peta Kedudukan Modul .....	vi
✍	Daftar Judul Modul .....	vii
✍	Glosary .....	viii

## I. PENDAHULUAN

a.	Deskripsi .....	1
b.	Prasarat .....	1
c.	Petunjuk Penggunaan Modul .....	1
d.	Tujuan Akhir .....	2
e.	Kompetensi .....	3
f.	Cek Kemampuan .....	4

## II. PEMELAJARAN

<b>A.</b>	<b>Rencana Belajar Peserta Diklat .....</b>	<b>5</b>
-----------	---	----------

### B. Kegiatan Belajar

<b>1.</b>	<b><i>Kegiatan Belajar</i> .....</b>	<b>6</b>
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran .....	6
b.	Uraian Materi .....	11
c.	Rangkuman .....	12
d.	Tugas .....	13
e.	Tes Formatif .....	15
f.	Kunci Jawaban .....	15
g.	Lembar Kerja .....	15
<b>2</b>	<b><i>Kegiatan Belajar</i> .....</b>	<b>17</b>
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran .....	17
b.	Uraian Materi .....	17
c.	Rangkuman .....	24
d.	Tugas .....	25
e.	Tes Formatif .....	26
f.	Kunci Jawaban .....	27
g.	Lembar Kerja .....	28

### **III. EVALUASI**

A. Tes Tertulis .....	30
B. Tes Praktik.....	31

### **KUNCI JAWABAN**

A. Tes Tertulis .....	32
B. Lembar Penilaian Tes Praktik.....	34

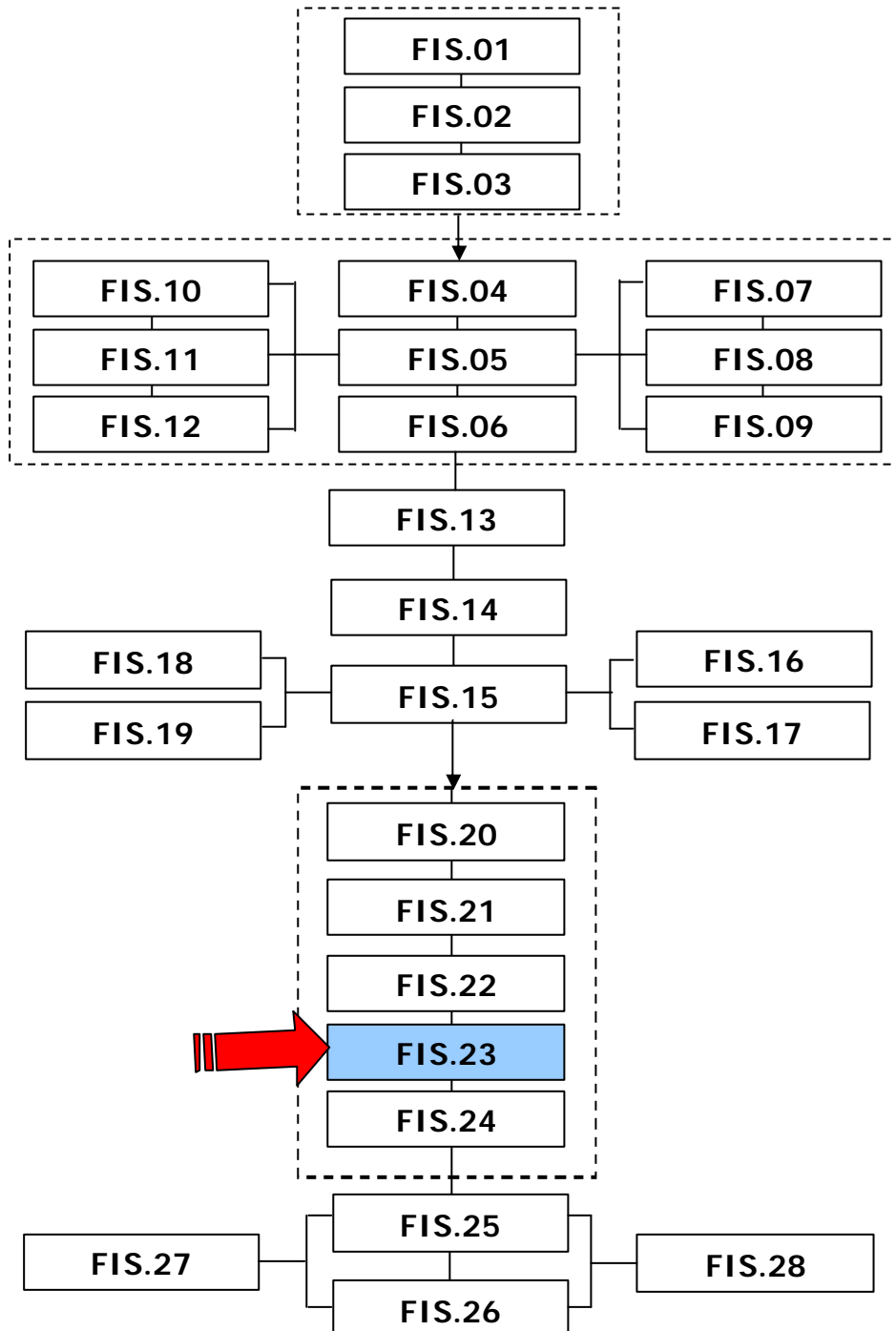
### **IV. PENUTUP.....**

38

### **DAFTAR PUSTAKA.....**

39

# Peta Kedudukan Modul



# DAFTAR JUDUL MODUL

No.	Kode Modul	Judul Modul
1	FIS.01	Sistem Satuan dan Pengukuran
2	FIS.02	Pembacaan Masalah Mekanik
3	FIS.03	Pembacaan Besaran Listrik
4	FIS.04	Pengukuran Gaya dan Tekanan
5	FIS.05	Gerak Lurus
6	FIS.06	Gerak Melingkar
7	FIS.07	Hukum Newton
8	FIS.08	Momentum dan Tumbukan
9	FIS.09	Usaha, Energi, dan Daya
10	FIS.10	Energi Kinetik dan Energi Potensial
11	FIS.11	Sifat Mekanik Zat
12	FIS.12	Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar
13	FIS.13	Fluida Statis
14	FIS.14	Fluida Dinamis
15	FIS.15	Getaran dan Gelombang
16	FIS.16	Suhu dan Kalor
17	FIS.17	Termodinamika
18	FIS.18	Lensa dan Cermin
19	FIS.19	Optik dan Aplikasinya
20	FIS.20	Listrik Statis
21	FIS.21	Listrik Dinamis
22	FIS.22	Arus Bolak-Balik
<b>23</b>	<b>FIS.23</b>	<b>Transformator</b>
24	FIS.24	Kemagnetan dan Induksi Elektromagnetik
25	FIS.25	Semikonduktor
26	FIS.26	Piranti semikonduktor (Dioda dan Transistor)
27	FIS.27	Radioaktif dan Sinar Katoda
28	FIS.28	Pengertian dan Cara Kerja Bahan



# Glossary

ISTILAH	KETERANGAN
Generator	Alat yang dapat menghasilkan arus listrik.
GGL Induksi	Arus yang dihasilkan pada suatu kumparan akibat perubahan fluks magnetic.
Induksi Magnetik	Induksi yang disebabkan medan magnet.
Medan Magnetik	Medan yang dihasilkan oleh magnet.
Transformator	Alat yang terdiri dua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder yang dapat menaikkan tegangan dan menurunkan tegangan.
Tegangan efektif	Tegangan yang dapat diukur dengan Voltmeter AC, yang besarnya sama dengan tegangan maksimum dibagi akar 2.
Arus efektif	Arus yang dapat diukur dengan Amperemeter AC, yang besarnya sama dengan arus maksimum dibagi akar 2.
Daya	Kelajuan melakukan usaha, dan dinyatakan dengan: $P = \frac{W}{t}$
Watt	Satuan untuk daya. Besaran skalar 1 Watt = 1 Joule per sekon.
Joule	Satuan energi, satuan usaha. 1 Joule = 1 N. sekon.
Efisiensi Transformator	Hasil bagi tegangan keluaran dengan tegangan masukan. $\eta = \frac{V_{out}}{V_{in}} \times 100\%$ .

# BAB I. PENDAHULUAN

---

## A. Deskripsi

Dalam modul ini anda akan mempelajari konsep dasar Generator dan Transformator, yang di dalamnya dibahas: Prinsip kerja generator, GGL induksi, Tegangan dan Arus efektif, Prinsip kerja transformator, dan efisiensinya serta beberapa penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

## B. Prasyarat

Sebagai prasyarat atau bekal dasar agar bisa mempelajari modul ini dengan baik, maka anda diharapkan sudah mempelajari: konsep medan magnetik di sekitar penghantar berarus listrik, gaya magnetik (gaya Lorentz) dan penerapannya, medan magnetik di sekitar penghantar berarus listrik berbentuk lingkaran.

## C. Petunjuk Penggunaan Modul

- a. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti karena dalam skema anda dapat melihat posisi modul yang akan anda pelajari terhadap modul-modul yang lain. Anda juga akan tahu keterkaitan dan kesinambungan antara modul yang satu dengan modul yang lain.
- b. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan pekerjaan dengan benar untuk mempermudah dalam memahami suatu proses pekerjaan, agar diperoleh hasil yang maksimum.
- c. Pahami setiap konsep yang disajikan pada uraian materi yang disajikan pada tiap kegiatan belajar dengan baik, dan ikuti contoh-contoh soal dengan cermat.

- d. Jawablah pertanyaan yang disediakan pada setiap kegiatan belajar dengan baik dan benar.
- e. Jawablah dengan benar soal tes formatif yang disediakan pada tiap kegiatan belajar.
- f. Jika terdapat tugas untuk melakukan kegiatan praktek, maka lakukanlah dengan membaca petunjuk terlebih dahulu, dan bila terdapat kesulitan tanyakan pada instruktur/guru.
- g. Catatlah semua kesulitan yang anda alami dalam mempelajari modul ini, dan tanyakan kepada instruktur/guru pada saat kegiatan tatap muka. Bila perlu bacalah referensi lain yang dapat membantu anda dalam penguasaan materi yang disajikan dalam modul ini.

#### **D. Tujuan Akhir**

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda dapat:

- ✍ Memahami konsep Generator.
- ✍ Memahami konsep tegangan dan arus efektif.
- ✍ Memahami konsep tegangan dan arus maksimum.
- ✍ Memahami konsep cara kerja transformator.
- ✍ Memahami konsep efisiensi transformator.
- ✍ Memahami konsep penerapan transformator dalam kehidupan sehari-hari.
- ✍ Mengerjakan sol-soal yang berkaitan dengan konsep generator dan transformator pada poin-poin diatas.

## E. Kompetensi

Kompetensi : GENERATOR DAN TRANSFORMATOR

Program Keahlian : Program Adaptif

Mata Diklat/Kode : FISIKA/FIS.23

Durasi Pembelajaran: 10 jam @ 45 menit

SUB KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Menggunakan transformator	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Tegangan dan arus listrik diatur oleh transformator dan generator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Generator</li> <li>☒ Transformator</li> <li>☒ Coil induksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Teliti dan cermati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Pemahaman cara kerja generator</li> <li>☒ Penggunaan transformator</li> <li>☒ Pemahaman cara kerja transformator</li> <li>☒ Cara menghitung efisiensi transformator</li> <li>☒ Pemahaman cara merubah arus listrik searah tegangan rendah menjadi tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Menerapkan prinsip kerja transformator</li> </ul>

## F. CEK KEMAMPUAN

Kerjakanlah soal-soal berikut ini, jika anda dapat mengerjakan sebagian atau semua soal berikut ini, maka anda dapat meminta langsung kepada instruktur atau guru untuk mengerjakan soal-soal evaluasi untuk materi yang telah anda kuasai pada BAB III.

1. Jelaskan cara kerja generator!
2. Sebutkan 4 cara untuk mendapatkan ggl induksi yang besar!
3. Berikan contoh penggunaan generator dalam kehidupan sehari-hari!
4. Suatu kumparan terdiri dari 300 lilitan terjadi perubahan fluks magnetik secara beraturan dari  $3 \times 10^{-2}$  Weber menjadi  $10^{-2}$  Weber selama 0,1 s. Tentukan ggl induksi!
5. Jelaskan cara kerja transformator!
6. Berikan contoh penggunaan transformator dalam kehidupan sehari-hari!
7. Jelaskan cara kerja coil induksi (induktor rumhkorff)!
8. Berikan contoh penggunaan coil induksi dalam kehidupan sehari-hari!
9. Perbandingan jumlah lilitan primer dan sekunder sebuah trafo 1: 6, jika  $V_p = 220$  volt dan daya outputnya 1200 watt, maka tentukan arus outputnya!
10. Kumparan primer transformator terdiri dari 1200 lilitan dan kumparan sekunder lilitannya setengah dari kumparan primer. Berapakah tegangan yang keluar dari kumparan sekunder jika tegangan pada kumparan primernya 120 volt?, dan tentukan pula efisiensinya!

# BAB II. PEMBELAJARAN

---

## A. Rencana Belajar Peserta Diklat

Kompetensi : Menggunakan Transformator

Sub Kompetensi : Menggunakan transformator

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru

## B. Kegiatan Belajar

### 1. Kegiatan Belajar 1

#### a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

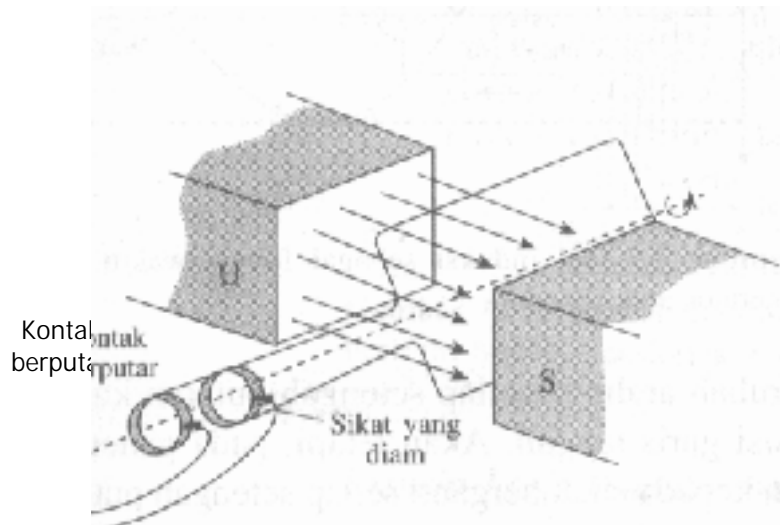
- ✍ Memahami konsep cara kerja generator.
- ✍ Memahami konsep tegangan dan arus bolak-balik.
- ✍ Memahami konsep tegangan dan arus efektif.

#### b. Uraian Materi

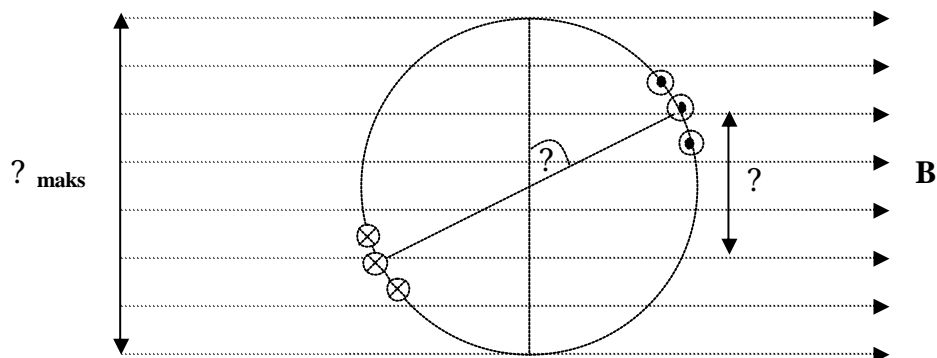
##### 1) Konsep Cara Kerja Generator

Arus bolak-balik fungsi sinusoida atau arus bolak-balik murni, merupakan pokok bahasan utama dalam mempelajari listrik arus bolak-balik. Ada sebagian buku yang mengartikan *alternating current* sebagai listrik arus berubah. Di mana istilah berubah diartikan sebagai berubah arah dan atau besarnya. Jika batasan ini digunakan maka listrik dibedakan antara listrik arus rata dan listrik arus berubah. Menurut klasifikasi ini arus pulsa termasuk listrik arus berubah.

Menurut hukum Faraday tentang GGL induksi, perubahan fluks magnet akan membangkitkan GGL pada ujung-ujung suatu kumparan. Besarnya GGL berbanding langsung dengan jumlah lilitan, kuat medan magnet dan besarnya frekuensi perubahan fluks magnet. Pada dinamo atau generator, GGL induksi diperoleh dengan memutar kumparan di dalam medan magnet.



Gambar 1. Diagram Generator



Gambar 2. Prinsip kerja generator

2) **Konsep tegangan dan arus bolak-balik**

Menurut Hukum Faraday:  $\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt}$  jika yang melingkungi

jumlah garis gaya ada  $N$  bingkai maka:



$$\begin{aligned} \epsilon &= N \frac{d\phi}{dt} \\ \epsilon &= N \frac{d(\phi_{\max} \cos \omega t)}{dt} \\ \epsilon &= N \phi_{\max} \frac{d \cos(\omega t)}{dt} \\ \epsilon &= N \phi_{\max} (-\omega) \sin(\omega t) \\ \epsilon &= N \omega \phi_{\max} \sin(\omega t) \dots\dots\dots(1.1) \end{aligned}$$

$$\epsilon_{\max} = N \omega B A$$

untuk  $\sin \omega t = 1$ , maka  $\epsilon =$  maksimum.

$$\epsilon_{\max} = N \omega \phi_{\max} \text{ atau } \epsilon_{\max} = N \omega B A$$

Akibatnya:

$$\epsilon = \epsilon_{\max} \sin(\omega t) \dots\dots\dots(1.2)$$

Dengan:

- $\epsilon$  = Ggl tegangan induksi (volt)
- $\epsilon_{\max}$  = Ggl tegangan induksi maksimum (volt)
- $\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

Demikian GGL tegangan merupakan **fungsi sinus**, dan waktu berputarnya kumparan itu. Sedangkan dalam bentuk arusnya juga merupakan fungsi sinus, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I = I_{\max} \sin(\omega t) \dots\dots\dots(1.3)$$

Dengan:

- $I$  = Ggl arus induksi (ampere)
- $I_{\max}$  = Ggl arus induksi maksimum (ampere)
- $\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)
- $t$  = waktu putar (s)

Inilah sebabnya maka disebut **arus bolak-balik**.

Alat yang dapat menghasilkan **arus bolak-balik** ialah apa yang disebut dengan **Generator (=Dinamo)**. Arus bolak-balik sinus itu besar faedahnya dan mudah diubah GGLnya.

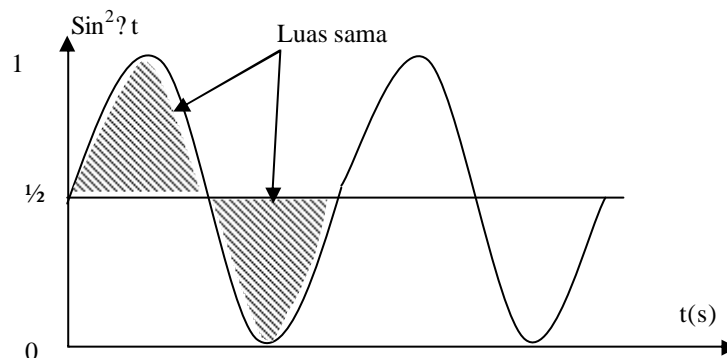
### 3) Konsep Tegangan dan Arus Efektif

Harga efektif suatu arus bolak-balik adalah arus mantap yang akan menghasilkan daya disipasi sama seperti yang dihasilkan oleh arus bolak-balik. Daya disipasi sesaat adalah

$$P = i^2 R = (I_m \sin \omega t)^2 R = I_m^2 R \sin^2 \omega t \dots\dots\dots(1.4)$$

Daya disipasi rata-rata adalah

$$\overline{I_m^2 R \sin^2 \omega t} = I_m^2 R \overline{\sin^2 \omega t} \dots\dots\dots(1.5)$$



Gambar 3. Harga  $\overline{\sin^2 \omega t}$

Karena  $\overline{\sin^2 \omega t} = \frac{1}{2}$ , seperti ditunjukkan pada gambar 3, maka daya disipasi rata-rata adalah

$$P = I_m^2 R \overline{\sin^2 \omega t} = \frac{1}{2} I_m^2 R \dots\dots\dots(1.6)$$

$$P = I_{ef}^2 R \dots\dots\dots(1.7)$$

Dari persamaan (6) dan (7) diperoleh:

$$I_{ef}^2 = \frac{1}{2} I_m^2$$

$$\text{Jadi } I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(1.8)$$

Dengan:

$I_{ef}$  = Ggl arus induksi efektif (ampere)

$I_m$  = Ggl arus induksi maksimum (ampere)

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

Sama halnya dengan arus maka tegangan efektif adalah

$$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(1.9)$$

Dengan:

- $V_{ef}$  = Ggl tegangan induksi efektif (volt)
- $I_m$  = Ggl tegangan induksi maksimum (volt)
- $\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

Sebagai contoh, Tegangan PLN ke rumah-rumah yang diukur oleh voltmeter ac adalah 220 V. ini berarti harga efektif tegangan  $V_{ef} = 220$  V, sedang harga maksimum tegangan,

$$V_m = V_{ef} \sqrt{2} = 220 \sqrt{2} \text{ volt} \approx 311 \text{ volt}$$

**Contoh soal 1**

Sebuah generator listrik terdiri dari sebuah loop bujursangkar 10 lilitan dengan rusuk 50 cm. Loop kemudian diputar dengan 60 putaran per sekon. Berapakah besar induksi magnetik yang diperlukan untuk menghasilkan ggl induksi maksimum sebesar 170 volt?

**Penyelesaian:**

Induksi magnetik B dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan

$$\epsilon_{max} = N \omega B A, \text{ karena } \omega = 2\pi f,$$

$$\text{maka } \epsilon_{max} = N 2\pi f B A$$

$$170 = 10 \times (50 \times 10^{-2})^2 \times B \times 2\pi \times 60$$

$$B = \frac{170}{10 \times 2500 \times 10^{-4} \times 2\pi \times 60} \approx 0,18 \text{ T}$$

### Contoh soal 2

Bila sebuah generator berputar pada 1500 putaran/ menit untuk membangkitkan tegangan maksimum 100 volt, berapakah besar putaran yang diperlukan untuk membangkitkan tegangan maksimum 120 V?

#### **Penyelesaian:**

Dengan menggunakan perbandingan tegangan maksimum, maka

$$\frac{V_{maks(2)}}{V_{maks(1)}} = \frac{NAB^2 f_2}{NAB^2 f_1} = \frac{f_2}{f_1}$$

$$\frac{120}{100} = \frac{f_2}{1500} \Rightarrow f_2 = \frac{6}{5} \times 1500 = 1800 \text{ put / menit}$$

Jadi untuk menghasilkan tegangan maksimum 120 volt, diperlukan putaran generator sebesar 1800 putaran/ menit.

### **c. Rangkuman**

1. Menurut hukum Faraday tentang GGL induksi, perubahan fluks magnet akan membangkitkan GGL pada ujung-ujung suatu kumparan. Besarnya GGL berbanding langsung dengan jumlah lilitan, kuat medan magnet dan besarnya frekuensi perubahan fluks magnet. Pada dinamo atau generator, GGL induksi diperoleh dengan memutar kumparan di dalam medan magnet.  $e = N \cdot \dot{\Phi}_{\max} \sin(\omega t)$ .

2. Harga arus efektif sama dengan arus maksimum dibagi akar dua.

$$I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

3. Harga tegangan efektif sama dengan tegangan maksimum dibagi akar

dua.  $V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$ .

4. Harga tegangan dan arus efektif pada arus bolak-balik dapat diukur menggunakan voltmeter AC.
5. Induktor Rumhkorff dapat mengubah arus listrik searah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi.

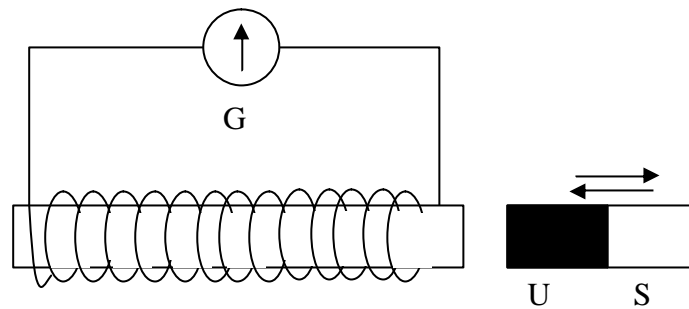
#### d. Tugas

1. Arus listrik PLN yang sampai ke rumah mempunyai tegangan 220 V dan frekuensi 50 Hz. Tentukan:
  - Tegangan maksimum
  - Kecepatan sudut
  - Tegangan efektif
2. Sebuah generator terdiri dari sebuah kumparan melingkar dengan diameter 30 cm dan berputar 3600 putaran per menit (rpm) di dalam medan magnet 0,5 T. Berapakah jumlah lilitan kumparan agar dihasilkan ggl induksi maksimum sebesar 2400 volt?
3. Sebuah generator berputar pada 2000 putaran/menit untuk membangkitkan tegangan maksimum 110 volt, berapakah besar putaran yang diperlukan untuk membangkitkan tegangan maksimum 220 V?
4. Ggl induksi pada suatu generator mempunyai persamaan,  $\epsilon = 200 \sin(100\pi t)$   
Tentukan:
  1. Tegangan maksimum;
  2. Kecepatan sudut;
  3. Frekuensi putaran;
  4. Periode;
  5. Lukiskan grafik ggl sebagai fungsi waktu.
5. Bagaimana cara menaikkan ggl induksi pada generator agar lebih besar dua kali dari semula?
6. Sebuah generator listrik terdiri dari 100 lilitan dengan panjang rusuk 40 cm. Lilitan kemudian diputar dengan 50 putaran per sekon. Berapakah ggl induksi yang dihasilkan bila besar induksi magnetik 0,4T?

7. Kumparan berbentuk bujursangkar dengan sisi 20cm terdiri 400 lilitan kumparan bersumbu putar tegak lurus medan magnet 2 tesla diputar dengan kecepatan sudut 50 rad/s. Maka, tentukan GGL induksi maksimum yang timbul!
8. Pada suatu kumparan terdiri 100 lilitan terjadi perubahan fluks secara beraturan dari  $2 \times 10^{-2}$  Weber menjadi  $10^{-2}$  Weber selama 0,2 sekon maka tentukan GGL induksi yang timbul!
9. Suatu kumparan dengan 1000 lilitan diberikan medan magnet, bila terjadi perubahan fluks magnet sebesar  $4 \times 10^{-3}$  Weber dalam waktu  $\sim 1$  sekon. Maka tentukan besar GGL induksinya!
10. Bagaimanakah caranya untuk menimbulkan GGL induksi pada sebuah kumparan?

#### e. Tes Formatif

1. Suatu kumparan dengan 10000 lilitan diberikan medan magnet, bila terjadi perubahan fluks magnet sebesar  $5 \times 10^{-3}$  Weber dalam waktu 1 sekon. Maka tentukan besar GGL induksinya!
2. Sebuah generator listrik terdiri dari sebuah loop bujursangkar 10 lilitan dengan rusuk 50 cm. Kemudian diputar dengan 60 putaran perdetik. Berapakah besar induksi magnetik yang diperlukan untuk menghasilkan GGL induksi maksimum sebesar 200 Volt?
3. Bagaimana pengaruhnya pada GGL induksi jika yang diubah adalah kecepatan putar kumparan, yaitu menjadi tiga kali semula?
4. Pada suatu kumparan terdiri dari 200 lilitan terjadi perubahan fluks beraturan dari  $2 \times 10^{-2}$  Weber menjadi  $10^{-2}$  Weber selama 0,2 sekon maka tentukan GGL Induksi yang timbul.
5. Sebuah kumparan kawat ujung-ujungnya dihubungkan dengan galvanometer G seperti pada gambar di bawah ini.



Jika suatu magnet batang digerakkan mendekati atau menjauhi kumparan, apa yang terjadi pada galvanometer?

6. Jelaskan dengan singkat prinsip kerja dari generator!
7. Fluks magnetik yang memasuki suatu kumparan berkurang dari 10 Wb menjadi 2 Wb dalam waktu 4 sekon. Jika kumparan terdiri dari 20 lilitan dengan hambatan 5 ohm, tentukan kuat arus listrik yang mengalir melalui kumparan!
8. Ggl induksi pada suatu generator mempunyai persamaan,  $\phi = 100 \sin(120\pi t)$   
Tentukan:
  - ☒ Tegangan maksimum
  - ☒ Kecepatan sudut
  - ☒ Frekuensi putaran
  - ☒ Periode
9. Dinamo sepeda merupakan generator yang menghasilkan arus bolak-balik yang dihubungkan dengan lampu sepeda, apa yang terjadi jika sepeda bergerak dengan lambat dan cepat?
10. Kumparan berbentuk bujursangkar dengan sisi 10 cm terdiri 200 lilitan kumparan bersumbu putar tegak lurus medan magnet 2 tesla diputar dengan kecepatan sudut 50 rad/s. Maka, tentukan GGL induksi maksimum yang timbul!

## f. Kunci Jawaban

1. (jawaban: 40 Volt)
2. (jawaban: 1,27 T)
3. (jawaban: menjadi 3 kali semula)
4. (Jawaban: 10 volt)
5. (Jawaban: galvanometer akan bergerak ke kiri atau ke kanan, Hal ini menunjukkan adanya arus yang mengalir pada kumparan kawat)
6. (Jawaban: Kumparan diputar di dalam medan magnet, maka kumparan akan melingkupi fluks magnet yang menyebabkan ujung-ujung kumparan timbul ggl induksi).
7. (Jawaban: 8 Ampere)
8. (Jawaban: (a) 100 volt, (b) 120 ? rad/s, (c) 60 Hz, (d) 0,0167 s)
9. (Jawaban: Jika bergerak lambat nyala lampu tidak terang, Jika bergerak cepat nyala lampu menjadi terang).
10. (Jawaban: 200 volt)

## g. Lembar Kerja

Memahami Cara kerja generator.

*Pembuktian bahwa generator bekerja berdasarkan prinsip yang dikemukakan oleh Faraday yang berbunyi jika suatu kumparan melingkupi medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar timbul arus induksi (ggl induksi).*

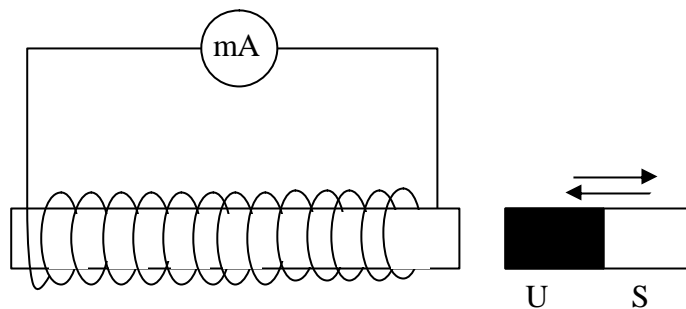
### 1. Alat

- ✎ 1 buah kumparan 6500 lilitan.
- ✎ 1 buah kumparan 1500 lilitan.
- ✎ 1 buah milivoltmeter.
- ✎ Kabel penghubung.



## 2. Langkah kerja

- 1). Rangkai alat seperti pada gambar di bawah ini



- 2). Gunakan kumparan 6500 lilitan.
- 3). Gerakkan magnet batang menjauhi dan mendekati kumparan.
- 4). Catat besar arus induksi yang terjadi
- 5). Ulangi langkah di atas dengan mengubah kumparan 1500 lilitan.
- 6). Bandingkan hasilnya antara arus induksi pada kumparan 6500 lilitan dengan kumparan 1500 lilitan.
- 7). Jika gerakan maju mundur magnet dipercepat, bagaimana dengan arus induksi pada kedua kumparan tersebut.
- 8). Tuliskan kesimpulan dari percobaan generator sederhana di atas.

## 2. Kegiatan Belajar 2

### a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

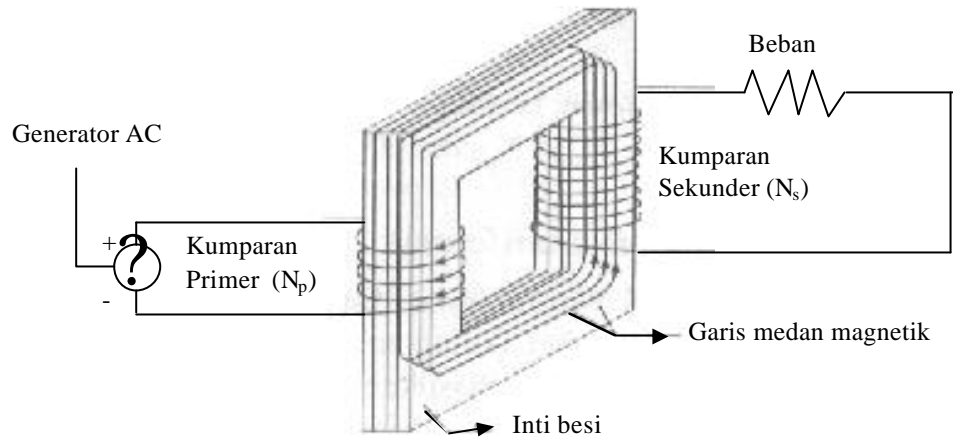
- ✍ Memahami Cara Kerja Transformator.
- ✍ Memahami Perbandingan tegangan (ggl induksi) dengan jumlah lilitan pada transformator.
- ✍ Memahami cara menghitung efisiensi transformator.
- ✍ Memahami cara merubah arus listrik searah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi.

### b. Uraian Materi

#### 1) Transformator (Trafo)

Satu lagi aplikasi yang sangat penting dari induksi elektromagnetik adalah transformator, yang sering juga disebut trafo. Transformator adalah suatu peralatan yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak-balik. Sebagai contoh, jika kita hendak mengisi aki yang sudah habis, dibutuhkan transformator untuk peralatan « charger » yang mengubah tegangan listrik di rumah dari 220 Volt AC menjadi sekitar 12 volt AC yang kemudian diubah lagi menjadi 12 volt DC dengan penyearah.

Transformator terdiri dari inti besi tempat kumparan dililitkan, yaitu kumparan primer sebanyak  $N_p$  lilitan dan kumparan sekunder sebanyak  $N_s$  lilitan (Gambar 4). Sebagaimana tampak pada gambar, kumparan primer dihubungkan ke generator arus bolak-balik. Kumparan sekunder dihubungkan ke peralatan-peralatan seperti pemanas, kulkas dan TV. Inti besi trafo dibuat dari pelat yang berlapis-lapis untuk mengurangi daya hilang karena arus pusar (akan dibahas kemudian).



**Gambar 4.** Transformator terdiri dari dua buah kumparan yang dililitkan pada inti besi.

## 2) Cara kerja transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik yang ditemukan oleh Faraday sehingga di sini harus ada perubahan fluks magnetik. Karena itulah transformator hanya bekerja untuk arus bolak balik. Transformator tidak dapat digunakan untuk mengubah besar tegangan arus searah dari sebuah baterai misalnya. Salah satu alasan utama untuk menggunakan arus bolak-balik dalam kehidupan sehari-hari adalah karena besar tegangannya dapat diubah dengan mudah melalui transformator.

Arus bolak-balik pada kumparan primer menimbulkan induksi magnetik yang berubah-ubah. Fluks magnetik yang terjadi akan mengalir melalui inti besi melewati kumparan sekunder seperti terlihat pada gambar. Karena induksi magnetik berubah-ubah, maka fluks magnetik juga akan berubah-ubah dan akibatnya timbullah ggl induksi  $\mathcal{E}_s$  pada kumparan sekunder dan  $\mathcal{E}_p$  pada kumparan primer sebagai berikut.

$$\mathcal{E}_s = -N_s \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{dan} \quad \mathcal{E}_p = -N_p \frac{d\Phi}{dt} \dots\dots\dots(2.1)$$

karena  $\frac{d\Phi}{dt}$  pada kedua kumparan adalah sama, maka

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \dots\dots\dots(2.2)$$

**3) Konsep Perbandingan Tegangan (Ggl Induksi) dengan Jumlah Lilitan Pada Transformator**

Pada transformator,  $V_s$  biasanya disebut sebagai tegangan sekunder ( $V_s$ ) dan  $V_p$  disebut sebagai tegangan primer ( $V_p$ ) sehingga diperoleh persamaan transformator

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s} \dots\dots\dots(2.3)$$

Persamaan transformator di atas menyatakan bahwa perbandingan tegangan (ggl induksi) pada transformator sama dengan perbandingan jumlah lilitannya.

Berdasarkan perubahan tegangan, dikenal 2 jenis transformator, yaitu:

- (1) Transformator step up, jika  $N_s > N_p$  berfungsi untuk menaikkan tegangan.
- (2) Transformator step down, berfungsi untuk menurunkan tegangan sumber dengan ciri  $V_s < V_p$ ,  $N_s < N_p$ , dan  $I_s > I_p$ .

**4) Konsep Cara Menghitung Efisiensi Transformator**

Kenyataan menunjukkan bahwa pada transformator selalu ada daya yang hilang. Akibatnya, daya output (keluaran) lebih kecil daripada daya input (masukan). Hal inilah yang menghasilkan konsep efisiensi. Efisiensi adalah perbandingan daya output dengan daya input. Pada trafo, daya output adalah daya sekunder ( $P_s$ ) sedangkan daya input adalah daya primer ( $P_p$ ). Dengan demikian berlaku hubungan:

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Mengingat daya sekunder  $P_s = V_s I_s$  dan daya primer  $P_p = V_p I_p$ , maka perbandingan arus pada trafo dapat ditentukan yaitu

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100\% = \frac{N_s I_s}{N_p I_p} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

atau

$$\frac{I_s}{I_p} = \eta \frac{N_p}{N_s} \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan:

$I_s$  = kuat arus pada kumparan sekunder (A),

$I_p$  = kuat arus pada kumparan primer (A),

$\eta$  = efisiensi transformator

$N_p$  = jumlah lilitan primer,

$N_s$  = jumlah lilitan sekunder.

Khusus untuk transformator ideal ( $\eta = 100\%$ ), berlaku

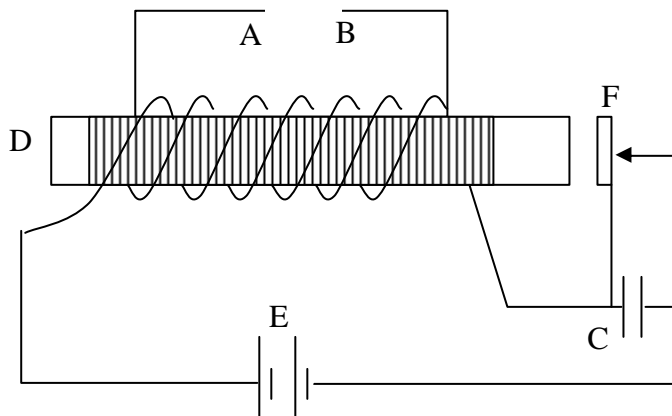
$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \dots\dots\dots(2.7)$$

yang berarti bahwa *perbandingan kuat arus pada trafo ideal sama dengan kebalikan perbandingan jumlah lilitannya.*

### 5) Cara Merubah Arus Listrik Searah Tegangan Rendah Menjadi Tegangan Tinggi

#### INDUKTOR – RUHKORFF (Coil Induksi)

Untuk memperoleh beda potensial yang besar antara 2 titik dapat dipakai apa yang disebut Induktor Ruhmkorff. Skema pesawat Ruhmkorff ini dapat kita perlihatkan pada



Gambar 5. Induktor Ruhmkorff

Arus yang dihasilkan baterai E menyebabkan inti besi lunak bersifat magnet, sehingga dapat menarik batang besi F, yang menyebabkan arus terputus. Akibatnya d kehilangan kemagnetannya. Akhirnya F ditarik lagi oleh pelat pegas yang menumpukinya, hingga arus tertutup lagi. Demikian sehingga arus searah kita buka dan kita tutup secara terum-menerus. Pada pesawat ini di sekitar besi lunak D terdapat dua kumparan yaitu kumparan primer, yang lilitannya lebih sedikit dan dialiri arus langsung dari baterai. Sedang kumparan yang kedua disebut kumparan sekunder, yang lilitannya jauh lebih banyak dan kedua ujungnya (pada gambar titik A dan B) tidak dihubungkan. Karena pengaruh kapasitas C arus membutuhkan waktu yang sangat singkat untuk berhenti. Jadi seolah-olah adanya kapasitor C bersifat mengerem gerak muatan. Tetapi untuk mencapai harga stationernya, arus mulai mengalir diperlukan waktu yang agakpanjang. Akibatnya arus induksi dalam kumparan sekunder dari B ke A sangat kuat, yaitu pada saat arus dalam kumparan primer dihentikan. Tetapi arus dari A ke B pada saat arus dalam kumparan primer mulai mengalir sangat lemah, sehingga A bermuatan positif dan B bermuatan negatif. Beda potensial antara A dan B dapat menjadi begitu besar sehingga terjadi loncatan listrik.

Pada prinsipnya induksi Rumhkorff ini dapat diperoleh sumber arus bolak-balik (yang dirasakan sebagai arus searah) yang bertegangan tinggi dari sumber arus rata yang bertegangan rendah. Di dalam praktek penggunaan pesawat Rumhkorff ini ialah pada:

- a. sebagai vibrator pada alat-alat elektronika.
- b. Prinsip busi pada mobil atau sepeda motor, dan sebagainya.

### **Contoh soal 1**

Pada sebuah transformator dalam adaptor kalkulator tertulis tegangan primer 120 volt, tegangan sekunder 6,0 volt, dan arus sekunder maksimum yang dapat diambil dari trafo 200 mA. Tentukanlah (a)

perbandingan lilitan kumparan  $N_s$ :  $N_p$ , (b) arus maksimum yang dapat mengalir pada kumparan primer  $I_p$ , dan (c) daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh transformator?

### **Penyelesaian**

Untuk trafo yang tidak diberikan penjelasan tentang efisiensinya, trafo dianggap ideal dengan efisiensi  $\eta = 100\%$ .

- Gunakan persamaan  $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$  untuk menentukan

$$\text{perbandingan lilitan } \frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{6}{120} = \frac{1}{20}$$

- Untuk menentukan kuat arus pada trafo ideal, gunakan persamaan

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \Rightarrow I_p = \frac{1}{20} \times 200 \text{ mA} = 10 \text{ mA}$$

- Daya maksimum pada kumparan sekunder adalah

$$P_s = V_s I_s = 6,0 \times 200 \times 10^{-3} = 1,2 \text{ watt}$$

### **Contoh soal 2**

Suatu transformator step-down mempunyai kumparan primer terdiri dari 800 lilitan dihubungkan dengan tegangan input 220 volt.

Kumparan sekunder terdiri dari dua bagian yang berpisah masing-masing  $S_1$  dan  $S_2$  serta memberikan output 110 volt dan 16,5 volt. Jika dari tegangan output yang ber-GGL 16,5 volt, berbeban hingga terdapat arus listrik sebesar 2,4A.

- Berapa jumlah lilitan sekunder masing-masing?
- Hitung besarnya arus primer dan arus sekunder  $(I_s)_1$  jika  $s_1$  berbeban dan arus primer tetap!

### Penyelesaian

Diketahui:  $E_p = 220$  volt,  $N_p = 800$  lilitan  
 $(E_s)_1 = 110$  volt,  $(E_s)_2 = 16,5$  volt  
 $(I_s)_2 = 2,4$  ampere.

Soal: a.  $(N_s)_1 = \dots$  dan  $(N_s)_2 = \dots$

b.  $I_p = \dots$  dan  $(I_s)_1 = \dots$

a.  $E_p: (E_s)_1 = N_p: (N_s)_1$

$$220:110 = 800: (N_s)_1$$

$$(N_s)_1 = \frac{110 \times 800}{220} ? 400 \text{ lilitan}$$

$E_p: (E_s)_2 = N_p: (N_s)_2$

$$220:16,5 = 800: (N_s)_2$$

$$(N_s)_2 = \frac{16,5 \times 800}{220} ? 60 \text{ lilitan}$$

b.  $N_p: (N_s)_2 = (I_s)_2: I_p$

$$800: 60 = 2,4: I_p$$

$$I_p = \frac{60 \times 2,4}{800} ? \frac{144}{800} \text{ A}$$

$N_p: (N_s)_1 = (I_s)_1: I_p$

$$800: 400 = (I_s)_1: 0,18$$

$$(I_s)_1 = \frac{800 \times 0,18}{400}$$

$$= 2 \times 0,18 = 3,6 \text{ A.}$$



### c. Rangkuman

1. Transformator adalah suatu peralatan yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak-balik.
2. Transformator terdiri dari inti besi tempat kumparan dililitkan, yaitu kumparan primer sebanyak  $N_p$  lilitan dan kumparan sekunder sebanyak  $N_s$  lilitan. Kumparan primer dihubungkan ke generator arus bolak-balik. Kumparan sekunder dihubungkan ke peralatan-peralatan seperti pemanas, kulkas dan TV.
3. Inti besi trafo dibuat dari pelat yang berlapis-lapis untuk mengurangi daya hilang karena arus pusar.
4. Pada transformator,  $V_s$  biasanya disebut sebagai tegangan sekunder ( $V_s$ ) dan  $V_p$  disebut sebagai tegangan primer ( $V_p$ ) sehingga diperoleh persamaan transformator:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

5. Efisiensi merupakan perbandingan antara daya output dan daya input biasanya dalam bentuk persen (%).

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100\% = \frac{N_s I_s}{N_p I_p} \times 100\%$$

6. Pada prinsipnya induksi Rumhkorff ini (Coil induksi) dapat diperoleh sumber arus bolak-balik (yang dirasakan sebagai arus searah) yang bertegangan tinggi dari sumber arus rata yang bertegangan rendah. Di dalam praktek penggunaan pesawat Rumhkorff ini ialah pada: (a) sebagai vibrator pada alat-alat elektronika. (b) Prinsip busi pada mobil atau sepeda motor, dan sebagainya.

### d. Tugas

1. Sebuah transformator step-up mengubah tegangan 25 volt menjadi 250 volt. Bila efisiensi trafo tersebut 80% dan kumparan sekundernya dihubungkan dengan lampu 250 V, 50 W, tentukan kuat

arus yang mengalir pada (a) kumparan sekunder dan (b) kumparan primer!

2. Transformator ideal mempunyai 2000 lilitan primer dengan tegangan masuk 220 volt, agar didapatkan tegangan keluar 12 volt, maka tentukan jumlah lilitan sekunder!
3. Perbandingan jumlah lilitan primer dan sekunder sebuah trafo 1:5 jika  $V_p = 200$  volt dan daya outputnya 1500 watt maka tentukan arus outputnya!
4. Trafo step down mengubah tegangan 1000 volt menjadi 220 volt keluaran trafo dihubungkan sebuah lampu 220 V/40 watt. Jika efisiensi trafo 80%, maka tentukan arus primernya!
5. Transformator ideal dengan lilitan  $N_p$  dan  $N_s$  dan arusnya  $I_p$  dan  $I_s$  maka tentukan hubungan ke empat komponen dalam bentuk rumus!
6. Sebuah trafo step-up mengubah tegangan 25 V menjadi 250 V. Jika efisiensi trafo itu 80% dan kumparan sekundernya dihubungkan dengan lampu 250 V, 100 W, Maka berapakah kuat arus dalam kumparan primernya?
7. Sebuah transformator memiliki efisiensi 75%. Tegangan primernya 240 V dan arus primernya 1A. Hitung daya sekunder setelah diberi beban!
8. Apabila sebuah transformator mempunyai daya out-put= 70% daya in-put, maka tentukan efisiensinya!
9. Suatu kumparan terdiri dari 600 lilitan berbentuk persegi panjang dengan lebar 10 cm dan panjang 15 cm. Kumparan ini mempunyai sumbu putar tegak lurus medan magnetik sebesar 1 T. Diputar dengan kecepatan 80 rad/sec. Tentukan GGL induksi maksimumnya!
10. Sebutkan dua fungsi transformator dalam kehidupan sehari-hari!

## e. Tes Formatif

1. Arus yang dihasilkan pada lilitan sekunder suatu transformator 5A, tegangan kumparan sekunder 1000 V. Berapakah kuat arus pada lilitan primer jika tegangan kumparan primer 1000V? Anggaplah trafo ideal?
2. Kumparan sekunder sebuah transformator step-down terdiri dari 2 bagian yang terpisah, masing-masing output 50 volt dan 20 volt. Kumparan primernya 880 lilitan dihubungkan dengan tegangan 220 volt. Apabila kuat arus primer 0,5 ampere, hitunglah kuat arus dan jumlah lilitan pada sekunder!
3. Sebuah transformator step-up mempunyai tegangan primer 20 volt dan tegangan sekunder 200 volt jika jumlah lilitan primer sebesar 1000 lilitan dan arus primer 100 mA. Tentukan jumlah lilitan sekundernya dan arus sekunder?
4. Sebuah transformator step-down mempunyai daya keluaran 20 kW dan daya masukan 25.000 watt. Tentukan efisiensi transformator!
5. Bila sebuah trafo mempunyai perbandingan lilitan primer dan sekunder 4:5 dan perbandingan arus primer dan sekunder 5:3, maka tentukan efisiensi trafo tersebut! (dalam persen)
6. Sebuah transformator step-up mengubah tegangan 25 volt menjadi 150 volt. Efisiensi transformator 60% dan kumparan sekundernya dihubungkan dengan lampu dari 150 volt dan 50 Watt. Berapakah kuat arus dalam kumparan primernya?
7. Perbandingan jumlah lilitan primer dan sekunder sebuah trafo 1:8 jika  $V_p = 400$  volt dan daya outputnya 6400 watt maka tentukan arus outputnya!
8. Sebuah transformator memiliki efisiensi 80% Jika tegangan primer 100 Volt dan arus primer 1 A, maka tentukan daya sekundernya!
9. Sebutkan empat cara untuk menghasilkan arus listrik induksi yang besar!

10. Mengapa pada induktor Ruhmkorff dapat menghasilkan beda potensial yang besar meskipun menggunakan arus dan tegangan rendah?

#### **f. Kunci Jawaban Tes Formatif**

1. (Jawab: 50 A)
2. (Jawab: 2,2 A dan 5,5 A; 200 lilitan dan 80 lilitan)
3. (Jawab:  $N_s = 10.000$  lilitan dan  $I_s = 10$  mA)
4. (Jawab:  $\eta = 80\%$ )
5. (Jawab:  $\eta = 75\%$ )
6. (Jawab:  $3\frac{1}{3}$  A)
7. (Jawab: 2 A)
8. (Jawab: 75 W)
9. (jawab: 1. lilitan yang banyak, 2. medan magnet yang kuat, 3. menggunakan inti besi lunak pada kumparan, 4. memutar kumparan dengan cepat)
10. (Jawab: karena jumlah kumparan sekunder jauh lebih banyak dibandingkan dengan kumparan primer)

## g. Lembar Kerja

### Memahami Cara kerja transformator.

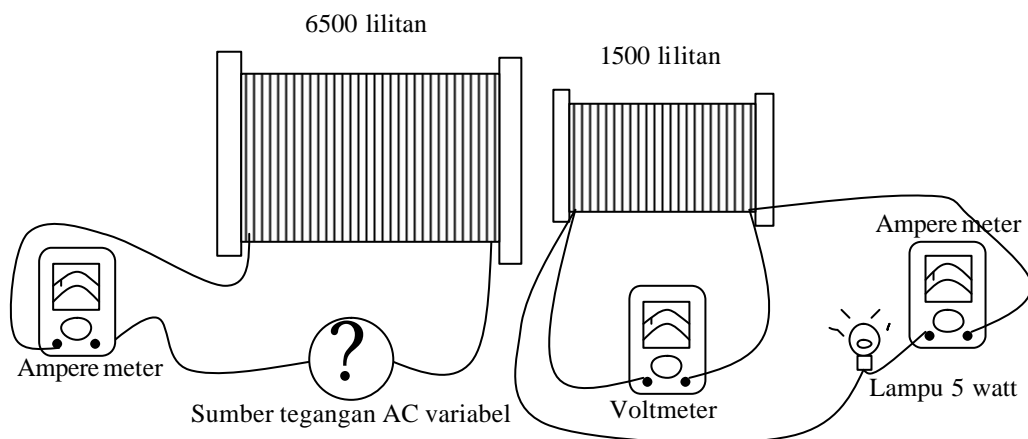
Pembuktian bahwa Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik yang ditemukan oleh Faraday sehingga di sini harus ada perubahan fluks magnetik. Karena itulah transformator hanya bekerja untuk arus bolak balik. Transformator tidak dapat digunakan untuk mengubah besar tegangan arus searah dari sebuah baterai.

### Alat

- ✍ 1 buah kumparan 6500 lilitan.
- ✍ 1 buah kumparan 1500 lilitan.
- ✍ 2 buah voltmeter ( multitester).
- ✍ 2 buah amperemeter.
- ✍ Sumber tegangan AC variabel.
- ✍ Kabel penghubung.

### Langkah kerja

1. Rangkai alat seperti pada gambar di bawah ini.



2. Ubahlah tegangan primer 100 V, 120 V, 150 V, 220V, dan 240 V.
3. Amati perubahan pada kumparan sekunder catat besarnya arus dan tegangan pada tabel yang tersedia.

**Tabel 1:** Data Transformator

No	Kumparan primer (6500 lilitan)	Kumparan sekunder (1500 lilitan)	V <sub>p</sub> (volt)	V <sub>s</sub> (volt)	I <sub>p</sub> (ampere)	I <sub>s</sub> (ampere)
1			100			
2			120			
3			150			
4			220			
5			240			

4. Bagaimana hubungan antara I<sub>p</sub>, I<sub>s</sub>, V<sub>p</sub> dan V<sub>s</sub>? dan apakah berlaku hubungan setara  $\frac{V_s}{V_p} ? \frac{N_s}{N_p} ? \frac{I_p}{I_s} ?$
5. Hitung efisiensi transformator!
6. Ulangi percobaan di atas dengan mengubah kumparan primer 1500 lilitan dan kumparan sekunder 6500 lilitan!

**Tabel 2:** Data Transformator

No	Kumparan primer (1500 lilitan)	Kumparan sekunder (6500 lilitan)	V <sub>p</sub> (volt)	V <sub>s</sub> (volt)	I <sub>p</sub> (ampere)	I <sub>s</sub> (ampere)
1			100			
2			120			
3			150			
4			220			
5			240			

7. Apa yang dapat disimpulkan dari percobaan ini?

# BAB III. EVALUASI

---

## A. Tes Tertulis

**Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!**

1. Jelaskan cara kerja generator!
2. Sebutkan 4 cara untuk mendapatkan ggl induksi yang besar!
3. Berikan contoh penggunaan generator dalam kehidupan sehari-hari!
4. Suatu kumparan terdiri dari 300 lilitan terjadi perubahan fluks magnetik secara beraturan dari  $3 \times 10^{-2}$  Weber menjadi  $10^{-2}$  Weber selama 0,1 s. Tentukan ggl induksi!
5. Jelaskan cara kerja transformator!
6. Berikan contoh penggunaan transformator dalam kehidupan sehari-hari!
7. Jelaskan cara kerja coil induksi (induktor rumhkorff)!
8. Berikan contoh penggunaan coil induksi dalam kehidupan sehari-hari!
9. Perbandingan jumlah lilitan primer dan sekunder sebuah trafo 1: 6, jika  $V_p = 220$  volt dan daya outputnya 1200 watt, maka tentukan arus outputnya!
10. Kumparan primer transformator terdiri dari 1200 lilitan dan kumparan sekunder lilitannya setengah dari kumparan primer. Berapakah tegangan yang keluar dari kumparan sekunder jika tegangan pada kumparan primernya 120 volt?, dan tentukan pula efisiensinya!

## **B. Tes Praktek**

1. Lakukan pengukuran arus dan tegangan pada dinamo sepeda dengan berbagai macam kecepatan sudut!
2. Lakukan pengukuran pada transformator step down yang sering digunakan pada adaptor, hitung pula efisiensinya!



# KUNCI JAWABAN

---

1. Menurut hukum Faraday tentang GGL induksi, perubahan fluks magnet akan membangkitkan GGL pada ujung-ujung suatu kumparan. Besarnya GGL berbanding langsung dengan jumlah lilitan, kuat medan magnet dan besarnya frekuensi perubahan fluks magnet. Pada dinamo atau generator, GGL induksi diperoleh dengan memutar kumparan di dalam medan magnet.
2. Menambah jumlah lilitan kawat, menambah kecepatan sudut, memperbesar fluks magnetik dan luas lingkup medan magnetik.
3. Penggunaan generator dalam kehidupan sehari-hari digunakan penerangan, kipas angin, kuilkas, TV, CD di rumah, kantor, toko, sekolah, selain itu digunakan untuk kegiatan pertukangan : misalnya pemotong kayu, bor, penghalus kayu dll.
4. GGL induksi = 60 Volt.
5. Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik yang ditemukan oleh Faraday sehingga di sini harus ada perubahan fluks magnetik. Karena itulah transformator hanya bekerja untuk arus bolak balik. Transformator tidak dapat digunakan untuk mengubah besar tegangan arus searah dari sebuah baterai misalnya. Salah satu alasan utama untuk menggunakan arus bolak-balik dalam kehidupan sehari-hari adalah karena besar tegangannya dapat diubah dengan mudah melalui transformator.

6. Penggunaan transformator dalam kehidupan sehari-hari misalnya untuk menaikkan tegangan (step up) digunakan pada alat-alat listrik yang mempunyai tegangan lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan listrik di Rumah, menurunkan tegangan (step down) digunakan pada adaptor catu daya Radio, dan TV.
7. Pada prinsipnya induksi Rumhkorff ini (Coil induksi) dapat diperoleh sumber arus bolak-balik (yang dirasakan sebagai arus searah) yang bertegangan tinggi dari sumber arus rata yang bertegangan rendah. Di dalam praktek penggunaan pesawat Rumhkorff ini ialah pada:  
(a) sebagai vibrator pada alat-alat elektronika. (b) Prinsip busi pada mobil atau sepeda motor, dan sebagainya.
8. Pada pengapian (busi) sepeda motor dan mobil.
9. 0,9 Ampere.
10. Tegangan sekunder sebesar 60 volt.

## LEMBAR PENILAIAN SISWA

Nama Peserta :  
 No. Induk :  
 Program Keahlian :  
 Nama Jenis kegiatan :

### **PEDOMAN PENILAIAN**

No.	Aspek Penilaian	Skor Maks.	Skor Perolehan	Keterangan
1	2	3	4	5
<b>I</b>	<b>Persiapan</b> 1.1. Membaca Modul 1.2. Persiapan Alat dan Bahan			
	<b>Sub total</b>	5		
<b>II</b>	<b>Pelaksanaan Pembelajaran</b> 2.1. Cek Kemampuan Siswa 2.2. Melaksanakan Kegiatan 1 dan 2			
	<b>Sub total</b>	20		
<b>III</b>	<b>Kinerja Siswa</b> 3.1. Cara merangkai alat 3.2. Membaca alat ukur listrik 3.3. Menulis satuan pengukuran 3.4. Banyak bertanya 3.5. Cara menyampaikan pendapat.			
	<b>Sub total</b>	25		
<b>IV</b>	<b>Produk Kerja</b> 4.1. Penyelesaian Tugas 4.2. Penyelesaian Kegiatan Lab. 4.3. Penyelesaian Tes Formatif 4.4. Penyelesaian Evaluasi			
	<b>Sub total</b>	35		
<b>V</b>	<b>Sikap / Etos Kerja</b> 5.1. Tanggung Jawab 5.2. Ketelitian 5.3. Inisiatif 5.4. Kemandirian			
	<b>Sub total</b>	10		
<b>VI</b>	<b>Laporan</b> 6.1. Sistematika Peyusunan Laporan 6.2. Penyajian Pustaka 6.3. Penyajian Data 6.4. Analisis Data 6.5. Penarikan Simpulan			
	<b>Sub total</b>	10		
	<b>Total</b>	100		

## **KRITERIA PENILAIAN**

<b>No.</b>	<b>Aspek Penilaian</b>	<b>Kriteria penilaian</b>	<b>Skor</b>
1	2	3	4
<b>I</b>	<b>Persiapan</b> 1.1. Membaca Modul  1.2. Persiapan Alat dan Bahan	? Membaca Modul ? Tidak membaca Modul  ? Alat dan bahan sesuai dengan kebutuhan. ? Alat dan bahan disiapkan tidak sesuai kebutuhan	2 1  3 1
<b>II</b>	<b>Pelaksanaan Proses Pembelajaran</b> 2.1. Cek Kemampuan Siswa  2.2. Melaksanakan Kegiatan 1 dan 2	? Siswa yang mempunyai kemampuan baik. ? Siswa tidak bisa menyelesaikan  ? Melaksanakan kegiatan dengan baik. ? Melaksanakan tidak sesuai ketentuan	10 1  10 1
<b>III</b>	<b>Kinerja Siswa</b> 3.1. Cara merangkai alat  3.2. Membaca alat ukur listrik  3.3. Menulis satuan pengukuran  3.4. Banyak bertanya  3.5. Cara menyampaikan pendapat	? Merangkai alat dengan benar ? Merangkai alat kurang benar.  ? Cara membaca skala alat ukur benar. ? Cara membaca tidak benar  ? Menulis satuan dengan benar ? Tidak benar menulis satuan  ? Banyak bertanya ? tidak bertanya  ? Cara menyampaikan pendapatnya baik. ? Kurang baik dalam menyampaikan pendapatnya.	5 1  5 1  5 1  5 1

<b>IV</b>	<b>Kualitas Produk Kerja</b>		
	4.1. Penyelesaian Tugas	? Kualitas Tugasnya baik ? Kualitasnya rendah	7 1
	4.2. Penyelesaian Kegiatan Lab.	? Kualitas kegiatan lab.nya baik ? Kualitas rendah	5 1
	4.3. Penyelesaian Tes Formatif	? Skor Tes Formatifnya baik ? Skor Tes Formatif Rendah	8 1
	4.4. Penyelesaian Evaluasi	? Memahami Konsep dengan baik.	10
		? Kurang memahami konsep	5
<b>V</b>	<b>Sikap / Etos Kerja</b>		
	5.1. Tanggung Jawab	? Membereskan kembali alat dan bahan yang telah dipergunakan	2
		? Tidak membereskan alat dan bahan	1
	5.2. Ketelitian	? Tidak melakukan kesalahan kerja	3
		? Banyak melakukan kesalahan kerja	1
	5.3. Inisiatif	? Memiliki inisiatif kerja	3
		? Kurang memiliki inisiatif	1
	5.4. Kemandirian	? Bekerja tanpa banyak perintah.	2
		? Bekerja dengan banyak perintah	1
<b>VI</b>	<b>Laporan</b>		
	6.1. Sistematika Peyusunan Laporan	? Laporan sesuai dengan sistematika yang telah ditentukan.	2
		? Laporan tidak sesuai sistematika.	1
	6.2. Penyajian Pustaka	? Terdapat penyajian pustaka.	2
		? Tidak terdapat penyajian pustaka	1

	6.3. Penyajian Data	? Data disajikan dengan rapi. ? Data tidak disajikan.	2 1
	6.4. Analisis Data	? Analisisnya benar. ? Analisisnya salah.	2 1
	6.5. Penarikan Simpulan.	? Tepat dan benar ? Simpulan kurang tepat.	2 1

## BAB IV. PENUTUP

---

Setelah menyelesaikan modul ini, anda berhak untuk mengikuti tes praktik untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Apabila anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka Anda berhak untuk melanjutkan ke topik/ modul berikutnya.

Mintalah pada guru/instruktur untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan secara langsung oleh asosiasi profesi yang berkompeten apabila anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu. Atau apabila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari guru/instruktur atau berupa portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi oleh asosiasi profesi. kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh asosiasi profesi.

# DAFTAR PUSTAKA

---

Paseno, 1986. ***Arus Rangka***. Jakarta: Karunika.

Soetarmo, 1979. ***FISIKA 3 SMA kelas 3 semester lima & enam***.  
Surakarta: Widya duta.

Millman dan Halkias, 1986. ***Elektronika Terpadu***. Jakarta: Erlangga.

Sutrisno, 1990. ***Listrik Magnet***. Bandung: ITB, Bandung.