



Raden Oktova lahir di Yogyakarta, 15 Oktober 1961, lulusan Fisika S1 dan S2 pada Jurusan Fisika FMIPA Universitas Gadjah Mada (UGM) di Yogyakarta. Lulus doktor dalam bidang Fisika Teoretis pada Institut für Theoretische Physik, Universität

Hannover, Jerman pada tahun 2001. Selama studi di Jerman mendirikan beberapa portal maya ilmiah/akademik seperti Milis Fisika Indonesia (MFI) bersama komunitas fisikawan Indonesia di luar negeri, International Nuclear Physics Forum bersama komunitas fisikawan nuklir internasional, dan Milis DAAD Indonesia (MDI) bersama komunitas program Doktor Indonesia di Jerman yang mendapat beasiswa DAAD Jerman. Saat ini berstatus dosen negeri Kopertis Wilayah V Yogyakarta yang diperbantukan pada Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.



Program Studi Pendidikan Fisika
Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta.

Dr. R. Oktova

FISIKA

SBMPTN

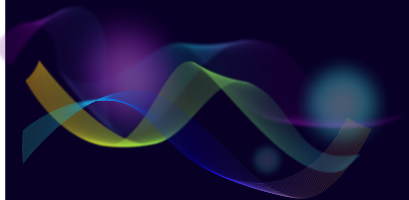


Dr. R. Oktova

Ringkasan Fisika

SBMPTN

(Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri)



Jilid 4

Listrik Magnet

Dr. R. Oktova

Ringkasan

FISIKA

SBMPTN

(Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri)

JILID IV

LISTRIK DAN MAGNET

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA**

2023

**Ringkasan FISIKA SBMPTN
(Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri)
JILID IV. LISTRIK DAN MAGNET**

oleh Dr. R. Oktova
Copyright © 2023 Dr. R. Oktova

Disain sampul, *Setting & Layout*
Panji Waloyo Jati, S.Pd.

© Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang.
All Rights Reserved.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA**

DAFTAR ISI

INFORMASI UMUM TENTANG SBMPTN	v
KATA PENGANTAR	ix
PETUNJUK SOAL	xi
BAB I MUATAN LISTRIK, MEDAN LISTRIK, HUKUM COULOMB, POTENSIAL LISTRIK	1
1.1 Muatan Listrik	1
1.2 Hukum Coulomb	2
1.3 Medan Listrik	3
1.4 Potensial Listrik	5
BAB II KAPASITOR	9
2.1 Kapasitansi Listrik	9
2.2 Energi Kapasitor	11
2.3 Rangkaian Kapasitor	11
BAB III RANGKAIAN ARUS SEARAH	15
3.1 Arus Listrik	15
3.2 Hukum Ohm	15
3.3 Rangkaian Hambatan	17
3.4 Sumber-sumber Arus Searah	20
3.5 Alat-alat Ukur Listrik	28
3.6 Energi dan Daya Listrik	30
BAB IV KEMAGNETAN	33
4.1 Induksi Magnet	33
4.2 Medan Magnet oleh Arus Listrik	34
4.3 Muatan Bergerak dan Arus Listrik dalam Medan Magnet	36

BAB V INDUKSI ELEKTROMAGNETIK	44
5.1 GGL Induksi	44
5.2 Aplikasi	46
BAB VI ELEMEN PRIMER DAN SEKUNDER	53
6.1 Deret Volta.....	53
6.2 Sel Leclanche atau Sel Kering	53
6.3 Sel Aki (Akumulator)	54
6.4 Hantaran Listrik dalam Elektrolit	55
BAB VII RANGKAIAN ARUS BOLAK BALIK	58
7.1 Tegangan dan Arus Sesaat	58
7.2 Tegangan dan Arus Efektif	58
7.3 Rangkaian Seri R, L dan C	59
BAB VIII MOTOR DAN GENERATOR LISTRIK	68
8.1 Motor dan Generator Listrik	68
8.2 Generator AC	68
8.3 Generator DC	69
8.4 Motor Arus Searah (DC)	70
SOAL-SOAL LATIHAN	71
KUNCIJAWABAN SOAL–SOAL LATIHAN	81
DAFTAR PUSTAKA	82

INFORMASI UMUM TENTANG SBMPTN

Apakah SBMPTN itu?

SBMPTN adalah singkatan **Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri**. Untuk SBMPTN, hingga selesai penulisan buku ini belum ada informasi resmi dari penyelenggara, namun berikut ini adalah kutipan dari laman (*website*) resmi SBMPTN .

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi, Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 126 Tahun 2016 tentang Penerimaan Mahasiswa Baru Program Sarjana pada Perguruan Tinggi Negeri, dilakukan melalui: Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN), Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN), dan Seleksi Mandiri. SBMPTN adalah seleksi berdasarkan hasil **ujian tertulis dalam bentuk cetak** (*paper based testing*) atau **menggunakan komputer** (*computer based testing*), atau **kombinasi hasil ujian tertulis dan ujian** keterampilan calon mahasiswa, dilakukan secara bersama di bawah koordinasi panitia pusat.

Pembiayaan penyelenggaraan SBMPTN dibebankan kepada peserta seleksi dan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Peserta SBMPTN dari keluarga kurang mampu secara ekonomi dan mempunyai prestasi akademik tinggi dapat mengajukan dana bantuan biaya pendidikan Bidikmisi.

Informasi SBMPTN meliputi: ketentuan dan persyaratan umum, tata cara pembayaran biaya seleksi, tata cara pendaftaran, jadwal pelaksanaan, dan jumlah pilihan PTN serta program studi. Secara rinci, informasi lengkap mengenai SBMPTN dapat dilihat di laman <http://www.sbmptn.ac.id>.

Apa Saja Jenis Ujian SBMPTN?

1. *Ujian Tertulis (PBT atau CBT)*

Materi Ujian Tertulis terdiri atas:

- a. Tes Kemampuan dan Potensi Akademik (TKPA).

- b. Tes Kemampuan Dasar Sains dan Teknologi (TKD Saintek) terdiri atas mata uji Matematika, Biologi, Kimia, dan Fisika.
- c. Tes Kemampuan Dasar Sosial dan Humaniora (TKD Soshum) terdiri atas mata uji Sosiologi, Sejarah, Geografi, dan Ekonomi.

2. *Ujian Keterampilan*

Ujian Keterampilan diperuntukkan bagi peserta yang memilih program studi bidang seni dan keolahragaan terdiri dari :

- a. Ujian Keterampilan seni rupa dengan mata uji tes menggambar, tes pengetahuan dan wawasan seni rupa.
- b. Ujian Keterampilan seni tari dengan mata uji tes tari bentuk, tes kreatifitas tari, tes imitasi gerak, serta tes pengetahuan dan wawasan seni tari (dalam bentuk wawancara).
- c. Ujian Keterampilan seni musik dengan mata uji tes musikalitas, tes praktik instrumen, serta tes pengetahuan dan wawasan seni musik (dalam bentuk wawancara).
- d. Ujian Keterampilan seni drama/teater dengan mata uji tes praktik monolog, tes pantomim, serta tes pengetahuan dan wawasan seni drama/teater (dalam bentuk wawancara)
- e. Ujian Keterampilan olahraga dengan mata uji tes kesehatan dan tes keterampilan motorik.

Peserta dapat mengikuti Ujian Keterampilan di PTN terdekat yang memiliki program studi yang sesuai dengan pilihan peserta.

Apa Saja Kelompok Ujian dalam SBMPTN?

Kelompok ujian SBMPTN terbagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu:

1. Kelompok Ujian Sains dan Teknologi (Saintek) dengan materi ujian TKPA dan TKD Saintek.
2. Kelompok Ujian Sosial dan Humaniora (Soshum) dengan materi ujian TKPA dan TKD Soshum.
3. Kelompok Ujian Campuran dengan materi ujian TKPA, TKD Saintek, dan TKD Soshum.

Setiap peserta dapat mengikuti kelompok ujian Saintek, Soshum, atau Campuran.

Apa Saja Materi Ujian Fisika dalam SBMPTN?

Ujian Fisika termasuk Tes Kemampuan Dasar Sains dan Teknologi (TKD Saintek) yang terdiri atas mata uji Matematika, Biologi, Kimia, dan Fisika.

Dalam rangkaian buku Ringkasan Fisika SBMPTN ini, penulis membagi materi sbb.

Jilid I. Mekanika

Jilid II. Zat dan Kalor

Jilid III. Getaran dan Gelombang

Jilid IV. Listrik dan Magnet

Jilid V. Optika

Jilid VI. Fisika Modern.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah s.w.t. kami panjatkan atas selesainya penulisan buku **Jilid IV. Listrik dan Magnet** dalam seri buku Ringkasan Fisika SBMPTN ini.

Buku ini disusun sebagai buku pegangan yang praktis dan lengkap untuk memenuhi kebutuhan lulusan SMA/SMK/MA untuk mempersiapkan diri menghadapi SBMPTN dan tes tertulis lain yang sejenis. Dalam buku ini disajikan teori singkat yang dilengkapi dengan soal-soal standard SBMPTN dan pembahasan, diikuti oleh contoh-contoh soal SBMPTN dan pembahasan, serta soal-soal latihan dengan kunci.

Semoga buku sederhana ini bermanfaat.

Yogyakarta, Maret 2023

R. Oktova

PETUNJUK SOAL

Petunjuk A:

Soal mempunyai 5 pilihan: A, B, C, D, E. Pilihlah satu jawaban yang tepat.

Petunjuk B:

Soal terdiri atas tiga bagian: PERNYATAAN, kata SEBAB dan ALASAN, dengan susunan berurutan. Pilihlah:

- (A) jika pernyataan dan alasan benar, dan keduanya menunjukkan hubungan sebab-akibat.
- (B) jika pernyataan dan alasan benar, namun keduanya tidak menunjukkan hubungan sebab-akibat.
- (C) jika pernyataan benar dan alasan salah.
- (D) jika pernyataan salah dan alasan benar.
- (E) jika pernyataan dan alasan keduanya salah.

Petunjuk C:

Soal terdiri atas 4 pilihan: 1, 2, 3, 4. Pilihlah:

- (A) jika 1, 2, dan 3 betul.
- (B) jika 1 dan 3 betul
- (C) jika 2 dan 4 betul.
- (D) jika 4 hanya yang betul
- (E) jika semuanya (1, 2, 3, 4) betul.

BAB I

MUATAN LISTRIK, MEDAN LISTRIK, HUKUM COULOMB, POTENSIAL LISTRIK

1.1. Muatan Listrik

(a) Terdapat dua jenis muatan listrik:

- muatan positif.
- muatan negatif.

(b) Sifat muatan listrik:

- muatan sejenis tolak menolak.
- muatan tak sejenis tarik-menarik.

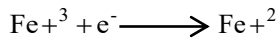
(c) Terdapat muatan elementer (terkecil):

$e = 1,5 \cdot 10^{-19}$ coulomb. Muatan-muatan lain merupakan kelipatan bulat dari muatan elementer ini: $q = Ne$. Muatan elementer dimiliki oleh partikel elementer yaitu:

- elektron, bermuatan $(-e)$
- proton, bermuatan $(+e)$

(d) Dalam sistem tertutup, jumlah muatan listrik tetap.

Contoh: Reaksi ion



Jumlah muatan di ruas kiri sama dengan di ruas kanan, yaitu $+2e$.

1.2. Hukum Coulomb

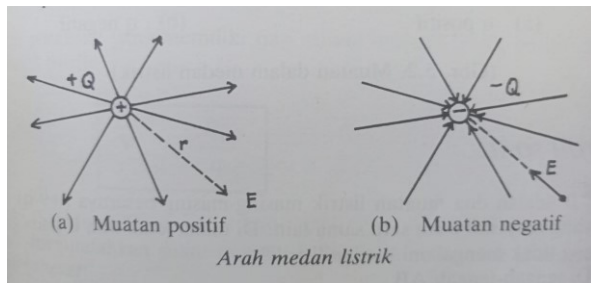
- (1) Gaya listrik antara dua buah muatan yang sejenis adalah tolak-menolak, sedangkan antara dua muatan tak sejenis tarik-menarik.
- (2) Besar gaya antara dua buah muatan berbanding lurus dengan besar masing-masing muatan itu, dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya, serta bergantung pada jenis medium.

$$= -9 \cdot 10^9 \cdot (1,6 \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{(0,53 \cdot 10^{-10})^2})$$

$$= -8,2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

1.3. Medan Listrik

Medan listrik adalah ruang di mana terdapat pengaruh muatan listrik terhadap lingkungannya. Garis gaya dalam medan listrik mempunyai arah memancar ke luar pada muatan positif dan masuk pada muatan negatif.



Di suatu titik berjarak r dari suatu muatan Q terdapat medan listrik dengan intensitas medan listrik atau **kuat medan listrik** sebesar:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \quad (\text{dalam ruang hampa})$$

Jadi merupakan besar gaya listrik yang dialami oleh tiap satuan muatan listrik positif.

$$E = \frac{F}{q} \quad (\text{tidak bergantung pada nilai } q)$$

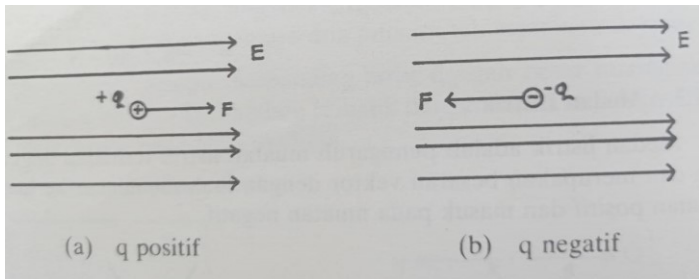
Satuan (SI): newton/coulomb atau volt/meter.

Seandainya ada muatan q berada di dalam medan listrik E , ia akan mengalami gaya sebesar:

$$F = qE$$

di mana:

- F searah E bila q positif.
- F berlawanan arah dengan E bila q negatif.



CONTOH SOAL:

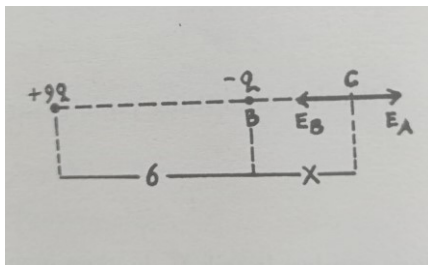
A dan B adalah dua muatan listrik masing-masing besarnya $(+9q)$ dan $(-q)$ yang berjarak 6 cm satu sama lain. Di mana letak titik C pada garis AB yang tidak mengalami medan listrik?

- (A) Di tengah-tengah AB.
- (B) Di perpanjangan AB, 1,5 cm dari B.
- (C) Di perpanjangan AB, 1,5 cm dari A.
- (D) Di perpanjangan AB, 3,0 cm dari A.
- (E) Di perpanjangan AB, 3,0 cm dari B.

Jawab: (E)

Penyelesaian:

Misalkan titik di mana resultan medan listrik sama dengan nol adalah C pada jarak x dari titik B, berarti di titik C tersebut berlaku E oleh A = E oleh B.



$$E_A = E_B$$

$$k \cdot \frac{(9q)}{(6+x)^2} = k \cdot \frac{(q)}{x^2}$$

$$9x^2 = (6+x)^2$$

$$(4x+6)(2x-6) = 0$$

$$x = 3$$

Jadi C terletak 3 cm dari B.

1.4. Potensial Listrik

Muatan q yang berada pada jarak r dari Q memiliki **energi potensial listrik** sebesar:

$$E_p = k \cdot \frac{q \cdot Q}{r}$$

(satuan: joule)

Energi potensial per satuan muatan listrik positif disebut **potensial listrik**:

$$V = \frac{E_p}{q}$$

Satuan (SI): joule/coulomb = volt (V).

Untuk memindahkan suatu muatan q dari titik A ke titik B diperlukan usaha sebesar selisih energi potensial antara kedua titik, atau:

$$W = E_{p.B} - E_{p.A}$$
$$W = q(V_B - V_A)$$

$V_B - V_A$ disebut **selisih potensial listrik** antara A dan B. Nama lain untuk selisih potensial listrik adalah beda potensial listrik atau tegangan listrik.

Catatan:

Di dalam konduktor/penghantar listrik:

- (a) Kuat medan listrik adalah nol atau $E = 0$.
- (b) Potensial listrik sama dengan potensial di permukaannya.

CONTOH SOAL:

Untuk memindahkan muatan positif yang besarnya 10 C dari suatu titik yang potensialnya 10 V ke suatu titik yang potensialnya 60 V, diperlukan usaha sebesar:

- (A) 5V/C
- (B) 100 joule
- (C) 600 joule
- (D) 500 joule
- (E) 500 volt ampere

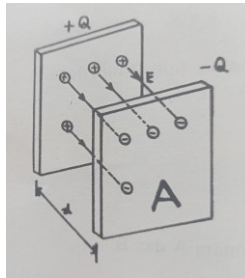
PPI 1979

Jawab: (D)

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} W &= q(V_2 - V_1) \\ &= 10(60 - 10) \text{ Joule} \\ &= 500 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Medan listrik di antara dua keping sejajar bermuatan sama besar tetapi berlawanan tanda (+Q dan -Q).



Kuat medan listrik di antara dua keping:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

σ : rapat muatan per satuan luas keping

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

A : luas keping, d : jarak antara kedua keping.

Selisih potensial listrik antara kedua keping itu:

$$V = E.d$$

$$V = \frac{\sigma.d}{\epsilon_0}$$

BAB II KAPASITOR

2.1. Kapasitansi Listrik

Kapasitansi listrik adalah besar muatan listrik yang dapat ditampung sebuah kapasitor per selisih potensial listrik:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Satuan (SI): coloumb/volt = farad (F)

Jenis Kapasitor:

(a) Kapasitor keping sejajar.

$$C = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$$

ϵ : permitivitas bahan yang berada di antara keping;

A: luas keping;

d: jarak antar keping.

Bila di antara keping hanya terdapat udara atau vakum, maka kapasitansinya:

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

Konstanta dielektrik bahan atau **permeabilitas relatif** suatu bahan atau medium yaitu perbandingan permeabilitas bahan terhadap permeabilitas ruang hampa. Jika di antara kedua keping kapasitor terdapat bahan dengan konstanta dielektrik K , maka:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = K$$

di mana C_0 = kapasitansinya jika di antara kedua keping berisi ruang hampa.

(b) Bola konduktor.

Luas bola adalah $A = 4\pi r^2$ dan d dalam kapasitor keping sejajar diganti dengan jari-jari bola r , maka kapasitansi sebuah bola konduktor adalah

$$C = 4\pi\epsilon r$$
$$C = \frac{K \cdot r}{k}$$

r : Jari-jari bola;
 K : Konstanta dielektrik;
 k : $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

2.2. Energi Kapasitor

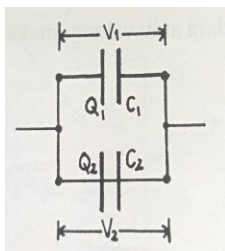
Bila kapasitor berkapasitansi C dipasang pada tegangan tetap V , maka kapasitor tersebut akan menyimpan energi potensial sebesar:

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$
$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$
$$W = \frac{1}{2} QV \quad (\text{joule})$$

Q: muatan tersimpan.

2.3. Rangkaian Kapasitor

(a) Paralel:



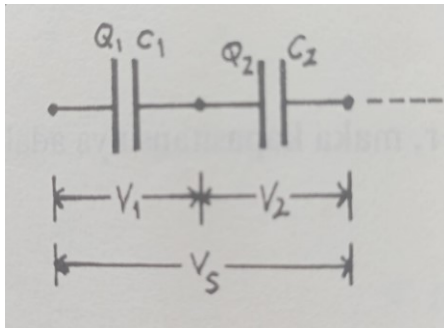
Sifat:

- selisih potensial sama: $V_1 = V_2$
- muatan beda, jadi muatan total:
 $Q = Q_1 + Q_2$

Kapasitansi pengganti (kapasitansi ekuivalen): $C = C_1 + C_2$; atau secara umum:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

(b) Seri:



Sifat:

- selisih potensial beda, jadi tegangan total

$$V = V_1 + V_2$$

- muatan sama:

$$Q_1 = Q_2$$

Kapasitansi pengganti (kapasitansi ekuivalen):

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2};$$

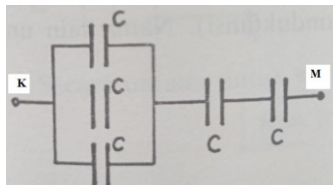
atau secara umum:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$= \frac{(5 \times 10^{-3})^2}{2(5 \times 10^{-5})}$$

$$= 0,25 \text{ J.}$$

2. Di bawah ini tertera rangkaian lima buah kapasitor dengan masing-masing kapasitansi sama besar (C). Kapasitansi antara titik K dan M adalah:



- (A) $8/3 C$
 (B) $7/3 C$
 (C) $1/5 C$
 (D) $5 C$
 (E) $3/7 C$

(PP I 1979)

Jawab: (E)

Penyelesaian:

Rangkaian paralel di sebelah kiri dapat diganti dengan kapasitansi pengganti: $C_p = C + C + C = 3C$. Akhirnya C_p terhubung seri dengan rangkaian di sebelah kanan, kapasitor penggantinya adalah:

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{3C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = 7/3 C$$

$$C_s = 3/7 C.$$

BAB III RANGKAIAN ARUS SEARAH

3.1. Arus Listrik

Arus listrik adalah aliran muatan atau perpindahan muatan. **Kuat arus listrik** adalah muatan yang mengalir tiap satuan waktu:

$$i = dq/dt.$$

Untuk i konstan:

$$i = \frac{q}{t}$$

i = muatan listrik per satuan waktu (satuan: ampere atau A).

q = muatan listrik (satuan: coulomb atau C)

t = waktu (satuan: sekon atau s)

Satuan kuat arus listrik (SI): coulomb/sekon = ampere (A).

Arah arus listrik adalah searah dengan arah gerak muatan positif.

3.2. Hukum Ohm

Arus listrik yang mengalir dalam suatu konduktor besarnya:

- Berbanding lurus dengan selisih potensial (tegangan) antara kedua ujung konduktor (V).
- Berbanding terbalik dengan besar hambatan listriknya (R).

Secara matematis dapat ditulis

$$i = \frac{V}{R},$$

atau

$$V = Ri.$$

Arah arus listrik adalah dari potensial tinggi ke potensial rendah. Satuan R adalah *volt/ampere* atau *ohm* (Ω).

Besaran (1/R) dinamakan juga **daya hantar** (konduktansi) listrik.

Hambatan listrik (*resistansi*) suatu kawat konduktor sebanding dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Satuan (SI):

- Hambatan atau resistansi listrik R (ohm)
- Panjang konduktor L (meter)
- Penampang konduktor A (meter²)
- ρ adalah hambatan jenis (satuan: ohm meter), besarnya tergantung pada jenis bahan konduktor dan juga pada suhunya,

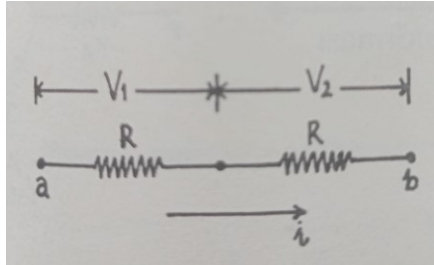
$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t)$$

- ρ_0 = hambatan jenis bahan pada 0 °C
- α = koefisien suhu
- t = suhu (°C)

Konduktor listrik yang mempunyai hambatan listrik disebut juga **resistor**. Kata hambatan listrik dapat merujuk pada barangnya (resistor listrik) atau besarnya (resistansi listrik).

3.3. Rangkaian Hambatan

(a) Seri:



Sifat:

Arus listrik sama: i

Selisih potensial total: $V_{ab} = V_1 + V_2$

Hambatan penggantinya:

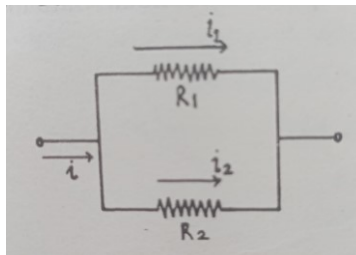
$$R = R_1 + R_2$$

Secara umum, untuk n buah hambatan:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Jadi rumus merupakan kebalikan dari rumus untuk rangkaian kapasitansi.

(b) Pararel:



Sifat: Selisih potensial: sama.

$$i = i_1 + i_2$$

Hambatan penggantinya:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

atau:

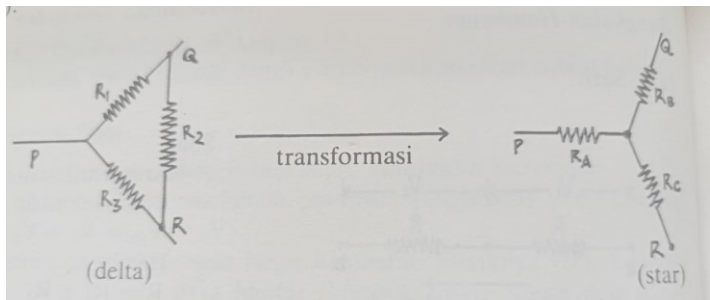
$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Secara umum, untuk n buah hambatan:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Rumus ini pun kebalikan dari rumus untuk kapasitansi pengganti pada rangkaian paralel.

- (c) Kadang-kadang kita perlu melakukan perubahan susunan (transformasi) dari susunan segitiga (delta) menjadi bintang (star) karena tidak mungkin dianalisis dengan kedua rumus di muka (*seri* dan *paralel*).



Rumusnya:

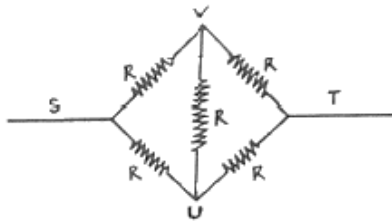
$$R_A = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_C = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

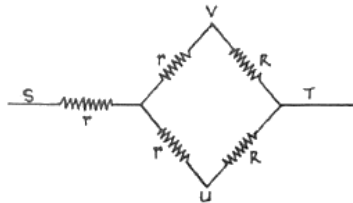
CONTOH SOAL:

Berapa hambatan pengganti dari S ke T pada susunan hambatan berikut?



Jawab:

Bagian segitiga sebelah kiri kita transformasi dulu menjadi susunan bintang, menjadi:



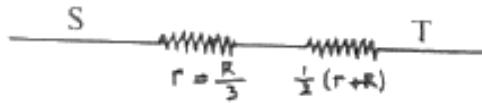
Masing-masing hambatan r bernilai:

$$r = \frac{R \cdot R}{R + R + R} = \frac{R}{3}$$

Susunan hambatan SVT dan SUT masing-masing dapat diganti menjadi: $(r+R)$ karena seri SVT dan SUT merupakan susunan parallel satu sama lain, jadi penggantinya:

$$\text{SVT} \parallel \text{SUT} = \frac{1}{2} (r + R)$$

Jadi susunan akhir sekarang:



Jadi hambatan pengganti ST adalah:

$$\begin{aligned} R_{ST} &= \frac{R}{3} + \frac{1}{2} (r + R) \\ &= \frac{R}{3} + \frac{1}{2} \left(\frac{R}{3} + R \right) \\ &= R. \end{aligned}$$

Kesimpulan:

- (1) Untuk susunan seri, hambatan pengganti selalu lebih besar daripada masing-masing hambatan penyusunan.
- (2) Untuk susunan parallel, hambatan pengganti selalu lebih kecil dari masing-masing hambatan penyusun.

3.4. Sumber-sumber Arus Searah

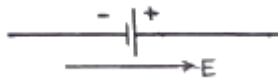
Di sini dibicarakan pengertian sumber/sel penghasil **arus searah** (*D.C.* = *direct current*).

Gaya gerak listrik

Gaya gerak listrik (GGL)^{*)} adalah selisih potensial yang dihasilkan oleh suatu sumber, yang memungkinkan sumber itu mengubah energi non-listrik (kimia, mekanis, dan sebagainya) menjadi energi listrik. Satuan GGL adalah volt (V).

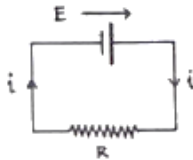
GGL suatu sumber/eleman/sel adalah benda potensial (tegangan) antara ujung-ujung sumber tersebut dalam keadaan tidak tersambung ke rangkaian luar (dinamakan **keadaan terbuka**). Ingatlah bahwa dalam keadaan terbuka, tidak terjadi arus.

Di dalam sumber arus searah, arah GGL adalah dari kutub negatif ke positif. Suatu sumber GGL akan menghasilkan arus searah dengan GGL itu.



Contoh rangkaian:

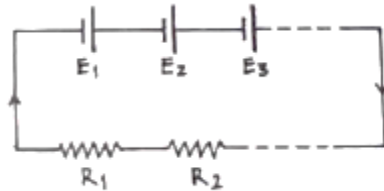
(a) Satu sumber GGL dan satu hambatan



$$i = \frac{E}{R}$$

^{*)} Istilah gaya gerak listrik sebenarnya kurang tepat, dan hanyalah terjemahan dari istilah inggris: *electromotive force* (emf). Gaya gerak listrik **bukanlah gaya**, melainkan suatu besaran **tegangan listrik**.

(b) Beberapa sumber GGL seri dengan beberapa hambatan:

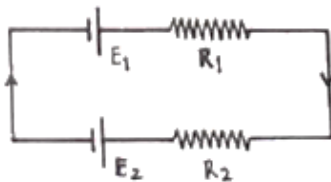


$$i = \frac{\sum E}{\sum R}$$

CONTOH SOAL:

$E_1 = 10 \text{ V}$; $E_2 = 5 \text{ V}$; $R_1 = 2 \text{ ohm}$; $R_2 = 4 \text{ ohm}$.

Berapa i ?



Jawab:

Terlihat E_1 dan E_2 berlawanan maka i akan ikut E_1 yang GGL-nya lebih besar.

$$i = \frac{\sum E}{\sum R} = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 - 5}{2 + 4} = 5/6 \text{ ampere.}$$

3.4. Hukum Kirchoff

Hukum Kirchoff I:

Pada suatu titik cabang, jumlah arus listrik yang menuju ke titik itu sama dengan jumlah arus yang meninggalkannya.



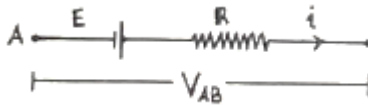
Hukum Kirchoff I

Sebagai contoh, pada gambar di atas: $i_1 + i_2 + i_3 = i_4 + i_5$.

Hukum Kirchoff II:

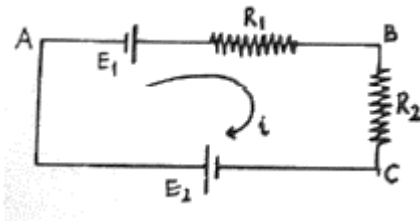
Jumlah tegangan listrik dalam rangkaian tertutup sama dengan nol, di mana tegangan listrik (V) antara dua titik yang memiliki sumber gaya gerak listrik (E) dan hambatan berarus adalah:

$$V_{AB} = V_1 - V_B = i \cdot R - E$$



Suatu titik yang dihubungkan dengan bumi (*grounded*) dianggap mempunyai *potensial* = 0.

CONTOH SOAL:



$$E_1 = 6 \text{ volt}; R_1 = 1 \text{ ohm}$$

$$E_2 = 4 \text{ volt}; R_2 = 2 \text{ ohm}$$

Berapa i ?

Jawab:

Misalkan peninjauan kita dari A ke B, terus ke C, dan kembali ke A lagi.

Arah harus kita andaikan seperti pada gambar.

$$V_{AB} = iR - E = iR_1 - E_1 = 1i - 6 = i - 6.$$

$$V_{BC} = iR - E = iR_2 - 0 \text{ (tidak ada sumber GGL)}$$

$$V_{BC} = 2i$$

$$V_{CA} = iR - E = 0 - E_2 = -4 \text{ volt.}$$

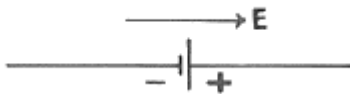
Hukum Kirchoff II menyatakan:

$$\Sigma V = 0 \text{ (lintasan tertutup)}$$

$$V_{AB} + V_{BC} + V_{CA} = 0$$

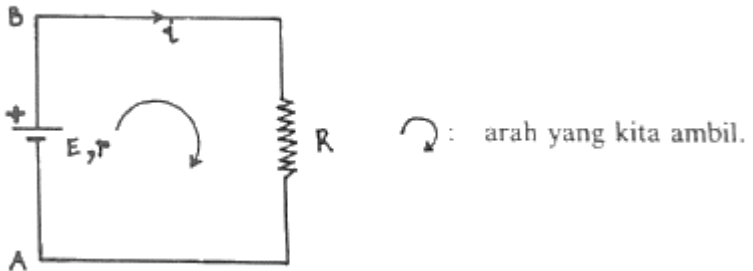
$$(i - 6) + 2i + (-4) = 0$$

$$3i = 10 \quad \longrightarrow \quad i = 3,33 \text{ ampere.}$$



Arah GGL E di dalam sumber selalu dari (-) ke (+).

Suatu sumber tegangan listrik memiliki GGL (gaya gerak listrik) E dan hambatan dalam r . Kemudian dihubungkan dengan hambatan luar R sehingga membentuk rangkaian tertutup.



Arus listrik yang mengalir adalah i .

Menurut Kirchoff terdapat hubungan:

$$V_{AB} \text{ (melalui } E) + V_{BA} \text{ (melalui } R) = 0 \longrightarrow ir - E + iR = 0$$

$$i = \frac{E}{r + R}$$

Catatan:

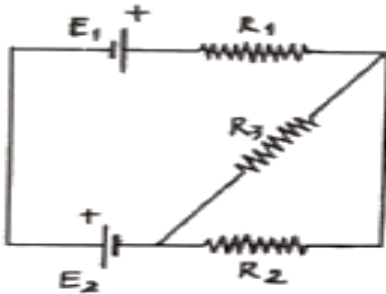
- (1) Arus listrik positif (+) bila arahnya sesuai dengan arah yang kita ambil.
- (2) Arus listrik negatif (-) bila arahnya berlawanan dengan arah yang kita ambil.
- (3) E positif bila arah yang kita ambil sesuai dengan arah kutub negatif ke kutub positif.

Tegangan jepit (V): Tegangan antara ujung-ujung sumber GGL pada suatu rangkaian tertutup. Besarnya $< GGL (E)$.

$$V = i.R$$

$$V = E - ir$$

CONTOH SOAL:



Untuk rangkaian gambar di samping ini, diketahui:

$$E_1 = 10 \text{ V}; E_2 = 20 \text{ V}$$

Hambatan dalam baterai r diabaikan.

$$R_1 = 5 \Omega; R_2 = 10 \Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega$$

Arus yang melalui R_1 adalah:

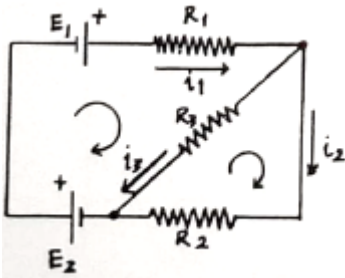
(E) 1,5A

- (A) 0 A
- (B) 2/3 A
- (C) 1 A
- (D) 1/5 A

(SIPENMARU 1984)

Jawab:(E)

Penyelesaian:



Hukum Kirchoff I:

$$i_1 = i_2 + i_3 \dots \dots \dots (i)$$

Hukum Kirchoff II:

$$i_1 R_1 + i_3 R_3 - E_1 - E_2 = 0 \text{ (ii)}$$

$$i_2 R_2 - i_3 R_3 = 0 \dots\dots\dots \text{ (iii)}$$

$$i_2 = \frac{R_3}{R_2} i_3 \dots\dots\dots \text{ (iv)}$$

(i) dan (iv):

$$i_1 = \left(\frac{R_3}{R_2} + 1\right) i_3 \dots\dots\dots \text{ (v)}$$

Dari (ii) dan (v):

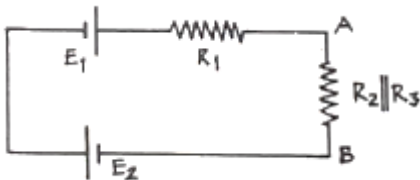
$$\left(\frac{R_3}{R_2} + 1\right) R_1 + R_3 \quad i_3 - E_1 - E_2 = 0$$

$$\left(\frac{10}{10} + 1\right) 5 + 10 \quad i_3 - 10 - 20 = 0$$

$$i_3 = \frac{30}{20} = 1\frac{1}{2} \text{ ampere}$$

Cara di atas panjang, namun dimaksudkan untuk menggambarkan pemakaian Hukum Kirchoff I dan II. Cara yang lebih cepat adalah dengan mencari hambatan pengganti $R_2 \parallel R_3$.

$$R_2 \parallel R_3 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = 5 \text{ ohm.}$$



Rumus:

$$V_{AB} = \frac{R_{AB}}{\sum R} E$$
$$= \frac{5}{5+5} (10+20) = 15 \text{ volt}$$

Sekarang kita lihat gambar rangkaian semula:

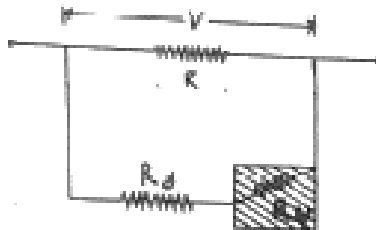
$$i_3 = \frac{V_{AB}}{R_3} = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ ampere}$$

$$V_{AB} = i_3 R_3 \longrightarrow 1,5 \text{ ampere.}$$

Sama dengan hasil cara sebelumnya.

3.5. Alat-alat Ukur Listrik

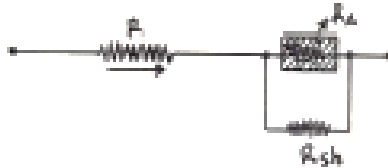
- (a) *Voltmeter*: Pengukur selisih potensial (tegangan) listrik, misalnya antara ujung-ujung suatu tahanan R .



Pemasangan voltmeter pada rangkaian yang akan diukur adalah secara paralel. Hambatan dalam milik voltmeter besar sekali. Agar batas ukurannya menjadi n kali lebih besar, diberi hambatan depan yang dipasang seri terhadap R_V sebesar:

$$R_d = (n - 1)R_V$$

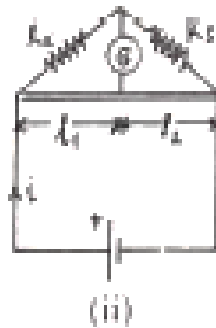
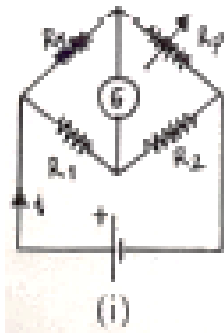
(b) *Amperemeter*: Pengukur arus listrik:



Pemasangan amperemeter adalah seri terhadap penghantar yang akan diukur arus listriknya. Hambatan dalam milik amperemeter R_A kecil sekali. Agar batas ukurnya menjadi n kali lebih besar, diberi hambatan shunt (hambatan samping):

$$R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1}$$

(c) *Jembatan Wheatstone*: Pengukur hambatan listrik secara tidak langsung.



.....
Jembatan Wheatstone

Hambatan yang akan diukur adalah R_x , hambatan R_1 , dan R_2 pada (i) dan hambatan R_s pada gambar (ii) sudah tertentu dan diketahui besarnya. R_p pada gambar (i) dapat diubah-ubah besarnya. Pada gambar (ii) ujung galvanometer dapat digeser-geser pada batang homogeny AB sehingga l_1 dan l_2 dapat berubah-ubah. Perubahan ini dilakukan sampai dicapai keadaan di mana tidak ada arus listrik yang mengalir melewati galvanometer. Pada keadaan ini berlaku hubungan:

$$R_x R_2 = R_1 R_p, \text{ pada gambar (i)}$$

dan

$$R_x l_2 = R_s l_1, \text{ pada gambar (ii)}$$

Nilai R_x dapat dihitung dari pers. (i) dan (ii).

3.6. Energi dan Daya Listrik

Energi listrik di dalam suatu hambatan akan berubah menjadi kalor,

$$W = i \cdot V \cdot t$$

(joule)

$$W = i^2 \cdot R \cdot t$$

di mana:

i : arus yang lewat penghantar (ampere).

R : hambatan listrik penghantar (ohm).

V : beda potensial ujung-ujung penghantar (volt)

t : selang waktu pemakaian (sekon).

Daya listrik adalah energi listrik yang terpakai tiap satuan waktu.

$$P = \frac{W}{t} \quad (\text{watt})$$

$$P = i \cdot V$$

$$= i^2 \cdot R$$

$$= \frac{V^2}{R}$$

(Hukum Joule)

CONTOH SOAL:

Tiga buah lampu pijar yang masing-masing dibuat untuk dipakai pada 15 watt dan 12 volt, dirangkaiakan secara paralel. Ujung-ujung rangkaian itu dihubungkan dengan jepitan-jepitan sebuah akumulator dengan GGL 12 volt dan hambatan dalam 0,8 ohm. Arus listrik yang melalui akumulator itu besarnya:

(A) 3,75 ampere

(D) 1,50 ampere

(B) 3,00 ampere

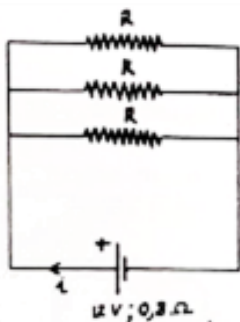
(E) 1,25 ampere

(C) 2,25 ampere

(SIPENMARU 1985)

Jawab: (B)

Penyelesaian:



$$P = \frac{V^2}{R}$$

Hambatan tiap lampu:

$$R = V^2 / P = 12^2 / 15$$

Hambatan pengganti parallel:

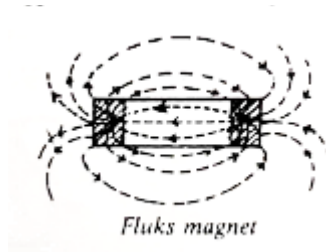
$$R = \frac{R}{3} = \frac{12^2}{3 \cdot 15} \text{ ohm}$$
$$= 3,2 \text{ ohm}$$

$$i = \frac{E}{R_p + r}$$
$$= \frac{12}{3,2 + r} = \frac{12}{4}$$
$$= 3 \text{ ampere.}$$

BAB IV KEMAGNETAN

4.1. Induksi Magnet

Fluks magnet: Garis khayal yang keluar dari kutub utara dan masuk di kutub selatan, menggambarkan medan magnet.



Rapat fluks magnet yaitu banyaknya fluks magnet per satuan luas bidang yang ditembusnya, disebut juga *induksi magnet*:

$$B = \frac{\Delta\Phi}{\Delta A}$$

Satuan (SI):

Fluks magnet Φ : weber (Wb)

Luas A: m²

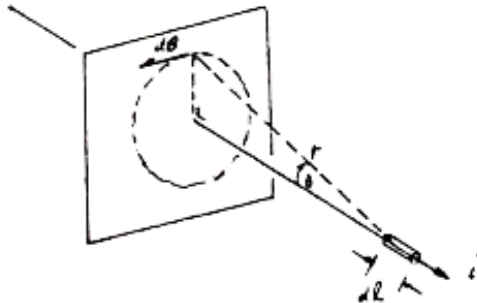
Induksi magnet B: $\frac{Wb}{m^2} = \text{tesla (T)}$

4.2. Medan Magnet oleh Arus Listrik

Hukum Biot – Savart

Arus listrik dapat menimbulkan medan magnet di sekelilingnya, besar induksi magnet di suatu titik di sekitar arus listrik bergantung pada bentuk aliran arus listrik itu. Untuk cuplikan panjang kawat dl , besar induksi magnetnya:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i \cdot dl}{r^2} \sin \theta$$



Hukum Biot-Savart

- i : Arus listrik yang mengalir kawat.
- dl : Elemen (cuplikan) panjang kawat.
- r : Jarak titik ke elemen arus $i \cdot dl$.
- dB : Induksi magnet akibat elemen arus $i \cdot dl$.

θ : Sudut antara r dan $d\ell$

μ_0 : Permeabilitas ruang hampa (di mana $\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A.m}}$)

Induksi magnet total oleh seluruh arus itu dapat diperoleh dengan menghitung integral:

$$B = \int dB$$

dan besarnya bergantung pada bentuk kawat.

(a) Kawat lurus panjang tak berhingga.

Di suatu titik P berjarak r dari kawat:



$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{r}$$

Arah dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan yaitu bila ibu jari menunjukkan arah arus listrik, maka arah B ditunjukkan oleh

jari-jari lain yang melingkar.

(b) Kawat berbentuk lingkaran.

Di pusat lingkaran:



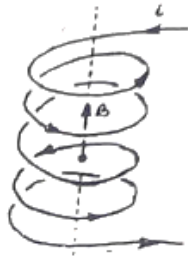
$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i}{a}$$

a : jari-jari lingkaran kawat.

Arah B mengikuti kaidah tangan kanan tetapi sekarang ibu jari menunjukkan arah B sedang jari-jari lain menunjukkan arah i .

(c) Kumparan panjang tak berhingga (solenoida)

Di pusat kumparan:



$$B = \mu_o . i . n$$

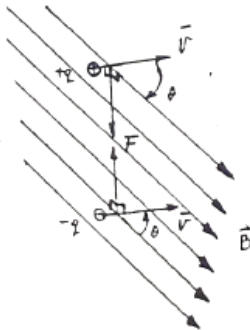
N = banyak lilitan per satuan panjang kumparan = N/L ,

di mana: N = banyak lilitan, L = panjang kumparan.

Arah B ditentukan seperti pada kawat berbentuk lingkaran.

4.3. Muatan Bergerak dan Arus Listrik dalam Medan Magnet

(a) Muatan listrik yang bergerak.



Sebuah muatan listrik q yang bergerak dengan kecepatan \vec{v} dalam medan magnet dengan induksi magnet \vec{B} akan mengalami gaya Lorentz:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

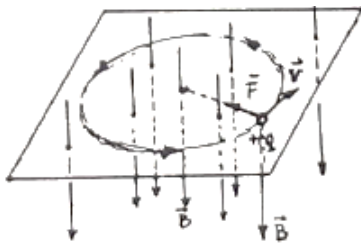
Arah \vec{F} adalah $\vec{v} \times \vec{B}$ untuk q positif dan $\vec{B} \times \vec{v}$ untuk q negatif.

Besar gaya:

$$F = qvB \sin \theta$$

θ : sudut antara \vec{v} dan \vec{B} .

Bila $\theta = 90^\circ$, lintasan yang ditempuh muatan listrik akan berbentuk lingkaran.



Lintasan lingkaran muatan dalam medan magnet

Gaya Lorentz yang terjadi akan menimbulkan **percepatan sentripetal** (menuju ke arah pusat lingkaran)

$$a = \frac{v^2}{R}$$

Sesuai Hukum II Newton tentang Gerak:

$$F = ma,$$

maka

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

$$\boxed{R = \frac{mv}{qB}}$$

- R : jari-jari lingkaran
m : massa muatan listrik
v : kelajuan muatan listrik

CONTOH SOAL:

1. Elektron yang bergerak dengan kecepatan 5×10^4 m/s sejajar dengan kawat berarus 10 A pada jarak 1 cm dari kawat akan mendapat gaya:

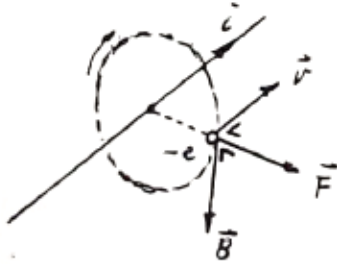
$$(e = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ C}; \mu_0/4\pi = 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A.m}})$$

- (A) $3,2 \cdot 10^{-19}$ N (D) $8 \cdot 10^{-21}$ N
(B) $1,6 \cdot 10^{-18}$ N (E) $8 \cdot 10^{-20}$ N
(C) $1,6 \cdot 10^{-20}$ N

(PP I 1981)

Jawab: (B)

Penyelesaian:



Induksi magnet yang dialami oleh elektron yang disebabkan oleh arus listrik pada kawat:

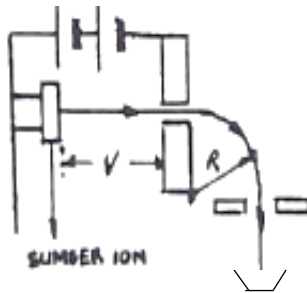
$$\begin{aligned}
 B &= \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{r} \\
 &= 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{10}{10^{-2}} \\
 &= 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}
 \end{aligned}$$

Besar gaya Lorentz yang dialami elektron:

$$\begin{aligned}
 F &= evB \sin 90^\circ \\
 &= 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \\
 &= 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ N}
 \end{aligned}$$

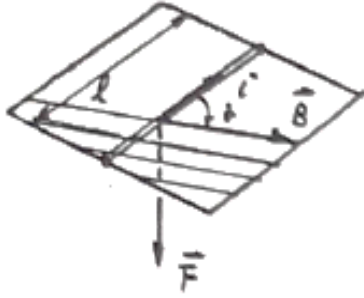
Arahnya menjauhi kawat untuk v yang searah i .

2. Lintasan partikel di dalam sebuah spektrometer massa dengan induksi magnet homogen $B = 0,2 \text{ Wb/m}^2$ berupa seperempat lingkaran dengan B tegak lurus bidang lingkaran. Jari-jari lingkaran



$R = 5 \text{ cm}$. Ion Ca^{++} (nomor massa $\text{Ca} = 40$) dipercepat melalui medan listrik dengan beda potensial $V = 250 \text{ Volt}$, dan setelah disimpangkan 90° masuk detektor. Bila V diubah sehingga mencapai 1000 V , maka ion M^+

(b) Kawat berarus listrik.



Dalam medan magnet suatu kawat berarus listrik akan mengalami gaya Lorentz:

$$\vec{F} = i \vec{\ell} \times \vec{B}$$

ℓ : panjang kawat, arah vektornya sama dengan arah i .

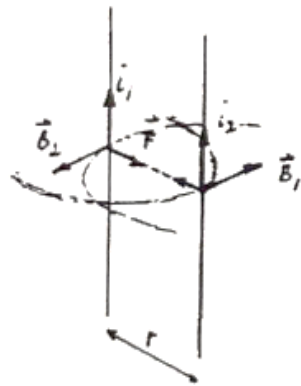
Besar F :

$$F = i \ell B \sin \theta$$

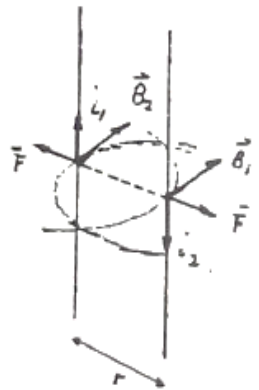
Dua kawat sejajar lurus panjang yang masing-masing berarus listrik i_1 dan i_2 akan mengalami gaya interaksi per satuan panjang kawatnya sebesar:

$$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2}{r}$$

(satuan: N/m)



(a) i_1 & i_2 searah



(b) i_1 & i_2 berlawanan arah

Dua kawat sejajar

r : jarak antar kawat

Jadi gaya interaksi tadi:

- Tarik-menarik bila i_1 dan i_2 searah
- Tolak-menolak bila i_1 dan i_2 berlawanan arah

CONTOH SOAL:

Dua kawat lurus panjang yang sejajar masing-masing dialiri arus listrik sebesar I . jika jarak antara kedua kawat dilipatduakan, maka supaya gaya antara kedua kawat tidak berubah arus masing-masing harus diubah menjadi:

- (A) $2I$ (D) $I\sqrt{2}$

(B) $\frac{1}{2} I$

(E) $\frac{1}{\sqrt{2}} I$

(C) I

(SIPENMARU 1985)

Jawab: (D)

Penyelesaian:

$i_1 = i_2$, maka $\frac{F}{\ell} = (\mu_0 / 2\pi) \frac{I^2}{r}$

Gaya dipertahankan tetap, maka:

$$\frac{I^2}{r} = \frac{I'^2}{r'}$$

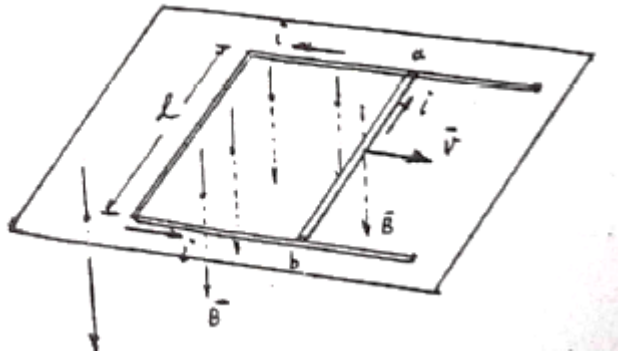
sehingga:

$$I' = \sqrt{\frac{r'}{r}} \cdot I = \sqrt{2} \cdot I$$

BAB V INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

5.1. GGL Induksi

Sepotong konduktor bila digerakkan dalam medan magnet, akan timbul selisih potensial antara kedua ujungnya.



GGL induksi pada kawat yang bergerak dalam medan magnet

Selisih potensial ini disebut GGL induksi.

Bila kawat digerakkan ke kanan dengan kecepatan v , terjadi gaya Lorentz yang mengakibatkan:

- muatan positif lari dan berkumpul di ujung a.
- muatan negatif lari dan berkumpul di ujung b.

GGL induksinya:

$$E = V_a - V_b = \ell Bv \quad (\text{satuan: volt}),$$

ℓ : panjang kawat.

Bila ujung a dan b dihubungkan dengan kawat, maka terjadi rangkaian tertutup, arus i akan mengalir dengan arah seperti pada gambar.

Pada batang, arah arus listrik yang demikian akan mengalami gaya Lorentz ke kiri, yaitu melawan arah gerakan. Gejala ini disebut sebagai *hukum Lenz*.

Hukum Lenz

Arah arus induksi yang terjadi di dalam rangkaian tertutup adalah sedemikian sehingga menimbulkan medan magnet yang melawan perubahan fluks magnet yang menyebabkannya

Hukum Faraday

Perubahan fluks magnet di dalam suatu rangkaian tertutup akan menimbulkan GGL induksi rata-rata:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad *)$$

N : cacah lilitan; $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$: perubahan fluks magnet tiap satuan waktu.

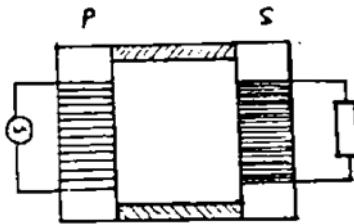
Tanda minus adalah akibat dari *hukum Lenz* di atas. Kalau dihitung nilai GGL induksi sesaat, harus dipakai diferensial:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

5.2. Aplikasi

(a) Transformator

Transformator adalah alat pengubah tegangan bolak-balik, terdiri atas dua kumparan:



(1) primer tempat tegangan listrik yang akan diubah besarnya

(2) sekunder: tempat tegangan induksi.

Tegangan induksi pada lilitan sekunder:

$$\varepsilon_s = -N_s \frac{\Delta\phi_p}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_s = -M_s \frac{\Delta i_p}{\Delta t}$$

Indeks p berarti milik primer; indeks s berarti milik sekunder.

M: induktansi timbal-balik antara primer dan sekunder (satuan SI: henry, disingkat H).

Bila tidak ada kebocoran energi maka berlaku hubungan

$$\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

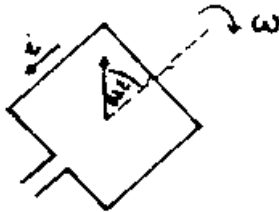
Perbandingan tegangan sama dengan perbandingan cacah lilitan.

Bila:

- $N_s < N_p$ maka $\varepsilon_s < \varepsilon_p$ disebut *step-down transformer*,
- $N_s > N_p$ maka $\varepsilon_s > \varepsilon_p$ disebut *step-up transformer*.

(b) *Generator*

Generator adalah alat pembangkit tegangan listrik



Perputaran kumparan dalam medan magnet menyebabkan fluks magnet dalam kumparan berubah-ubah sehingga timbul GGL induksi yang besarnya:

$$\varepsilon = N \cdot B \cdot A \cdot \omega \sin \omega t$$

di mana:

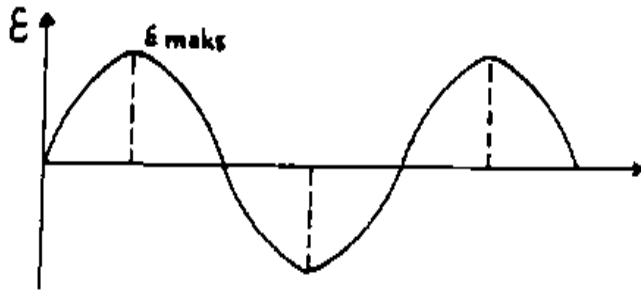
N : cacah lilitan kumparan;

B : induksi magnet medan;

A : luas penampang kumparan;

ω : kecepatan sudut dari putaran kumparan;

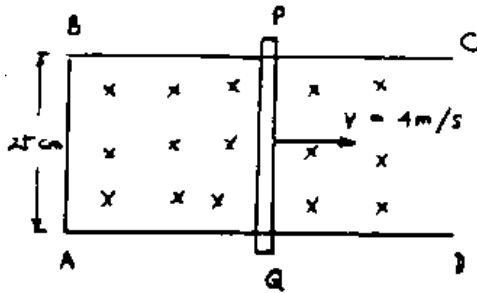
t : waktu putar



GGL induksi yang dihasilkan generator AC

CONTOH SOAL:

1. Bila induksi magnet 0,2T dan kawat PQ digeser ke kanan seperti pada gambar, maka:



- (A) GGL induksi yang timbul 23 Volt, arah arus listrik dari P ke O
- (B) Arus induksi yang timbul mempunyai arah dari P ke Q dan GGL induksi 20 Volt.
- (C) GGL induksi yang timbul 02 Volt dan arah arus dari Q ke P.
- (D) GGL induksi - 0.2 Volt dan arah arus dari P ke O
- (E) Arah arus listrik yang timbul dari O ke P dan GGL induksinya 25 Volt.

(SIPENMARU 1987)

Jawab: (C)

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \ell vB \\ &= 0,25 \cdot 4 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Sesuai dengan *hukum Lenz*, arah arus listrik adalah dari O ke P

2. Sebuah kumparan dengan luas penampang 100 cm^2 , hambatan 4 Ohm dan cacah lilitan 400 berada dalam medan magnet yang arahnya sejajar dengan sumbu kumparan. Besarnya induksi magnetnya berubah-ubah menurut persamaan:

$$B = 10^{-4} \sin 2000 t \text{ (dalam satuan SI)}$$

Besar arus induksi maksimum yang timbul pada kumparan tersebut adalah:

(A) $0,1 \text{ A}$

(D) 20 A

(B) 1 A

(E) 200 mA

(C) 2 A

(SIPENMARU 1987)

Jawab: (E)

Penyelesaian:

Tegangan induksi yang dihasilkan

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

di mana fluks magnet:

$$\Phi = B \cdot A.$$

$$= (10^{-4} \sin 2000 t) \cdot 10^{-2}$$

$$\backslash = 10^{-6} \sin 2000 t$$

maka:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 400 \cdot 10^{-6} 2000 \cos 2000 t \\ &= 0,8 \cos 2000 t\end{aligned}$$

(tanda minus sengaja dihilangkan karena yang dibutuhkan adalah nilai mutlaknya)

$$\varepsilon_{\text{maksimum}} = 0,8 \text{ Volt}$$

$$i_{\text{maksimum}} = \frac{\varepsilon_{\text{m}}}{R} = \frac{0,8}{4} = 0,2 \text{ A}$$

3. Sebuah kumparan (*solenoid*) mempunyai induktansi 500 mH. Besar GGL induksi diri yang dibangkitkan dalam kumparan itu jika ada perubahan arus listrik dari 100 mA menjadi 40 mA dalam waktu 0,01 sekon secara beraturan sama dengan:

- (A) 3 mV (D) 30 volt
(B) 300 mV (E) 300 volt
(C) 3 volt

(PP I 1983)

Jawab: (C)

Penyelesaian:

Induksi diri:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \\ &= -500 \cdot 10^{-3} \frac{40-100}{10^{-2}} \cdot 10^{-3} \\ &= 0,3 \text{ Volt}\end{aligned}$$

BAB VI

ELEMEN PRIMER DAN SEKUNDER

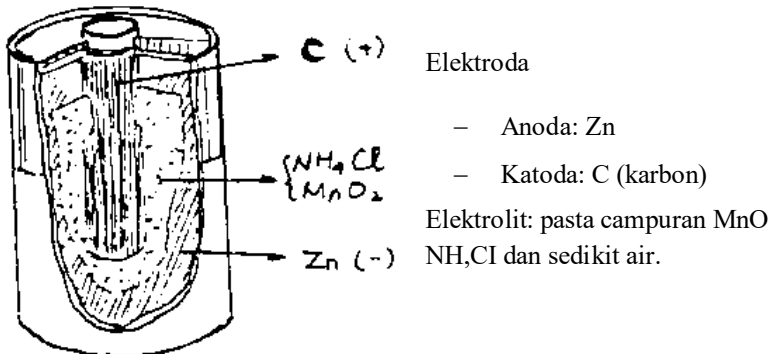
6.1. Deret Volta

Logam-logam biasanya dipakai sebagai elektroda. Setiap logam mempunyai potensial elektroda dan dapat diurutkan menurut aturan dari potensial standar sebagai deret Volta:

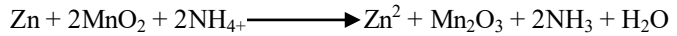
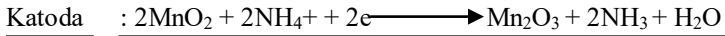
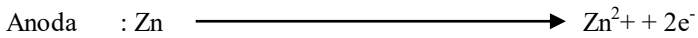
Li K Ba Ca Na Me Al Zn Fe Ni Sn Pb Cu Hg Ag Pt Au

Bila dua macam logam dipakai sebagai elektroda kemudian dicelupkan ke dalam elektrolit, akan terjadi beda potensial antara dua elektroda itu. Sel listrik semacam ini disebut sel Volta.

6.2 Sel Leclanche atau Sel Kering



Reaksi sel:

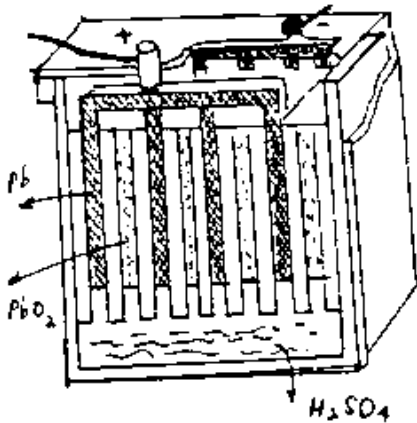


Selisih potensial yang dihasilkan oleh sel ini kira-kira 1,5 Volt.

Karena sel Leclanche ini pereaksinya tidak dapat diperbarui lagi, maka disebut sebagai *Sel Primer*.

6.3. Sel Aki (Akumulator)

Pereaksinya dapat diperbarui lagi sehingga disebut Sel Sekunder.

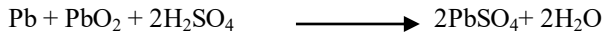
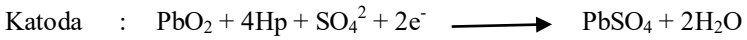
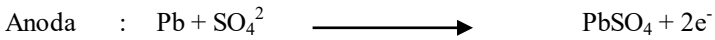


Elektroda:

- Anoda: Pb
- Katoda: PbO₂

Elektrolit: H₂SO₄

Reaksi sel:

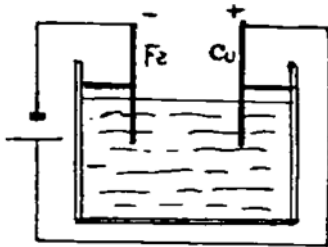


Bila energi aki telah habis, dapat diisi kembali dengan membalik reaksi sel ini dengan bantuan arus listrik dari luar.

6.4. Hantaran Listrik dalam Elektrolit

Elektrolisis

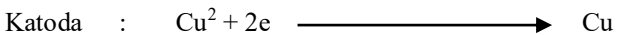
Pada suatu sel yang terdiri dari dua elektroda dan elektrolit bila dialiri arus listrik melalui kedua elektroda akan terjadi endapan di katodanya.



Contoh:

- elektrolit CuSO_4
- anoda Cu
- katoda Fe

Reaksi yang terjadi:



Akibatnya katoda dilapisi oleh tembaga. Proses dalam contoh ini disebut **penyepuhan**.

Hukum Faraday

Massa logam yang mengendap di katoda dapat dihitung berdasarkan banyak muatan listrik yang lewat dan jenis logam yang bersangkutan.

$$m = Z \cdot q$$

(*Hukum Faraday I*)

m : massa logam yang melapisi katoda;

Z : tara kimia listrik logam;

q : muatan listrik yang lewat selama elektrolisis

berlangsung ($q = i \cdot t$)

i : besar arus listrik

t = waktu penggunaan).

Bilangan Faraday: Satu Faraday adalah banyak muatan listrik yang dikandung oleh satu Mol elektron.

$$1 \text{ faraday} = N_A \cdot e$$

$$N_A = \text{bilangan Avogadro} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ coulomb}$$

$$1 \text{ faraday} = 96.500 \text{ coulomb.}$$

Tara kimia listrik logam:

$$Z = \frac{BA/\text{valensi}}{96.500}$$

Contoh:

Untuk tembaga (Cu)

$$BA = 63,5$$

Valensi = 2 (ion: Cu⁺⁺)

$$\begin{aligned} Z &= \frac{93,5/2}{96.500} \\ &= 3,29 \cdot 10^{-4} \text{ gram/Coulomb} \end{aligned}$$

Bila dua proses elektrolisis yang berlangsung dalam jangka waktu yang sama dan menggunakan besar arus listrik yang sama, maka massa endapan katodanya berbanding seperti tara kimia listrik anodanya.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

(Faraday II)

BAB VII

RANGKAIAN ARUS BOLAK BALIK

7.1. Tegangan dan Arus Sesaat

Tegangan listrik bolak-balik adalah tegangan listrik yang berubah-ubah besarnya terhadap waktu, seperti getaran selaras. Tegangan sesaat dapat dituliskan sebagai

$$V = V_m \sin \omega t$$

V_m : tegangan maksimum (volt),

ω : frekuensi sudut (rad/sekon).

Arus listriknya pun berubah-ubah seperti tegangannya:

$$I = I_m \sin (\omega t - \theta)$$

θ : selisih sudut fase arus terhadap tegangan,

I_m : arus maksimum (ampere).

7.2. Tegangan dan Arus Efektif

Nilai efektif dari arus bolak-balik adalah nilai kuat arus bolak balik yang setara dengan arus searah dalam hal kalor yang dihasilkan dalam waktu yang sama.

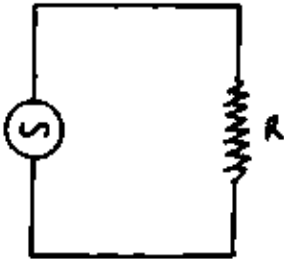
$$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

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

7.3 Rangkaian Seri R. L dan C

(a) Hambatan murni (R)

$\theta = 0$, artinya I dan V sefase.

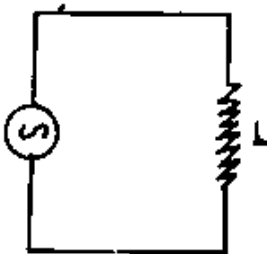


$$I = I_m \sin \omega t$$

$$I_{ef} = V_{ef}/R$$

$$I_m = V_m/R$$

(b) Reaktansi induktif (X_L)



Reaktansi induktif suatu kumparan:

$$X_L = \omega L$$

dengan satuan ohm.

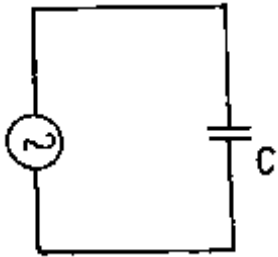
L = induktansi diri kumparan, dan $\theta = \pi/2$

$$I = I_m \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$
$$I_m = V_m / X_L$$

Jadi I tertinggal oleh V dengan fase $\pi/2$

$$I_{ef} = V_{ef} / X_L$$

(c) Reaktansi kapasitif (X_c)



Reaktansi kapasitif suatu kapasitor:

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

dengan satuan ohm

C : kapasitansi kapasitornya

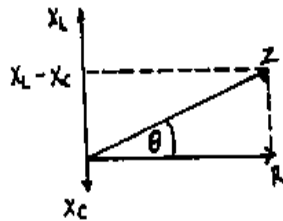
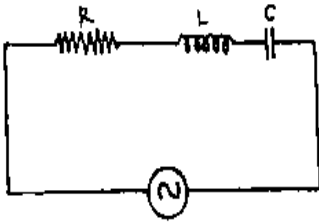
$\theta = -\pi/2$

$$I = I_m \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$
$$I_m = V_m / X_c$$

Jadi I mendahului V dengan tase $\pi/2$

$$I_{ef} = V_{ef}/X_c$$

(d) Rangkaian R, L, C terhubung seri



Impedansi sistem keseluruhan:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

dengan satuan ohm.

Arus listrik sesaat, maksimum dan efektif:

$$I = I_m \sin(\omega t - \theta)$$
$$I_m = V_m/Z$$
$$I_{ef} = V_{ef}/Z$$

Selisih sudut fase antara V dan I sebesar θ dapat dihitung dari:

$$\tan \theta = \frac{X_L - X_C}{R}$$

- $X_L > X_C$: $\theta > 0$

I tertinggal oleh V sejauh θ

- $X_L < X_C$: $\theta < 0$

I mendahului V sejauh θ

- $X_L = X_C$: $\theta = 0$

I sefase dengan V

Peristiwa di mana $X_L = X_C$ disebut **resonansi seri** atau disingkat **resonansi** saja.

$$\omega_L = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$\omega^2 = \frac{1}{L \cdot C}$$

Karena frekuensi sudut $\omega = 2 \pi f$, maka frekuensi resonansi seri ini adalah:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L \cdot C}} \quad (\text{satuan: Hz})$$

Catatan:

Dalam rangkaian R L C seri, untuk tegangan SESAAT berlaku

$$V_{RLC} = V_R + V_L + V_C$$

tetapi nilai efektifnya:

$$V_{ef-RLC} \neq V_{ef-R} + V_{ef-L} + V_{ef-C}$$

melainkan:

$$V_{ef-RLC} = \sqrt{V_{ef-R}^2 + (V_{ef-L} - V_{ef-C})^2}$$

karena fase ketiga tegangan berbeda-beda.

Daya Listrik Rata-rata AC

$$P = I_{ef} \cdot V_{ef} \cos \theta$$

dengan satuan watt.

Faktor $\cos \theta$ disebut **faktor daya**.

Karena $I_{ef} = V_{ef} / Z$, maka:

$$P = I_{ef}^2 \cdot Z \cos \theta$$

CONTOH SOAL:

1. Jarum suatu voltmeter yang digunakan untuk mengukur suatu tegangan bolak-balik menunjukkan nilai 110 volt. Ini berarti bahwa tegangan itu:
(A) Tetap
(B) Berubah antara 0 dan 110 volt
(C) Berubah antara 0 dan $110\sqrt{2}$ volt
(D) Berubah antara -110 volt dan +110 volt
(E) Berubah antara $-110\sqrt{2}$ volt dan $+110\sqrt{2}$ volt

(PP I 1980)

Jawab: (E)

Penyelesaian:

Yang terukur oleh alat ukur listrik adalah **nilai efektifnya**,

$$V_{\text{ef}} = 110 \text{ volt}$$

$$V_{\text{m}} = V_{\text{ef}} \cdot \sqrt{2} = 110\sqrt{2} \text{ volt}$$

Jadi tegangan listrik bergetar di antara $-110\sqrt{2}$ dan $+110\sqrt{2}$.

2. Sebuah elemen 12 volt dan sebuah generator AC dengan tegangan efektif 12 volt disusun seri. Tegangan V tiap saat t yang dihasilkan adalah:
(A) 0 volt

- (B) 24 volt
- (C) $12 (1 + \sin \omega t)$ volt
- (D) $12 (1 + \sqrt{2} \sin \omega t)$ volt
- (E) $12 (1 - \sin \omega t)$ volt

(PP I 1983)

Jawab: (D)

Penyelesaian:

Untuk generator AC:

$$\begin{aligned}
 V_{AC} &= V_m \sin \omega T \\
 &= V_{ef} \cdot \sqrt{2} \sin \omega t \\
 &= 12 \sqrt{2} \sin \omega t
 \end{aligned}$$

Jadi tegangan seluruhnya:

$$\begin{aligned}
 V &= V_{DC} + V_{AC} \\
 &= 12 + 12 \sqrt{2} \sin \omega t \\
 &= 12 (1 + \sqrt{2} \sin \omega t) \text{ volt}
 \end{aligned}$$

3. Sebuah resistor (R) dan sebuah kumparan (L) dihubungkan seri pada sumber tegangan bolak-balik 100 Volt. Tegangan antara kedua ujung kumparan dan resistor sama besar, Besar tegangan tersebut adalah:

- (A) $25\sqrt{2}$ V
 (B) 50 V
 (C) $50\sqrt{2}$ v

- (D) $60\sqrt{2}$ V
 (E) 75 V

(SIPENMARU 1987)

Jawab: (C)

Penyelesaian:

$$V_{ef} = 100 \text{ V}$$

$$V_{cf-R} = V_{ef-L}$$

$$V_{ef} = \sqrt{V_{ef-R}^2 + V_{ef-L}^2}$$

$$100 = V_{ef-R}\sqrt{2}$$

$$V_{ef-R} = 50\sqrt{2} \text{ volt}$$

4. Tiga buah komponen, yaitu resistor ($R = 30 \text{ Ohm}$), induktor, dan kapasitor ($X_c = 60 \text{ Ohm}$) dirangkai secara seri, kedua ujung rangkaian tersebut dipasang pada tegangan bolak-balik 25 Volt yang frekuensi sudutnya 400 rad/sekon, Jika kuat arus 2A dan daya seluruhnya 30 Watt, maka besar induktansi induktor itu:

- (A) 0.6 H (D) 0,25 H
 (B) 0,8 H (E) 0,5 H
 (C) 0.2 H

Jawab: (D)

Penyelesaian:

Daya

$$P = I_{ef} \cdot V_{ef} \cos \theta$$

$$30 = 2 \cdot 25 \cdot \cos \theta$$

maka:

$$\cos \theta = 0,6$$

Impedansi:

$$Z = \frac{V_{ef}}{I_{ef}} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ ohm}$$

$$\cos \theta = 0,6$$

$$\tan \theta = 4/3$$

$$\tan \theta = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{X_L - 60}{30}$$

$$X_L = 100 \text{ Ohm}$$

$$X_L = \omega \cdot L$$

$$100 = 400 L$$

$$L = 0,25 \text{ H}$$

BAB VIII MOTOR DAN GENERATOR LISTRIK

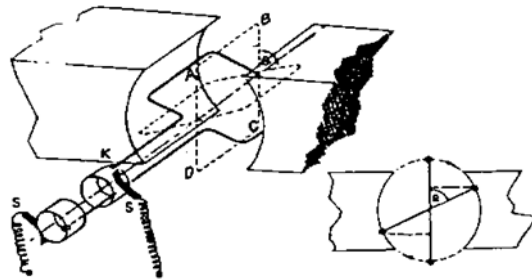
8.1. Motor dan Generator Listrik

Motor dan generator listrik memakai peinsip kerja yang sama, yaitu induksi elektromagnetik. Kedua alat ini merupakan kebalikan satu sama lain:

- Generator mengubah energi mekanis menjadi energi listrik.
- Motor mengubah energi listrik menjadi energi mekanis.

8.2. Generator AC

Prinsip kerja dan rumus yang dipakai pada generator AC sudah dijelaskan di muka dalam pasal tentang induksi elektromagnetik. Model generator AC ditunjukkan pada gambar berikut ini:

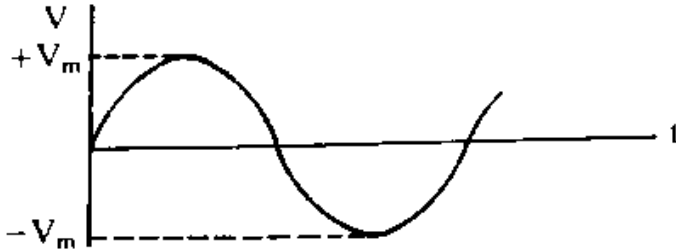


Keterangan:

S = sikat, untuk mengambil arus.

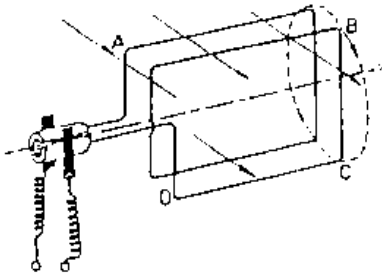
ABCD = kumparan putar, K = kolektor arus

Tegangan yang dihasilkan adalah AC (bolak-balik) berupa fungsi sinus (atau cosinus) terhadap waktu

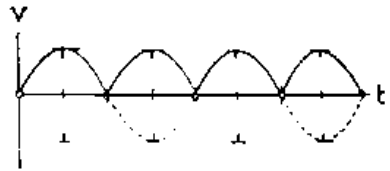


8.3 Generator DC

Prinsipnya sama dengan generator AC, hanya saja untuk mengambil arus dipakai kolektor (K) yang dipecah; dengan demikian setiap kumparan berputar $\frac{1}{2}$ putaran, arus akan membalik. Dengan demikian, diperoleh arus DC (searah) meskipun tidak rata/konstan.



(a) Generator DC

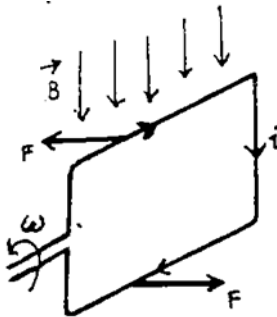


(b) Grafik tegangan terhadap waktu

8.4 Motor Arus Searah (DC)

Motor DC dipakai untuk penggerak. Prinsip kerjanya adalah bahwa penghantar berarus yang berada dalam medan magnet akan mendapat gaya Lorentz. Bila penghantar itu berbentuk kumparan, maka pada kumparan akan terjadi momen gaya:

$$\tau = N.A.B.i \cos \alpha$$



Di mana N = banyak lilitan

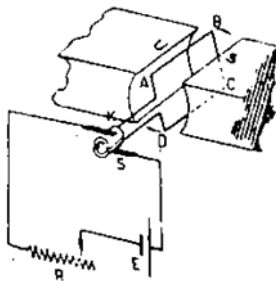
A = luas kumparan

B = induksi magnet medan

i = arus DC

α = sudut antara bidang kumparan dan B

Untuk dapat menghasilkan putaran terus-menerus, dipakai komutator (K) yang dipecah.



K = komutator

S = sikat

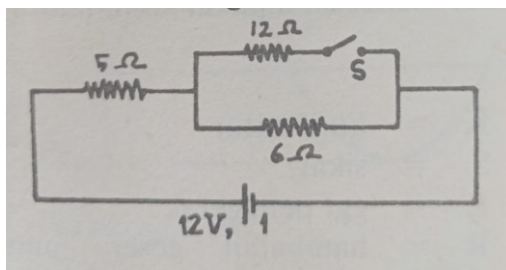
E = GGL penggerak

R = hambatan geser untuk mengatur arus (i).

SOAL-SOAL LATIHAN

Petunjuk A dipergunakan untuk menjawab soal nomor 1 – 17.

1. Dalam S.I. satuan induksi adalah:
(A) ohm.sekon
(B) watt/m²
(C) ampere²/sekon
(D) volt/coulomb
(E) coulomb⁻¹ sekon⁻³
2. Sebuah solenoid mempunyai induktansi diri 0,5 H. Jika arusnya berubah dari 0,1 A menjadi 40 mA dalam waktu 10 ms, maka GGL induksi yang timbul:
(A) 3 mV
(B) 300 mV
(C) 3 V
(D) 30 V
(E) 300 V
3. Hambatan paling besar yang dapat diperoleh dengan kombinasi 5 buah hambatan berturut-turut sebesar 1, 16, 27, 50 dan 71 ohm adalah:
(A) 340 m/s
(B) 350 m/s
(C) 375 m/s
(D) 400 m/s
(E) 425 m/s
4. Diberikan rangkaian:

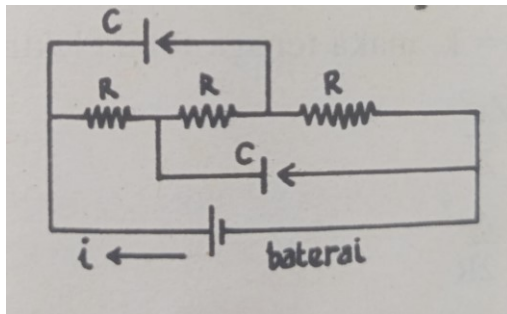


Jika saklar S ditutup, maka arus melalui hambatan $12\ \Omega$ besarnya

- (A) 1,2 A (D) 0,4 A
 (B) 0,6 A (E) 1 A
 (C) 0,5 A

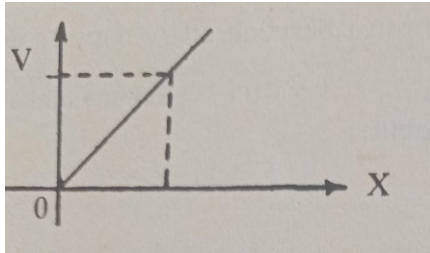
5. Sebuah solenoid dengan lilitan 1000 lilitan dan luas penampang $\frac{10}{\pi}$ cm^2 dan panjang 40 cm. Arusnya berubah 10 A tiap 0,1 sekon secara beraturan. Jika diketahui $\mu_0 = 4 \times 10^{-7}$ Wb/Am maka GGL induksi diri dalam solenoid tersebut:
 (A) 100 mV
 (B) 10 mV
 (C) 1000 mV
 (D) 500 mV
 (E) 50 mV
6. Sebuah triton bermassa 10^{-27} kg bergerak dengan kecepatan 10^7 m/s berlawanan arah dengan medan listrik homogen berkekuatan $6,25 \times 10^3$ V/m. Bila muatan elementer adalah $1,6 \times 10^{-19}$ C, maka triton akan berhenti setelah menempuh jarak:
 (A) 10 m
 (B) $3,2 \times 10^3$ m
 (C) 4×10^3 m
 (D) 10^4 m
 (E) 5×10^3 m

7. Potensial di suatu titik yang berjarak tertentu dari muatan q adalah 10^3 V. Kuat medan di titik tersebut 100 V/m. Jika diberikan konstanta gaya coulomb $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$ N m² C⁻², maka besar muatan q :
- (A) $1,1 \times 10^{-6}$ C
 (B) $2,3 \times 10^{-6}$ C
 (C) $6,2 \times 10^{-6}$ C
 (D) $2,2 \times 10^{-5}$ C
 (E) $3,4 \times 10^{-5}$ C
8. Pada rangkaian di bawah ini, $R = 10 \Omega$, $C = 10 \mu\text{F}$, gaya gerak listrik dan hambatan baterai berturut-turut 15 V dan 10Ω .

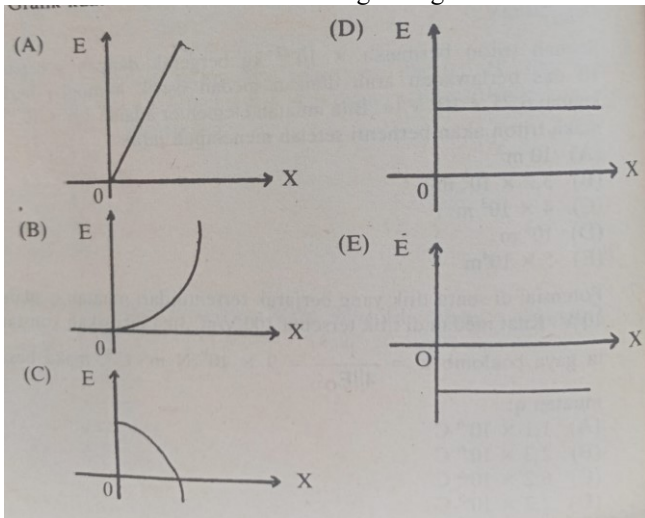


Arus $i = \dots$

- (A) $2/5$ A
 (B) $4/5$ A
 (C) $5/7$ A
 (D) $3/8$ A
 (E) A, B, C, D salah
9. Potensial sebagai fungsi posisi (x) diberikan oleh grafik berikut ini.



Grafik kuat medan listrik E sebagai fungsi x adalah:

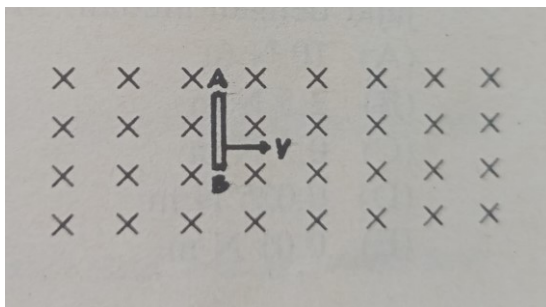


10. Elektron dengan muatan $-e$ mengelilingi inti bermuatan $+Ze$ ($Z =$ nomor atom) dalam lingkaran berjari-jari R . Bila konstanta gaya coulomb $= k$, maka energi total elektron sama dengan:

- (A) $-k \frac{Ze^2}{2}$
 (B) $-k \frac{Ze^2}{2R}$

- (C) $k \frac{Ze^2}{R^2}$
 (D) $2k \frac{Ze^2}{R}$
 (E) $-k \frac{Ze^2}{R}$

11. Sebatang penghantar listrik digerakkan tegak lurus medan magnet homogen 0,5 T dengan kecepatan 72 km/jam seperti pada gambar.



Bila panjang batang 1 m, maka selisih potensial induksi $V_A - V_B$ sama dengan:

- (A) +5 volt
 (B) -5 volt
 (C) +10 volt
 (D) -10 volt
 (E) bukan salah satu di atas
12. Sebuah solenoid mempunyai panjang 30 cm, luas penampang $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ dan lilitan sebanyak 2000. Di tengah panjangnya dililitkan 300 lilitan kumparan. Arus solenoid semula 2 A dibalik dalam waktu 0,2 s. Gaya gerak listrik induksi yang timbul pada kumparan adalah:
- (A) 600 V
 (B) 60 V
 (C) 6 V

- (D) 0,6 V
- (E) 0,06 V

13. Kapasitor keping sejajar A dan B masing-masing mempunyai kapasitansi $4 \mu\text{F}$. Perbandingan luas keping kapasitor A terhadap B adalah $4 : 1$, sedangkan perbandingan jarak keping kapasitor A terhadap B adalah $2 : 1$. Bila A tidak memakai bahan dielektrik maka konstanta dielektrik dalam kapasitor B adalah:

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 2,5
- (D) 3
- (E) 4,2

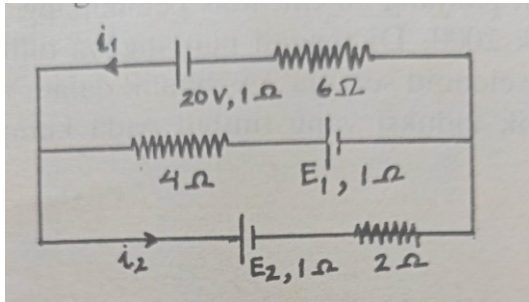
14. Sebuah pemercepat linier dengan tegangan 800 kV menghasilkan berkas proton. Bila diketahui massa proton $= 1,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ dan muatan elementer adalah $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ maka laju proton keluar dari pemercepat adalah:

- (A) 10^6 m/s
- (B) $12,36 \times 10^6 \text{ m/s}$
- (C) $5 \times 10^7 \text{ m/s}$
- (D) $6 \times 10^7 \text{ m/s}$
- (E) $8,5 \times 10^7 \text{ m/s}$

15. Sebuah persegi panjang $10 \times 5 \text{ cm}$ berarus 10 A berada dalam medan magnet homogen dengan induksi $0,5 \text{ T}$ di mana persegi panjang sejajar dengan medan. Maka persegi itu mengalami momen gaya:

- (A) 10 Nm
- (B) $2,5 \text{ Nm}$
- (C) $0,5 \text{ Nm}$
- (D) $0,025 \text{ Nm}$
- (E) $0,01 \text{ Nm}$

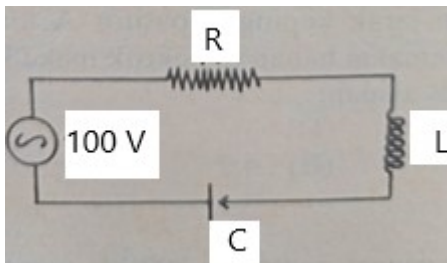
16. Rangkaian berikut ini mempunyai data $i_1 = 1 \text{ A}$; $i_2 = 2 \text{ A}$.



Besar E_1 dan E_2 berturut-turut adalah:

- (A) 18 V, 7 V
- (B) 10 V, 10 V
- (C) 15 V, 11 V
- (D) 16 V, 4 V
- (E) 7 V, 9 V

17. Pada rangkaian AC di bawah ini, hambatan murni $R = 10 \Omega$, induktansi murni L memberikan reaktansi $X_L = 20 \Omega$ dan kapasitansi murni C memberikan reaktansi $X_C = 20 \Omega$. Tegangan yang diberikan merupakan nilai efektif.



Bila frekuensi tegangan sekarang dijadikan dua kali semula, maka arus efektif sumber menjadi:

- (A) 2 kali
- (B) 4 kali
- (C) $\sqrt{10}$ kali
- (D) 10 kali
- (E) 25 kali

Petunjuk B dipergunakan untuk menjawab nomor 18 – 21

18. Bila dinyatakan bahwa jala-jala listrik yang diberikan ke suatu pabrik mempunyai tegangan 200 V, maka 220 V menunjukkan tegangan rata-rata,

SEBAB

tegangan efektif sama dengan $\sqrt{2}$ kali tegangan maksimum.

19. Bila arus yang melalui suatu induktor berubah, maka akan timbul gaya gerak listrik induksi,

SEBAB

gaya gerak listrik induksi besarnya sama dengan laju perubahan fluks magnet yang tercakup terhadap waktu.

20. Tegangan listrik yang dihasilkan generator arus searah adalah konstan,

SEBAB

tegangan tersebut mempunyai polaritas yang tetap.

21. Untuk memperbesar batas ukur voltmeter menjadi x kali semula, harus dipasang hambatan muka sebesar x kali hambatan dalam voltmeter,

SEBAB

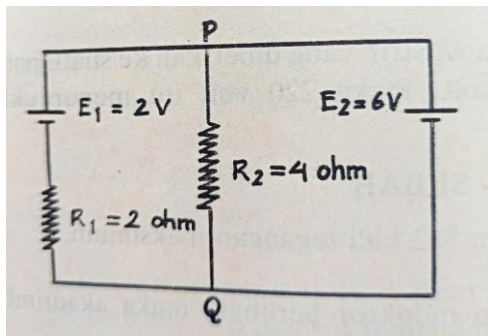
tegangan antara ujung-ujung suatu hambatan adalah berbanding lurus dengan hambatan tersebut.

Petunjuk C dipergunakan untuk menjawab nomor 22 – 26

22. Besaran di bawah ini yang merupakan vektor adalah:

- (1) gaya Lorentz
- (2) gaya gerak listrik
- (3) kuat medan listrik
- (4) energi listrik

23. Dalam rangkaian berikut ini, berlaku:



- (1) arus terbesar adalah melalui E_2 menuju Q
- (2) pada cabang PQ, arus dari Q ke P
- (3) dalam hambatan R_2 timbul energi 10 joule per sekon
- (4) selisih potensial antara P dan Q adalah 6 volt di mana $V_P > V_Q$

24. Kapasitas suatu kapasitor keping sejajar:

- (1) berbanding terbalik dengan jarak antar keping
- (2) berbanding lurus dengan konstanta dielektrik yang dipakai antara kedua keping
- (3) berbanding lurus dengan luas keping
- (4) berbanding lurus dengan muatan masing-masing keping

25. Dalam rangkaian RLC seri, resonansi arus akan terjadi bila:

- (1) hambatan R sama dengan nol
- (2) frekuensi tegangan sumber sama dengan $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- (3) impedansi sama dengan nol
- (4) reaktansi induktif sama dengan reaktansi kapasitif

26. Induktansi diri suatu solenoid:

- (1) berbanding lurus dengan kuadrat cacah lilitan
- (2) berbanding terbalik dengan panjang
- (3) berbanding lurus dengan luas penampang
- (4) berbanding lurus permeabilitas medium di dalamnya

KUNCI JAWABAN SOAL–SOAL LATIHAN

1. A	6. C	11. C	16. A	21. D	26. E
2. C	7. A	12. E	17. C	22. B	
3. C	8. D	13. B	18. E	23. D	
4. D	9. E	14. B	19. A	24. A	
5. A	10. B	15. D	20. D	25. C	

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, Marcelo; Finn, Edward J. 1972; *PHYSICS* Addison-Wesley Publishing Company; Reading (Ma.)
- Halliday, David; Resnick, Robert; 1981 *FUNDAMENTALS OF PHYSICS*. 2nd ed. Extd. Vers.; John Wiley. New York.
- Sears, Francis Weston. 1959 *AN INTRODUCTION TO THERMODYNAMICS, THE KINETIC THEORY OF GASES AND STATISTICAL MECHANICS*, Addison-Wesley. New York.
- Sears, Francis Weston; Zemansky, Mark W. 1962 *FISIKA UNTUK UNIVERSITAS I* (Mekanika, Panas, dan Bunyi); Bandung; Binacipta.
- Soepomo M.Sc. (Ketua). 1982 *ENERGI GELOMBANG DAN MEDAN*; Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta; Balai Pustaka.
- Soetrisno. 1979 *FISIKA DASAR GELOMBANG DAN OPTIK*; 1979 ITB Bandung.
- Weidner, Richard T.; Sells, Robert L. 1968 *ELEMENTARY MODERN PHYSICS*. Boston; Allyn & Bacon.
- Young, Hugh D. 1962 *STATISTICAL TREATMENT OF EXPERIMENTAL DATA* New York; McGraw-Hill.
- KISI-KISI UJIAN TULIS SIPENMARU 1987*, Panitia Ujian Masuk Perguruan Tinggi Negeri, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Jakarta, 1986.