

MODUL

# FISIKA

UNTUK SMK KELAS

# 12

SMK ISLAM PB SOEDIRMAN 1

NAMA : .....

KELAS : .....

ALAMAT : .....

.....

.....

No Telp : .....

E-Mail : .....

WebSite : .....

Oleh RUDY DJATMIKO, S.Si

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, dengan Ilmu-Nya yang Maha Luas, serta kemurahan hatinya, hingga kumpulan Modul Fisika untuk Siswa SMK kelas 12 ini dapat diselesaikan.

Modul Fisika SMK Kelas 12 ini disusun sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Mata Pelajaran Fisika Kelompok Teknologi dan Kesehatan untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) / Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK). Karenanya materi yang diuraikan dalam modul ini tidak akan melenceng dari tujuan kurikulum.

Materi dalam Modul Fisika Smk Kelas 12 ini disajikan dengan ringkas dan sejelas mungkin. Hal ini dimaksudkan agar Siswa bisa lebih cepat menangkap inti dari materi yang sedang dipelajari.

Kritik dan saran sangat Penulis harapkan demi kesempurnaan modul ini. Kritik dan saran dapat disampaikan melalui email [rudyjatmiko@yahoo.com](mailto:rudyjatmiko@yahoo.com). Semoga modul ini dapat menghantarkan Siswa SMK menuju sukses.

Jakarta, 25 Juni 2012

Penulis

Rudy Djatmiko

# DAFTAR ISI

## BAB. 1. GETARAN, GELOMBANG, DAN BUNYI

A. Getaran .....	1
B. Gelombang .....	6
C. Bunyi .....	10

## BAB. 2.OPTIK

A. Optika Geometri .....	14
B. Pembiasan Pada Lensa .....	18
C. Alat-Alat Optik .....	20

## BAB. 3.LISTRIK STATIS DAN DINAMIS

A. Gaya Listrik .....	34
B. Medan Listrik .....	35
C. Hukum Gauss .....	36

## BAB. 4.LISTRIK ARUS SEARAH

A. Hukum Khirchoff .....	49
B. Hukum Ohm .....	53
A. Daya Dan Energi Listrik .....	53

## BAB. 5.ARUS BOLAK-BALIK

A. Arus Bolak-Balik .....	65
B. Impedansi, Tegangan, dan Arus Bolak-Balik .....	66
C. Daya Dan Energi Arus Bolak-Balik .....	68

# BAB 1

## GETARAN, GELOMBANG, DAN BUNYI

### Standar Kompetensi:

Menerapkan getaran, gelombang, dan bunyi

### Kompetensi dasar:

1. Menguasai hukum getaran, gelombang, dan bunyi
2. Membedakan getaran, gelombang, dan bunyi
3. Menghitung getaran, gelombang, dan bunyi

## A. GETARAN

### 1. Definisi Getaran

Getaran adalah gerak bolak-balik suatu objek di sekitar titik setimbang. Getaran dapat terjadi pada benda pegas yang bergetar, benda yang berayun-ayun, benda yang naik turun di permukaan air, dan lain-lain.

Secara umum, besarnya periode (T) dan frekuensi (f) getaran yaitu:

$$T = \frac{t}{n} \quad \text{dan} \quad f = \frac{n}{t}$$

hubungan antara periode dan frekuensi:

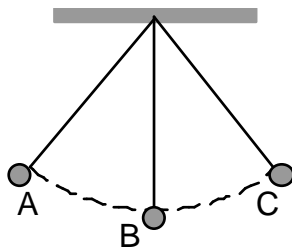
T = Periode (s)

f = frekuensi (Hz)

n = banyak getaran (getaran)

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{dan} \quad T = \frac{1}{f}$$

banyaknya 1 getaran atau 1 gelombang yaitu:



Jika benda berayun mulai dari A, maka satu getaran atau satu gelombang adalah A, B, C, B, A. Jika benda mulai berayun dari B, maka satu getaran atau satu gelombang adalah B, C, B, A, B.

### 2. Gaya Pemulih

Suatu benda dapat bergetar atau berayun disebabkan karena adanya suatu gaya. Gaya tersebut dinamakan gaya pemulih. Gaya pemulih menyebabkan suatu benda yang bergerak, gerakannya menjadi melambat, kemudian bergerak berbalik arah.

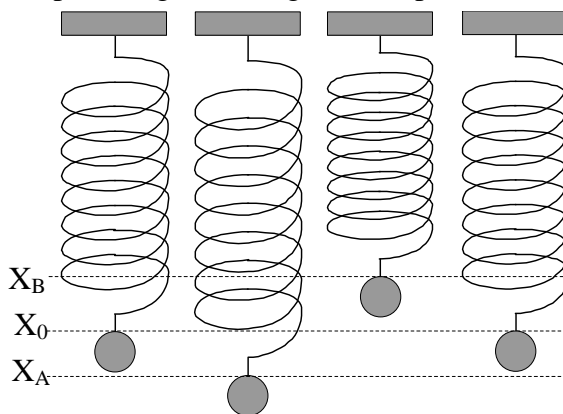
## 1. Getaran harmonis

Getaran harmonis adalah gerak getaran yang membentuk pola yang berulang-ulang secara terus menerus tanpa henti.

### a. Getaran harmonis pada pegas.

Jika sebuah benda pegas diberi beban dengan massa  $m$ , kemudian direntangkan (ditarik) terhadap posisi setimbangnya, lalu dilepaskan. Maka akan terjadi gerakan naik turun (bolak-balik) pada beban. Gerakan bolak-balik ini bisa disebut juga sebagai osilasi atau getaran.

Pegas dapat menghasilkan getaran seperti berikut:



Beban yang mengalami getaran tersebut misalkan bergerak mula-mula dari posisi  $X_0$ , kemudian ke posisi  $X_A$ , lalu kembali melewati posisi  $X_0$  menuju  $X_B$ . Setelah itu beban akan kembali bergerak ke bawah menuju posisi  $X_0$ . Dan seterusnya

Getaran tersebut dapat terjadi akibat adanya gaya pemulih yang besarnya yaitu:

$$F = -k \cdot x$$

$F$  = gaya pemulih (N)

$k$  = konstanta gaya pemulih (N/m)

$x$  = jarak dari pusat setimbang (m)

Tanda ( - ) menyatakan arah gaya yang selalu menuju ke pusat getaran

Pada suatu saat getaran beban pada pegas akan stabil, gerakannya murni hanya dalam arah vertikal (sumbu Y), dan gerakan tersebut teratur dan terus-menerus. Dalam keadaan ini benda (beban) tersebut dikatakan bergerak secara harmonis. Pada keadaan ini berlaku:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$T$  : periode (s)

$f$  : frekuensi (Hz)

$k$  : konstanta pegas (N/m)

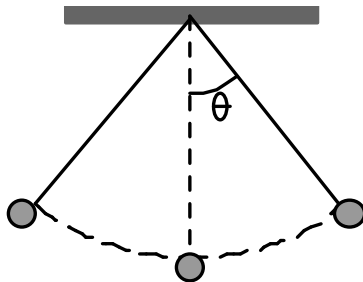
$m$  : massa benda (kg)

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

### b. Getaran harmonis pada bandul

Suatu benda (bandul) yang digantung dengan sebuah tali kemudian disimpangkan dengan simpangan sudut sebesar  $\theta$ , jika bandul tersebut dilepas, maka akan bergerak menuju posisi semula dan berayun bolak-balik secara terus menerus.

Getaran pada bandul tersebut terjadi akibat adanya gaya pemulih yang besarnya sebagai berikut:



$m$  = massa bandul (kg)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$\theta$  = sudut simpangan tali bandul terhadap posisi setimbang

$$F = mg \cdot \sin \theta$$

Saat gerak ayunan bandul tersebut sudah stabil dalam arah yang tetap dan terus-menerus, dapat dikatakan bahwa bandul tersebut telah berayun secara harmonis. Pada keadaan ini berlaku:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$T$  : periode (s)

$f$  : frekuensi (Hz)

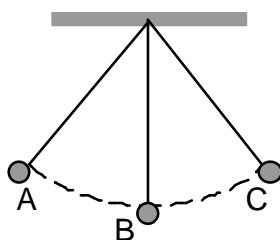
$l$  : panjang tali bandul (m)

$g$  : percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

**LATIHAN GETARAN**

1. Sebuah bandul berayun 6000 kali tiap 2 menit. Besar frekuensi dan periode bandul tersebut adalah . . .
  - a. 50 Hz dan  $\frac{1}{50}$  s
  - b.  $\frac{1}{50}$  Hz dan 50 s
  - c. 30 Hz dan  $\frac{1}{30}$  s
  - d.  $\frac{1}{30}$  Hz dan 30 s
  - e. 12 Hz dan  $\frac{1}{12}$  s
2. Frekuensi suatu gelombang adalah 100 Hz. Besar periodenya adalah . . .
  - a. 10 s
  - b. 1 s
  - c. 0.1 s
  - d. 0.01 s
  - e. 0.001 s
3. Gerak bolak-balik melalui suatu titik yang sama dan berulang-ulang dengan pola yang sama dinamakan . . .
  - a. frekuensi
  - b. getaran
  - c. periode
  - d. gelombang
  - e. amplitudo
4. yang dimaksud dengan frekuensi getaran adalah . . .
  - a. jumlah getaran tiap detik
  - b. waktu untuk melakukan satu getaran
  - c. simpangan maksimum getaran
  - d. waktu terjadinya getaran
  - e. besarnya perubahan sudut tiap detik
5. Sebuah bandul berayun dengan pola seperti pada gambar di samping. Jika bandul mulai berayun dari A, maka urutan satu getaran atau satu ayunan yang benar adalah . . .



- a. A – B – C – B – A
  - b. A – B – C – B – C
  - c. A – B – C – B – A
  - d. A – C – B – C – A
  - e. A – B – A – C – A
6. Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran dinamakan . . .
- a. Amplitudo
  - b. Frekuensi
  - c. Kecepatan sudut
  - d. Cepat rambat
  - e. Periode
7. Suatu mesin bergetar 1800 kali tiap menit. Besar frekuensi getar mesin tersebut adalah . . .
- a. 30 Hz
  - b. 60 Hz
  - c. 90 Hz
  - d. 180 Hz
  - e. 360 Hz
8. Suatu pegas bergetar harmonik, besar frekuensinya dirumuskan . . .
- a.  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$
  - b.  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$
  - c.  $2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$
  - d.  $2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
  - e.  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$



## B. GELOMBANG

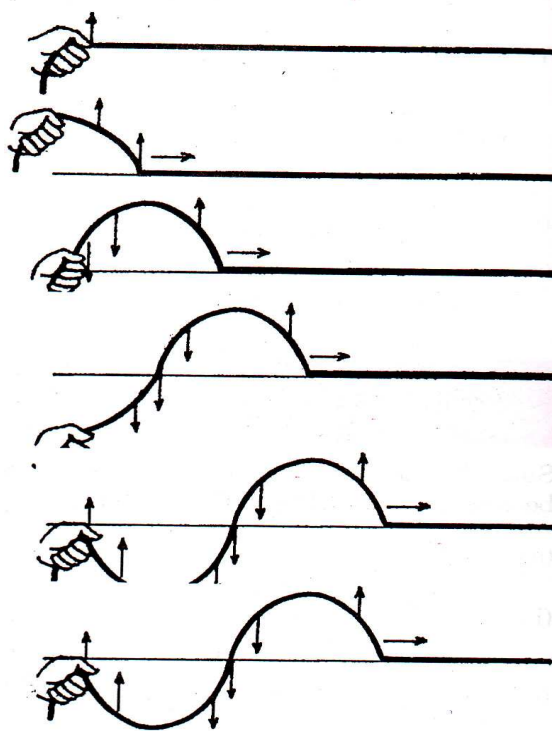
Gelombang adalah getaran yang merambat.

### 1. Jenis Gelombang

#### a. berdasarkan arah getarnya, gelombang dibagi menjadi:

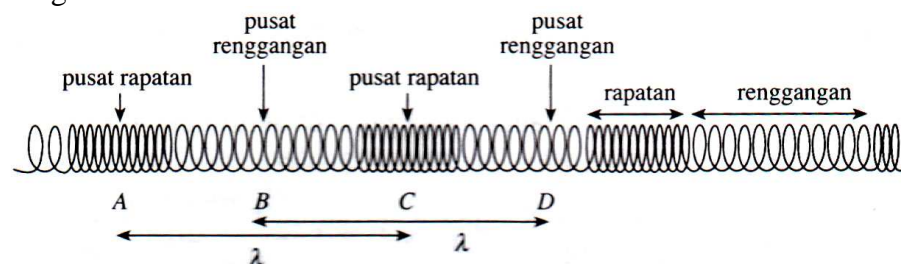
##### 1) Gelombang transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat.



##### 2) Gelombang longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambat



#### b. berdasarkan mediumnya, gelombang dibagi menjadi:

##### 1) gelombang mekanik

gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium untuk merambat

contoh gelombang mekanik: gelombang pada air, gelombang bunyi, gelombang pada tali, dll

##### 2) gelombang elektromagnetik

gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat

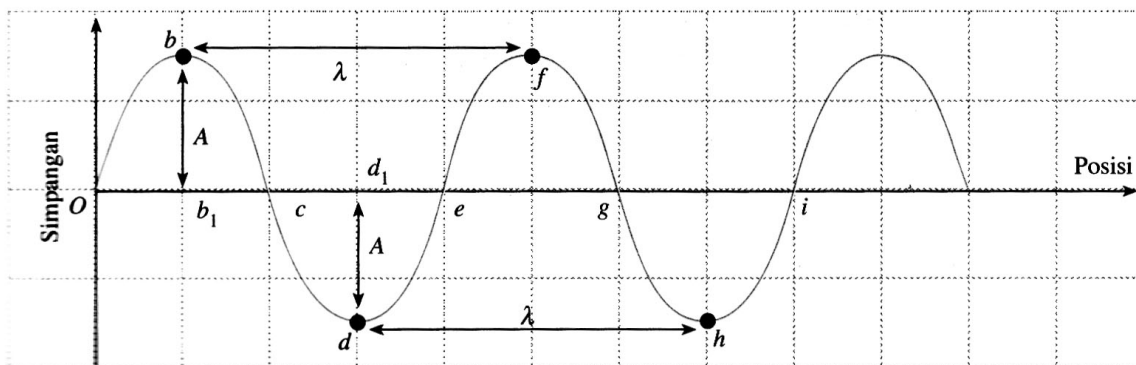
contoh gelombang elektromagnetik: gelombang cahaya, gelombang radiasi, dll

## 2. Persamaan Gelombang

### a. Besaran-Besaran Pada Gelombang

besaran-besaran yang perlu diketahui dari suatu gelombang yang merambat yaitu:

- simpangan : jarak suatu getar gelombang dari titik setimbangnya
- amplitudo : simpang terbesar gelombang
- frekuensi : jumlah gelombang tiap detik
- amplitudo : waktu untuk suatu gelombang merambat sejauh satu gelombang.
- Cepat rambat gelombang : kecepatan merambat gelombang
- Kecepatan sudut : besarnya perubahan sudut suatu gelombang tiap satuan waktu



### b. Bentuk Persamaan Gelombang

$$Y = A \cdot \sin(\omega \cdot t \pm k \cdot x)$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$Y = A \cdot \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right)$$

atau

$$Y = A \cdot \sin 2\pi \cdot f \left( t \pm \frac{x}{v} \right)$$

Y : simpangan gelombang

A : amplitudo atau simpangan maksimum gelombang

$\omega$  : kecepatan sudut gelombang

t : waktu

k : bilangan gelombang

x : perpindahan gelombang

$\pm$  : jika bernilai +, artinya gelombang merambat ke kiri

Jika bernilai -, artinya gelombang merambat ke kanan

v : kecepatan rambat gelombang

f : frekuensi getaran gelombang

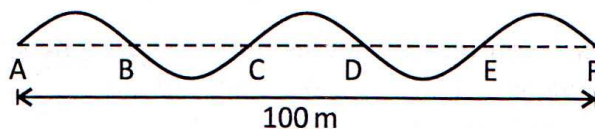
T : periode gelombang

$\lambda$  : panjang gelombang

**LATIHAN GELOMBANG**

1. Berdasarkan arah getarnya, gelombang dibagi menjadi . . .
  - a. gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik
  - b. gelombang mekanik dan gelombang tranfersal
  - c. gelombang elektromagnetik dan gelombang transfersal
  - d. gelombang transfersal dan gelombang longitudinal
  - e. gelombang elektromagnetik dan gelombang longitudinal
2. Gelombang mekanik adalah . . .
  - a. gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambat
  - b. gelombang yang memerlukan medium untuk merambat
  - c. gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat
  - d. gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat
  - e. gelombang yang dihasilkan oleh mesin
3. Yang dimaksud gelombang longitudinal adalah . . .
  - a. gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambat
  - b. gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat
  - c. gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat
  - d. gelombang yang dihasilkan oleh mesin
  - e. gelombang yang memerlukan medium untuk merambat
4. Simpangan maksimum gelombang disebut . . .
  - a. kecepatan sudut
  - b. periode
  - c. amplitude
  - d. panjang gelombang
  - e. cepat rambat gelombang
5. Gelombang yang arah getarnya sejajar arah rambatnya, disebut gelombang . . .
  - a. gelombang harmonic
  - b. gelombang elektromagnetik
  - c. gelombang mekanik
  - d. gelombang transfersal
  - e. gelombang longitudinal
6. Suatu gelombang merambat dengan persamaan:  
 $y = 12 \cdot \sin(18\pi \cdot t - 20\pi \cdot x)$  m. Besar kecepatan sudut dan amplitudonya berturut-turut adalah . . .
  - a. 12 rad/s dan  $18\pi$  m
  - b. 12 rad/s dan 18 m
  - c. 18 rad/s dan 12 m
  - d.  $18\pi$  rad/s dan 12 m
  - e.  $20\pi$  rad/s dan 12 m
7. Suatu gelombang panjangnya 0.5 m, jika frekuensinya 25 Hz, maka besar cepat rambat gelombangnya adalah . . .
  - a. 12.5 m/s
  - b. 25.5 m/s

- c. 50 m/s
  - d. 50.5 m/s
  - e. 75 m/s
8. Frekuensi getar suatu mesin kendaraan adalah 40 Hz, maka besar periode getarnya adalah . . .
- a. 4 s
  - b. 0.4 s
  - c. 2.5 s
  - d. 0.25 s
  - e. 0.025 s
9. Gelombang elektromagnetik adalah . . .
- a. gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambat
  - b. gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat
  - c. gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat
  - d. gelombang yang dihasilkan oleh mesin
  - e. gelombang yang memerlukan medium untuk merambat
10. Sebutkan contoh gelombang yang termasuk gelombang elektromagnetik
11. Jelaskan perbedaan getaran dengan gelombang
12. Suatu gelombang merambat dari titik A hingga titik F seperti pada gambar. Jika frekuensi gelombang tersebut 25 Hz, tentukan:



- a. Periode gelombang
  - b. Panjang gelombang
13. Frekuensi suatu gelombang adalah 50 Hz, jika cepat rambatnya 125 m/s, maka panjang gelombangnya adalah . . .
14. Diketahui persamaan gelombang berikut:  
 $y = 15 \cdot \sin(10\pi \cdot t - 4\pi \cdot x)$ , tentukanlah:
- a. Arah rambat gelombang
  - b. Kecepatan sudut gelombang
  - c. Amplitude gelombang
  - d. Frekuensi gelombang
  - e. Cepat rambat gelombang

## C. BUNYI

### 1. Efek Doppler

Effek Doppler adalah peristiwa berubahnya harga frekwensi bunyi yang diterima oleh pendengar (P) dari frekwensi suatu sumber bunyi (S) apabila terjadi gerakan relatif antara P dan S.

Oleh Doppler dirumuskan sebagai :

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$$

$f_p$  adalah frekwensi yang didengar oleh pendengar.

$f_s$  adalah frekwensi yang dipancarkan oleh sumber bunyi.

$v_p$  adalah kecepatan pendengar.

$v_s$  adalah kecepatan sumber bunyi.

$v$  adalah kecepatan bunyi di udara.

Tanda + untuk  $v_p$  dipakai bila pendengar bergerak mendekati sumber bunyi.

Tanda - untuk  $v_p$  dipakai bila pendengar bergerak menjauhi sumber bunyi.

Tanda + untuk  $v_s$  dipakai bila sumber bunyi bergerak menjauhi pendengar.

Tanda - untuk  $v_s$  dipakai bila sumber bunyi bergerak mendekati pendengar.

### 2. Intensitas Bunyi.

Yang dimaksud dengan intensitas bunyi ialah : Besar energi bunyi tiap satuan waktu tiap satuan luas yang datang tegak lurus.

Dapat dirumuskan sebagai :

$$I = \frac{P}{A} \quad \text{atau} \quad I = \frac{P}{4\pi \cdot r^2}$$

$I$  = Intensitas bunyi dalam watt/m<sup>2</sup> atau watt/cm<sup>2</sup>

$A$  = Luas bidang bola dalam m<sup>2</sup> atau cm<sup>2</sup>

$R$  = Jarak dari sumber bunyi (m)

$P$  = Daya bunyi dalam J/det atau watt.

### 3. Taraf Intensitas Bunyi ( TI ).

Intensitas bunyi terkecil yang masih dapat didengar disebut harga ambang pendengaran, besarnya 10<sup>-12</sup> watt/m<sup>2</sup>. Logaritma perbandingan intensitas bunyi dengan harga ambang pendengaran disebut **Taraf Intensitas Bunyi**.

$$TI = \log \left[ \frac{I}{I_0} \right]$$

TI : taraf intensitas bunyi dalam (dB )

I : intensitas bunyi.

$I_0$  : intensitas ambang pendengaran =  $10^{-12}$  watt/m<sup>2</sup>

**a. Taraf intensitas n sumber bunyi**

Jika  $n_1$  buah sumber menghasilkan taraf intensitas sebesar  $TI_1$  maka  $n_2$  buah sumber bunyi akan menghasilkan taraf intensitas bunyi sebesar:

$$TI_2 = TI_1 + 10 \cdot \log \left( \frac{n_2}{n_1} \right)$$

$TI_1$  = taraf intensitas bunyi  $n_1$  buah sumber bunyi (dB)

$n_1$  = jumlah sumber bunyi pertama

$TI_2$  = taraf intensitas bunyi  $n_2$  buah sumber bunyi (dB)

$n_2$  = jumlah sumber bunyi kedua

**b. Taraf Intensitas Pada Jarak r Dari Sumber Bunyi**

Jika terdapat suatu sumber bunyi pada jarak  $r_1$  menghasilkan taraf intensitas sebesar  $TI_1$ , maka pada jarak  $r_2$  taraf intensitasnya menjadi:

$$TI_2 = TI_1 + 10 \cdot \log \left( \frac{r_1}{r_2} \right)$$

$TI_1$  = taraf intensitas bunyi pada jarak  $r_1$  dari sumber bunyi (dB)

$r_1$  = jarak pertama dari sumber bunyi

$TI_2$  = taraf intensitas bunyi pada jarak  $r_2$  dari sumber bunyi (dB)

$r_2$  = jarak kedua dari sumber bunyi

**LATIHAN BUNYI**

1. Ari berada pada jarak 10 m dari suatu sumber bunyi. Saat itu intensitas bunyi yang didengar Ari adalah  $10^{-10}$  watt/m<sup>2</sup>. Jika Ari berpindah sejauh 5 meter mendekati sumber bunyi maka intensitas bunyi yang didengar oleh Ari menjadi sebesar . . .
2. Sebuah mesin menghasilkan bunyi dengan intensitas sebesar  $10^{-10}$  watt/m<sup>2</sup>. Jika intensitas ambang pendengaran  $10^{-12}$  watt/m<sup>2</sup>, besarnya taraf intensitas bunyi tersebut adalah . . .
3. Taraf intensitas sebuah mesin adalah 60 dB. Jika terdapat 100 buah mesin, maka taraf intensitas seluruh mesin tersebut adalah . . .
4. Danu berada pada jarak 10 m dari suatu sumber bunyi saat mendengar suatu bunyi dengan taraf intensitas sebesar 100 dB. Jika danu berpindah menjauhi sumber bunyi dan berdiri pada jarak 100 m dari sumber bunyi, taraf intensitas bunyi yang didengar danu saat itu adalah . . .
5. Sebuah mobil membunyikan sirine dengan frekuensi sebesar 600 Hz. mobil tersebut bergerak mendekati andi dengan kecepatan 12 m/s. jika andi diam dan kecepatan suara di udara 340 m/s. frekuensi suara yang didengar andi adalah . . .
6. Ivan berlari dengan laju 6 m/s menuju sebuah mesin yang bersuara dengan frekuensi sebesar 400 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara 300 m/s, besar frekuensi bunyi yang didengar Ivan adalah . . .
7. Ina berdiri pada jarak 10 m dari suatu sumber bunyi. Jika daya sumber bunyi tersebut 44000 watt, intensitas bunyi yang didengar Ina adalah . . .

## This image shows a full page of primary-ruled paper. It consists of numerous horizontal dashed lines spaced evenly apart, providing a guide for handwriting practice. The lines are black and extend across the entire width of the page. There are no margins, text, or other markings present.



## BAB 2 OPTIK

### STANDAR KOMPETENSI

- Menerapkan konsep optik

### KOMPETENSI DASAR

- Membedakan konsep cermin dan lensa
- Menggunakan hukum pemantulan dan pembiasan cahaya
- Menggunakan cermin dan lensa

### A. OPTIKA GEOMETRI

Optika geometri adalah ilmu yang mempelajari tentang fenomena perambatan cahaya seperti pemantulan dan pembiasan.

#### 1. PEMANTULAN

Cahaya selalu dipantulkan oleh benda. Kita dapat melihat suatu benda akibat adanya pantulan cahaya dari benda tersebut yang tertangkap oleh indra penglihatan kita.

##### a. Hukum Pemantulan Cahaya

Pemantulan cahaya dibedakan 2 macam yaitu :

- 1). Pemantulan teratur (Specular reflection)

Yaitu : pemantulan cahaya dalam satu arah.

Contoh : pemantulan pada kertas lapis dari perak, aluminium atau dari baja.

- 2). Pemantulan baur (diffuse reflection)

Yaitu : pemantulan cahaya ke segala arah.

Contoh : pemantulan kertas putih tanpa lapis.

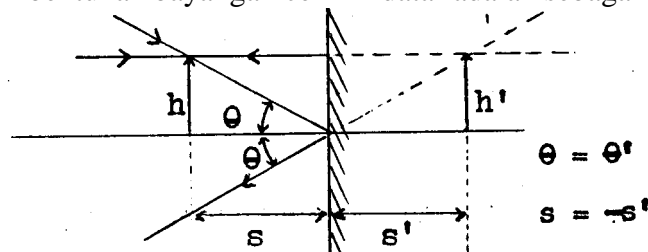
##### b. Pemantulan Pada Cermin Datar

Cermin datar yaitu cermin yang jari-jarinya bernilai tak berhingga ( $\infty$ )

Sifat – Sifat Cermin Datar :

- 1). Jarak benda ( $s$ ) = jarak bayangan ( $s'$ )
- 2). Bayangan bersifat maya ( $s'$  : negatif)
- 3). Tinggibenda ( $h$ ) = tinggi bayangan ( $h'$ )
- 4). Bayangan tegak, ukuran bayangan sama dengan ukuran benda asli

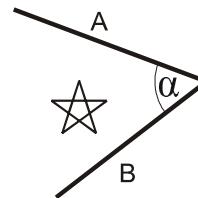
Lukisan pembentukan bayangan cermin datar adalah sebagai berikut :



\*Cermin datar terpendek yang diperlukan untuk dapat melihat seluruh bayangan benda adalah : SETENGAH dari TINGGI benda itu.

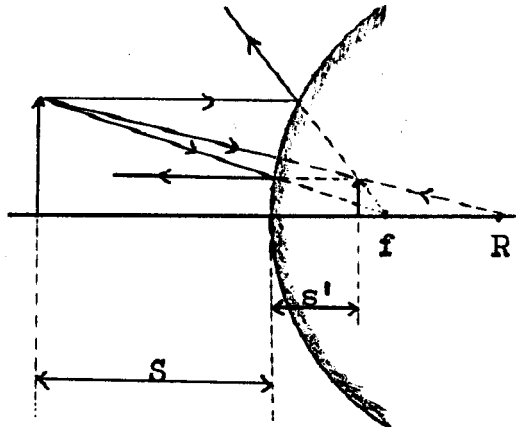
Untuk dua buah cermin yang saling membentuk sudut satu dengan yang lainnya, jumlah bayangan yang terjadi dari sebuah benda yang diletakkan diantaranya adalah :

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$



### c. Pemantulan Pada Cermin Cembung

Sifat bayangan cermin cembung selalu maya, tegak dan diperkecil. Lukisan pembentukan bayangan karena cermin cembung dapat dilakukan dengan melihat sifat – sifat di bawah ini :



- 1). Berkas sinar sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari fokus (f).
- 2). Berkas sinar yang menuju titik pusat kelengkungan cermin ( R ) dipantulkan seolah berasal dari titik itu juga.

Pada cermin cembung berlaku:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$f = \frac{R}{2}$$

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \frac{h'}{h}$$

f : jarak fokus cermin (f pada cermin cembung bernilai negatif)

R : jari-jari cermin

s : jarak benda

s' : jarak bayangan (bila maya bernilai negatif, bila nyata bernilai positif)

h : tinggi benda

h' : tinggi bayangan

M : perbesaran bayangan benda

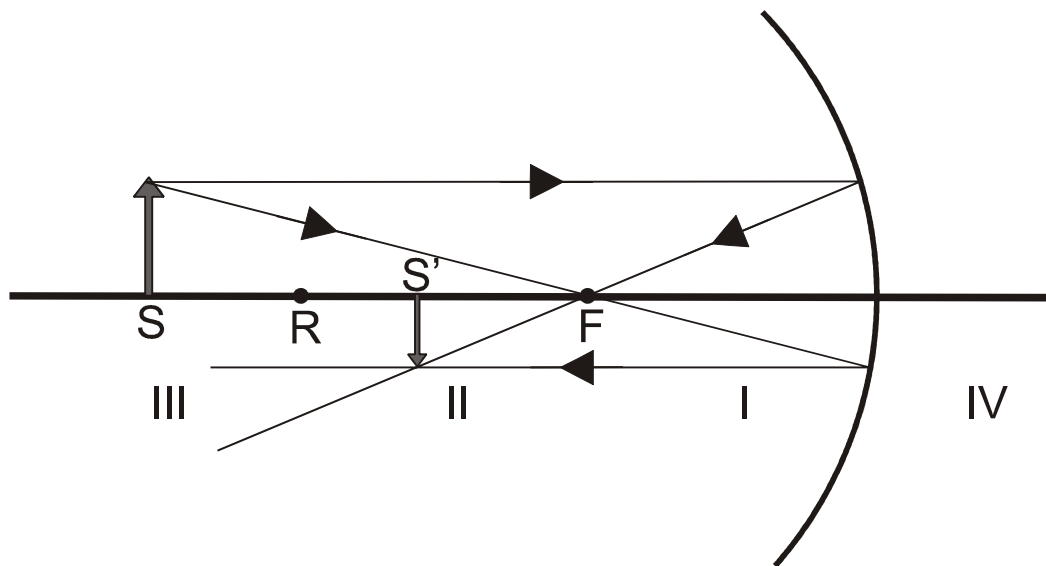
### d. Pemantulan Pada Cermin Cekung

Cermin cekung / cermin positif.

Sifat – sifat sinar dan penomoran ruang.

- 1). Berkas sinar yang sejajar dengan sumbu utama dipantulkan lewat fokus (f)
- 2). Berkas sinar lewat fokus dipantulkan sejajar sumbu utama.
- 3). Berkas sinar lewat titik pusat kelengkungan cermin dipantulkan lewat titik itu juga.

### Gambar Jalannya Sinar Dan Penomoran Ruang.



- 1). Ruang I antara  $0 < s < f$
- 2). Ruang II antara  $f < s < R$
- 3). Ruang III antara  $s > R$
- 4). Ruang IV daerah di belakang cermin

Persamaan yang dipakai adalah sesuai dengan persamaan umum, yaitu :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

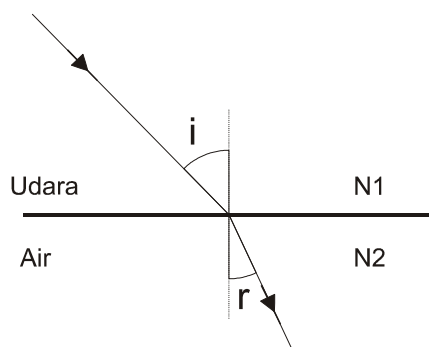
$$m = \left| \frac{s'}{s} \right| = \frac{h'}{h}$$

- Untuk benda di ruang I. Bayangannya maya, tegak, diperbesar, berada di ruang IV
- Untuk benda tepat di f. Bayangannya terletak pada jarak tak terhingga.

## 2. PEMBIASAN CAHAYA

### a. Hukum Snellius

Hukum Snellius yaitu mengenai pembiasan pada bidang batas antara dua buah ruang yang memiliki indeks bias yang berbeda. Misalnya udara dan air seperti gambar berikut:



Sinar datang dari udara (memiliki indek bias  $N_1$ ) menuju air (memiliki indek bias  $N_2$ ) dan membentuk sudut terhadap bidang normal sebesar  $i$  (sudut datang), sinar tersebut kemudian dibelokkan hingga membentuk sudut terhadap bidang normal sebesar  $r$  (sudut bias). Pada pembiasan sinar tersebut berlaku:

$$N_1 \cdot \sin(i) = N_2 \cdot \sin(r)$$

Persamaan tersebut dikenal dengan nama : H U K U M SNELLIUS.

### b. Indeks Bias

- a. Index bias mutlak ( atau biasa disebut “ index bias saja). Adalah perbandingan antara kecepatan cahaya di ruang hampa atau di udara (  $c$ ) dengan kecepatan cahaya di dalam bahan ( $v$ ).

$$n_b = \frac{c}{v}$$

$$n_b = \frac{\lambda_u}{\lambda_b}$$

$N_b$  : indeks bias

$v$  : kecepatan cahaya di dalam bahan.

$\lambda_u$  : panjang gelombang cahaya di udara

$\lambda_b$  : panjang gelombang cahaya saant di dalam bahan

- b. Index Bias Relatif( $n_{21}$ ). Adalah perbandingan kecepatan cahaya di dalam bahan2 dengan kecepatan cahaya di dalam bahan1. atau perbandingan antara panjang gelombang cahaya di dalam bahan2 dengan panjang gelombang cahaya di dalam bahan1.

$$n_{21} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$n_{21} = \frac{n_1}{n_2}$$

$v_1$  = kecepatan cahaya di dalam bahan 1

$v_2$  = kecepatan cahaya di dalam bahan 2

$\lambda_1$  = panjang gelombang di dalam bahan 1

$\lambda_2$  = panjang gelombang di dalam bahan 2

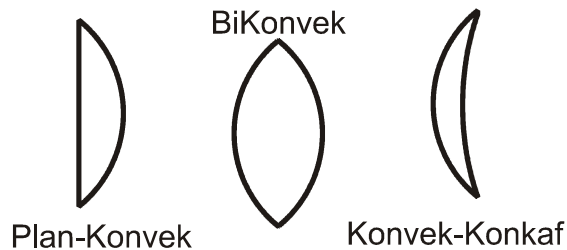
$n_1$  = index bias mutlak bahan 1

$n_2$  = index bias mutlak bahan 2

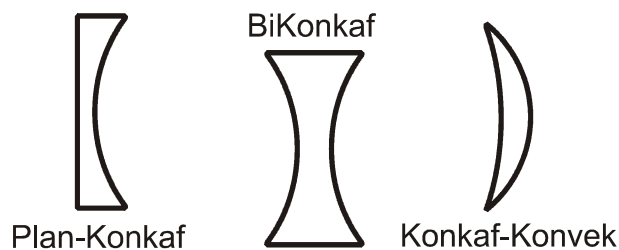
## B. PEMBIASAN PADA LENSA

### 1. JENIS-JENIS LENSA

- Lensa Konvergen / lensa positif, yang terdiri dari : plan konvek, bikonvek, dan konvek-konkaf.

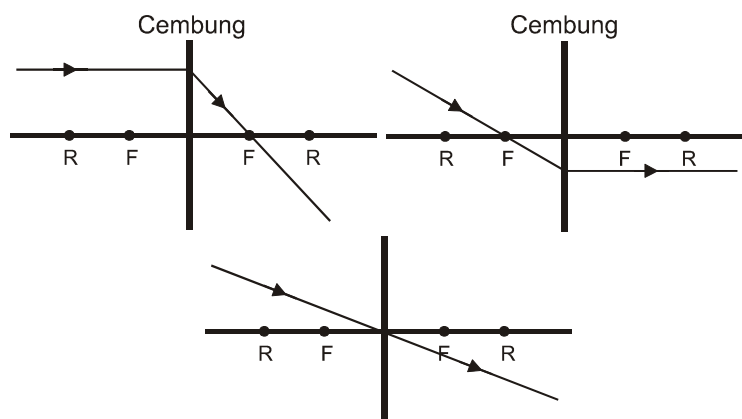


- Lensa Divergen / lensa negatif, yang terdiri dari : plano konkaf, bikonkaf dan konkafkonveks.



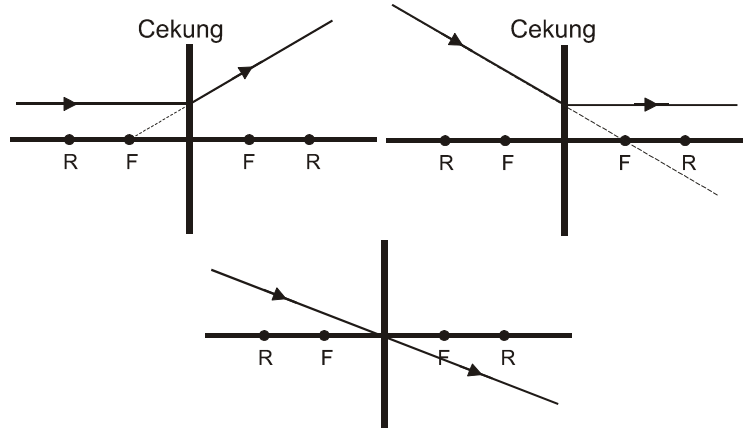
### 2. SINAR-SINAR ISTIMEWA PADA LENSA CEMBUNG (LENSA POSITIP).

- Sinar yang sejajar dengan sumbu utama dibiaskan melalui titik api kedua.
- Sinar yang melalui titik api pertama akan dibiaskan sejajar sumbu utama.
- Sinar yang datang melalui pusat optik lensa tidak dibiaskan tetapi diteruskan.



### 3. SINAR-SINAR ISTIMEWA PADA LENS CEKUNG (LENSA NEGATIF)

- Sinar yang sejajar dengan sumbu utama dibiaskan seolah-olah berasal dari titik api pertama.
- Sinar yang menuju titik api kedua dibiaskan sejajar sumbu utama.
- Sinar yang datang melalui pusat optik lensa tidak dibiaskan tetapi diteruskan.



### 3. PERHITUNGAN JARAK BENDA, JARAK BAYANGAN, DAN PERBESARAN PADA LENS CEMBUNG DAN LENS CEKUNG

Baik pada lensa cembung maupun pada lensa cekung berlaku persamaan lensa berikut:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$m = \left| \frac{s'}{s} \right| = \frac{h'}{h}$$

f : jarak fokus lensa

Jika lensa cembung f bernilai ( + )

Jika lensa cekung f bernilai ( - )

S : jarak benda

S' : jarak bayangan

Jika bayangan nyata, s' bernilai ( + )

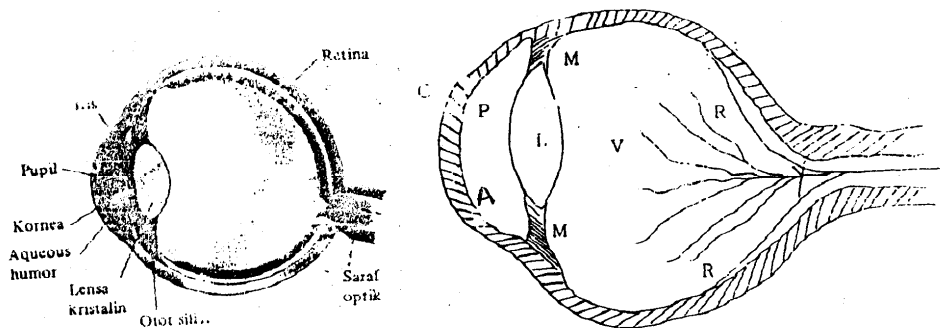
Jika bayangan maya, s' bernilai ( - )

M : perbesaran bayangan

## C. ALAT-ALAT OPTIK

### 1. MATA DAN KACAMATA

#### a. Mata



#### Bagian-Bagian Mata:

- ✓ CORNEA.(C): Bagian depan mata diliputi oleh membran transparan
- ✓ Aqueous humor (A): Daerah disebelah cornea mengandung cairan A
- ✓ lensa kristal atau *crystalline lensa* (L), Lensa kristal mempunyai index bias “rata-rata” 1,437
- ✓ ciliary muscle (M): berupa tali otot yang mengikat Lensa kristal hingga tetap pada tempatnya.
- ✓ vitreous humor (V): berupa cairan tipis yang sebagian besar terdiri dari air. Index bias daripada aqueous humor dan vitreous humor, keduanya hampir sama dengan index bias air, yaitu kira-kira 1,366.
- ✓ Bintik kuning (Y): yaitu bagian pada sumbu lensa mata yang berbentuk cekungan yang merupakan tempat paling peka untuk menerima rangsang sinar.
- ✓ Pupil (P): adalah bagian yang fungsinya untuk mengatur kuantitas cahaya (intensitas cahaya) yang masuk kemata, pupil akan secara otomatis membesar jika cahaya rendah, sebaliknya akan mengecil jika intensitas cahaya bertambah.

#### Beberapa Istilah Yang Perlu Diketahui Pada Mata :

- ✓ Daya Akomodasi: Daya menebal dan menipisnya lensa mata, lensa paling tipis pada saat mata tidak berakomodasi.
- ✓ Titik jauh (punctum remotum): Titik terjauh yang masih terlihat jelas oleh mata (tidak berakomodasi).
- ✓ Untuk mata normal: titik jauh letaknya di jauh tak berhingga.
- ✓ Titik dekat (punctum proximum): titik terdekat yang masih terlihat jelas oleh mata. (berakomodasi max).
- ✓ Untuk mata normal : titik dekat 25 cm.

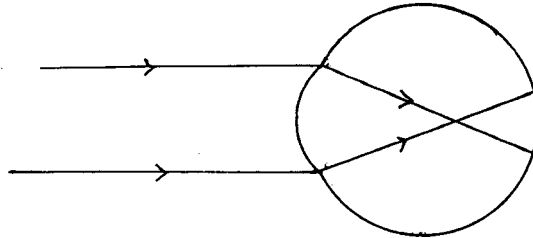
### Cacat Pada Mata.

Mata dinyatakan cacat biasanya karena :

- Berkurangnya daya akomodasi mata.
- Kelainan bentuk bola mata.

#### 1). Mata Normal (Emetropi).

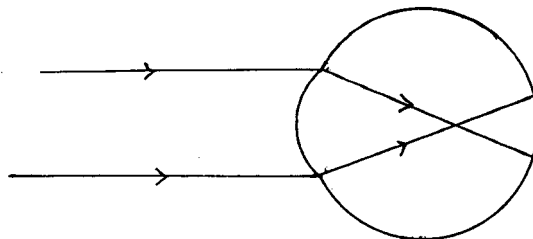
Pada mata normal, Dalam keadaan istirahat (tidak berakomodasi) maka bayangan jatuh tepat pada retina. Titik dekat mata normal adalah 25 cm dan titik jauhnya adalah tak berhingga.



#### 2). Mata rabun jauh (Myopi).

Penderita miopi tidak mampu melihat benda-benda jauh. Titik jauh mata lebih dekat dari tak berhingga. Bayangan jatuh di depan retina, disebabkan karena :

- Lensa mata terlalu cembung.
- Lensa mata tidak dapat berakomodasi maximum.
- As mata (sumbu mata terlalu panjang).

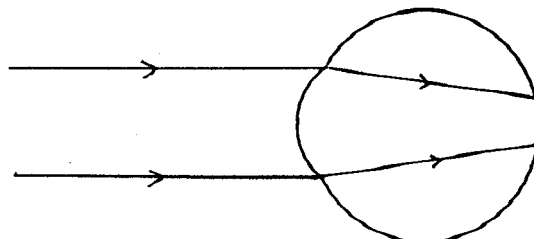


Supaya dapat melihat seperti orang normal maka penderita miopi perlu menggunakan kacamata berlensa negatif (lensa cekung).

#### 3). Mata rabun dekat (Hypermetropi).

Penderita rabun dekat tidak mampu melihat benda-benda pada jarak dekat. Titik dekatnya lebih jauh dari 25 cm. Titik jauh tetap dianggap tak berhingga. Bayangan jatuh dibelakang retina, disebabkan karena :

- Lensa mata terlalu tipis.
- Lensa mata tak berakomodasi maximum.
- As mata terlalu pendek.



Supaya dapat melihat seperti normal, maka penderita rabun dekat perlu menggunakan kaca mata lensa positif (lensa cembung).



## 4). Presbiopi.

Presbiopi adalah kelainan mata pada yang biasa diderita oleh orang tua, hal ini disebabkan :

- Daya akomodasi mata berkurang.
- Dapat ditolong dengan kacamata lensa rangkap.

**b. Kacamata.**

Kacamata pada dasarnya sebuah lensa yang dipakai untuk mengatasi cacat mata, supaya diperoleh bayangan yang tepat dan jelas di retina.

Ada 2 macam :

- a. Kacamata lensa positif (lensa cembung).
- b. Kacamata lensa negatif (lensa cekung).

Bayangan yang dibentuk oleh kacamata selalu maya. (dalam persamaan lensa,  $s'$  bernilai negatif).

**c. Lup**

Lup merupakan alat optik yang paling sederhana, yaitu hanya mempergunakan sebuah lensa cembung (positif).

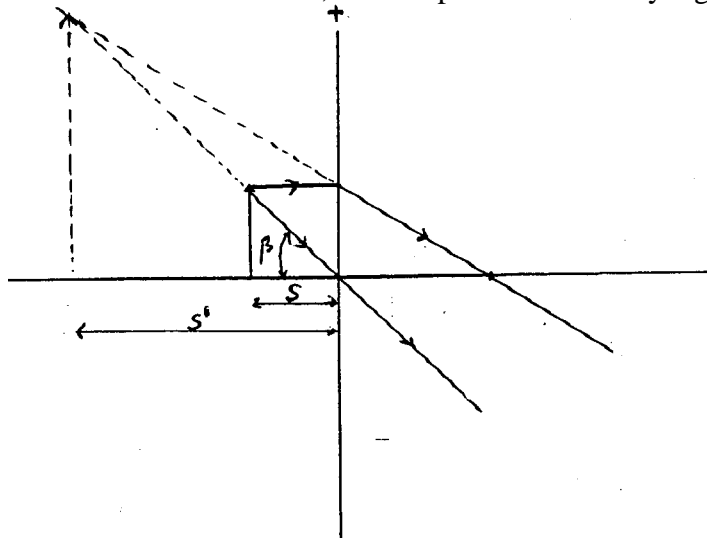
Saat menggunakan Lup, benda berada pada antara mata dan benda.

Bayangan yang dihasilkan oleh Lup: Maya, Diperbesar, Tegak.

Fungsi lup adalah untuk melihat-benda kecil sehingga tampak lebih besar dan lebih jelas.

**Saat mata berakomodasi**

Saat mata berakomodasi, lukisan pembentukan bayangan oleh lup yaitu:



Besarnya perbesaran yang dihasilkan saat mata berakomodasi yaitu:

$$M = \frac{sd}{f} + 1$$

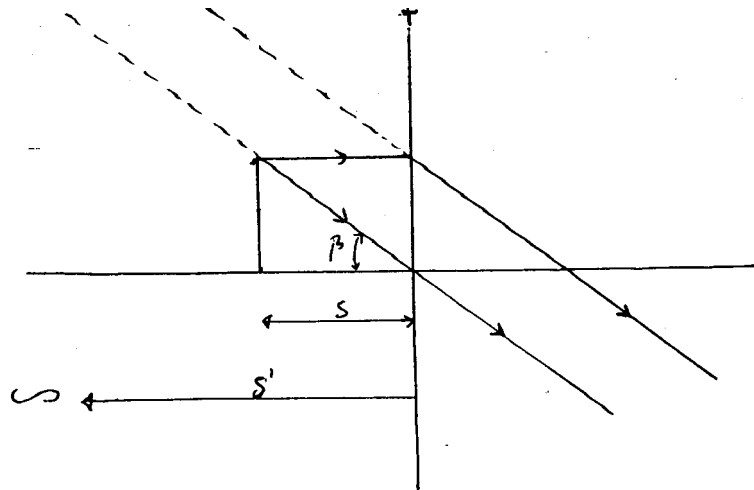
M : perbesaran bayangan

sd : titik dekat mata (untuk mata normal, bernilai 25 cm)

f : jarak fokus lup

**Saat mata tak berakomodasi.**

Saat mata tak berakomodasi, lukisan pembentukan bayangan oleh lup yaitu:



Besarnya perbesaran yang dihasilkan saat mata berakomodasi yaitu:

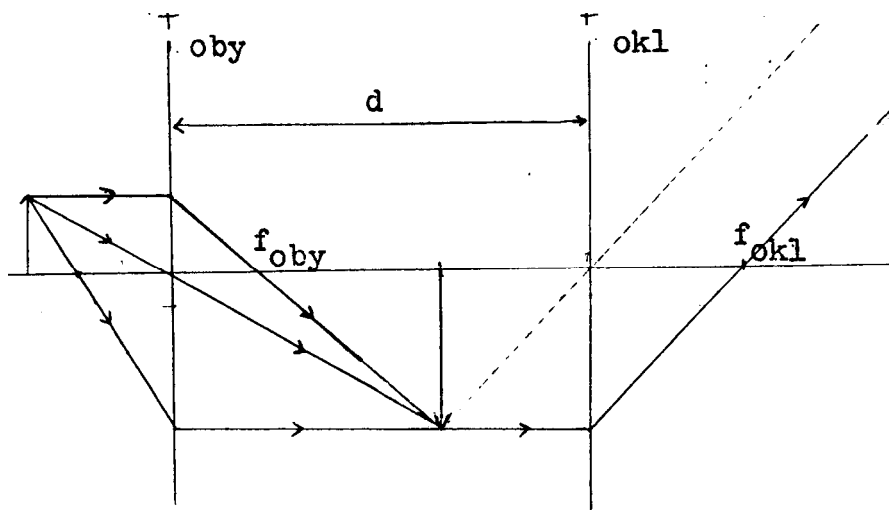
$$M = \frac{sd}{f}$$

Jika mata berjarak  $d$  dari lensa :

$$M = \frac{s'}{s} \times \frac{sd}{D} \quad D = -s' + d.$$

**d. Mikroskop**

Mikroskop adalah alat optik yang terdiri dari dua buah lensa yaitu : Lensa positif (obyektif) dan lensa positif (okuler) yang dipisahkan dengan jarak tertentu ( $d$ ). Fungsi dari mikroskop adalah: Mengamati benda-benda renik agar tampak lebih besar dan jelas. Sifat bayangan akhir yang dihasilkan mikroskop : maya, diperbesar, terbalik.

**Untuk Mata Tak Berakomodasi.**

Bayangan jatuh tepat pada fokus okuler, sehingga bayangan yang di bentuk oleh lensa okuler di jauh tak terhingga. Berlaku:

$$S_{ok} = f_{ok}$$

$$d = S_{ob} + f_{ok}$$

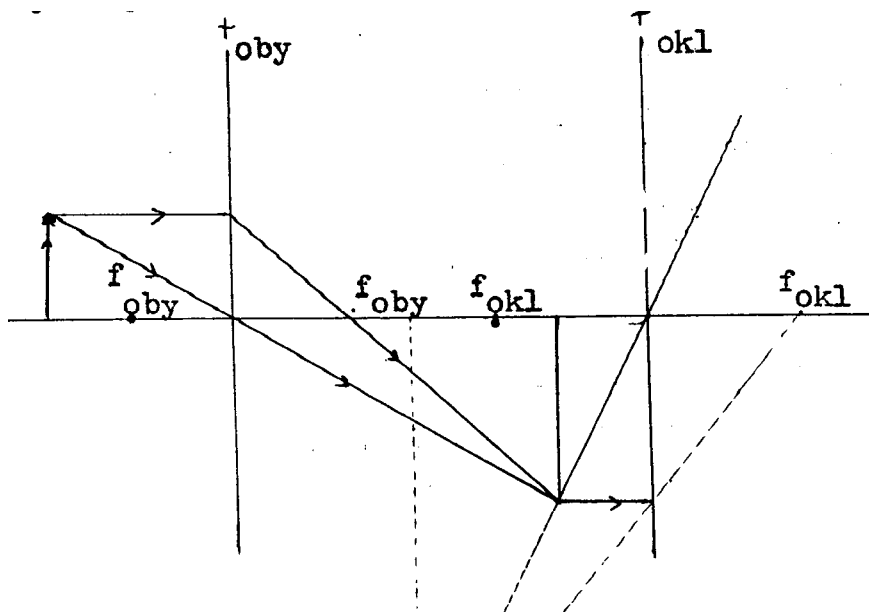
$$M_{ob} = \left| \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \right|$$

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}}$$

$$M = M_{ob} \cdot M_{ok}$$

$$M = \left| \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \right| \cdot \frac{S_n}{f_{ok}}$$

**Untuk Mata Berakomodasi Maximum.**



Bayangan jatuh pada titik dekat pengamat. Berlaku:

$$S'_{ok} = S_n$$

$$d = S_{ob} + S_{ok}$$

$$M_{ob} = \left| \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \right|$$

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} + 1$$

$$M = M_{ob} \cdot M_{ok}$$

$$M = \left| \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \right| \cdot \left( \frac{S_n}{f_{ok}} + 1 \right)$$

$d$  : jarak antara lensa obyektif dan okuler

$M$  : perbesaran mikroskop

$M_{ob}$  : perbesaran lensa objektif

$M_{ok}$  : perbesaran lensa okuler

$S_n$  : titik dekat mata

$S_{ob}$  : jarak benda terhadap lensa objektif

$S_{ok}$  : jarak benda terhadap lensa okuler

$f_{ob}$  : jarak focus lensa objektif

$f_{ok}$  : jarak focus lensa okuler

### e. TEROPONG

Teropong adalah alat optik yang dipakai untuk melihat benda-benda jauh agar kelihatan lebih dekat dan jelas.

#### 1). Teropong Bintang.

- Menggunakan dua lensa positif yaitu: lensa obyektif dan lensa okuler.
- Benda terletak jauh tak berhingga, sehingga bayangan jatuh pada fokus obyektif.
- Fokus obyektif berimpit dengan fokus okuler.
- Fokus okuler lebih kecil daripada fokus obyektif.

✓ Untuk Mata Tak Berakomodasi.

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

$$D = f_{ob} + f_{ok}$$

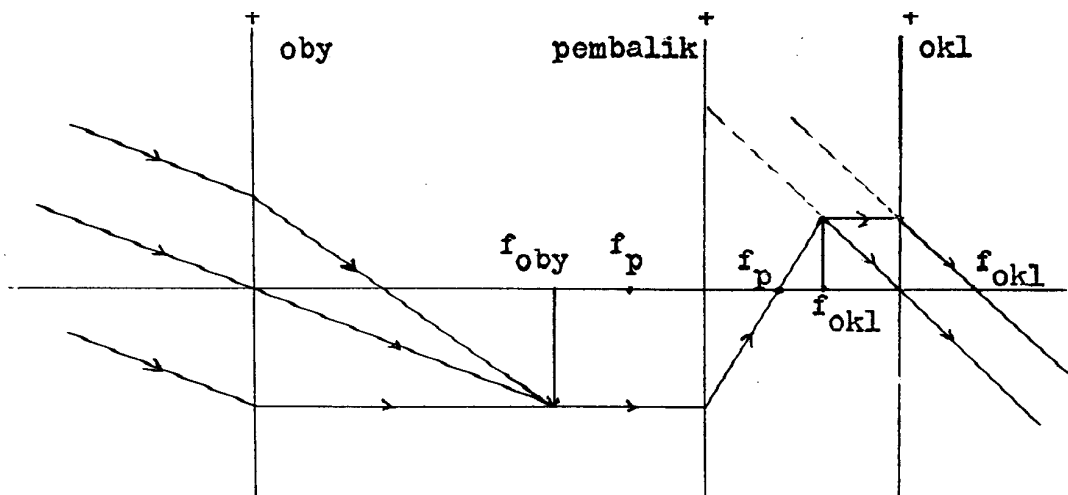
✓ Untuk Mata Berakomodasi.

$$M = \frac{f_{ob}}{s_{ok}}$$

$$D = f_{ob} + s_{ok}$$

#### 2). Teropong Bumi.

Prinsip dari teropong ini sama dengan teropong bintang, perbedaannya terletak pada bayangan terakhir (yaitu tegak) Untuk itu harus dipasang lensa pembalik. Oleh karena itu teropong ini terdiri dari 3 buah lensa yaitu: Lensa obyektif (terdiri dari lensa positif), Lensa cembung (berfungsi sebagai lensa pembalik, terletak antara obyektif dan okuler), dan Lensa okuler ( terdiri dari lensa positif).



✓ Untuk Mata Tak Berakomodasi

$$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok}$$

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

✓ Untuk mata berakomodasi

$$d = f_{ob} + 4f_p + s_{ok}$$

$$M = \frac{f_{ob}}{s_{ok}}$$

$f_p$  : fokus lensa pembalik.

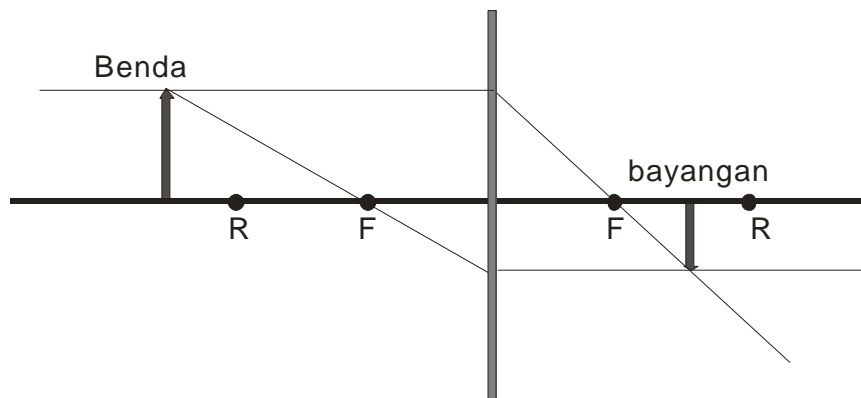
**SOAL-SOAL LATIHAN**

1. Pernyataan di bawah ini yang tidak benar mengenai sifat bayangan dalam sebuah cermin datar adalah . . .
  - A. jarak bayangan di belakang cermin sama dengan jarak benda di depan cermin
  - B. warna bayangan sama dengan ukuran benda
  - C. ukuran bayangan sama dengan ukuran benda
  - D. bayangan adalah maya
  - E. bayangan adalah terbalik
2. Berdasarkan pengertian maya dan nyata suatu bayangan dalam optika, maka dapat dinyatakan bahwa:
  - 1). bayangan pada layang bioskop adalah bayangan nyata
  - 2). bayangan yang dibentuk lensa mata adalah bayangan maya
  - 3). bayangan yang kita lihat melalui teropong adalah bayangan maya
  - 4). bayangan yang dibentuk cermin datar adalah bayangan mayaPernyataan yang benar adalah . . .
  - A. 1, 2, dan 3
  - B. 1 dan 3
  - C. 2 dan 4
  - D. 4 saja
  - E. Semua benar
3. Sebuah pensil panjangnya 10 cm diletakkan tegak 30 cm di muka cermin cembung yang jarak fokusnya 50 cm. Posisi dan panjang bayangan dari pensil tersebut adalah . . .
  - A. tegak 25 cm
  - B. tegak 6.25 cm
  - C. terbalik 25cm
  - D. terbalik 6.25 cm
  - E. tegak 30 cm
4. Bayangan maya yang terbentuk oleh sebuah cermin cekung tiga kali lebih besar daripada bendanya. Bila jarak fokus cermin 30 cm, maka jarak benda di depan cermin adalah . . .
  - A. 5 cm
  - B. 10 cm
  - C. 20 cm
  - D. 30 cm
  - E. 40 cm
5. Sebuah benda terletak 20 cm di depan sebuah lensa tipis yang berjarak fokus 4 cm. Jarak bayangan yang terbentuk oleh lensa adalah . . .
  - A. 8 cm di depan lensa
  - B. 7 cm di depan lensa
  - C. 6 cm di belakang lensa
  - D. 5 cm di belakang lensa
  - E. 3 cm di belakang lensa

6. Sebuah benda berada pada jarak 15 cm di muka lensa negatif dengan fokus 10 cm. Bayangan yang terbentuk :
1. berada di belakang lensa
  2. terbalik
  3. nyata
  4. diperkecil
- Pernyataan-pernyataan yang benar yaitu . . .
- A. 1, 2, dan 3
  - B. 1 dan 3
  - C. 2 dan 4
  - D. 4 saja
  - E. Semua benar
7. Seseorang yang titik dekatnya 50 cm hendak membaca buku yang diletakkan pada jarak 25 cm. Besar kekuatan kacamata yang harus dia gunakan adalah . . .
- A. -2 diptri
  - B. 2 dioptri
  - C.  $-\frac{1}{2}$  dioptri
  - D.  $\frac{1}{2}$  dioptri
  - E. 6 dioptri
8. Sifat dan kedudukan bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif sebuah teropong bintang adalah . . .
- A. nyata, terbalik, dan tepat di fokus lensa objektif
  - B. nyata, tegak, dan tepat di fokus lensa objektif
  - C. nyata, tegak, dan tepat di fokus lensa okuler
  - D. maya, terbalik, dan tepat di fokus lensa okuler
  - E. maya, terbalik, dan tepat di fokus lensa objektif
9. Budi tinggi badannya 165 cm berdiri tegak di muka cermin datar. Berapa tinggi cermin paling kecil yang diperlukan Budi untuk bercermin?
- A. 16.5 cm
  - B. 50 cm
  - C. 75 cm
  - D. 82.5 cm
  - E. 160 cm
10. Sebuah benda terletak 60 cm di depan cermin cekung yang jarak fokusnya 90 cm. pada jarak berapa bayangan benda tersebut akan terbentuk?
- A. 180 cm di belakang cermin
  - B. 90 cm di belakang cermin
  - C. 60 cm di depan cermin
  - D. 90 cm di depan cermin
  - E. 180 cm di depan cermin

11. 12 cm di depan sebuah cermin cembung yang jarak fokusnya – 9 cm terdapat sebuah benda. Jarak bayangan benda tersebut adalah . . .
  - A.  $7/36$  cm
  - B.  $9/12$  cm
  - C.  $-7/36$  cm
  - D.  $-36/7$  cm
  - E.  $12/9$  cm
12. Bayangan benda yang diproyeksikan oleh cermin datar bersifat . . .
  - A. nyata
  - B. maya
  - C. terbalik
  - D. diperkecil
  - E. diperbesar
13. Sebuah benda terletak 12 cm di depan cermin cekung yang jarak fokusnya 5 cm. sifat bayangan yang dihasilkan adalah . . .
  - A. nyata, terbalik, diperkecil
  - B. maya, terbalik, diperbesar
  - C. maya, tegak, diperbesar
  - D. nyata, tegak, diperbesar
  - E. nyata, terbalik, diperbesar
14. Sebuah benda diletakkan 20 cm di depan sebuah cermin cekung yang jarak fokusnya 15 cm. jarak bayangan yang terbentuk adalah . . .
  - A. 60 cm
  - B. 35 cm
  - C. 20 cm
  - D. 15 cm
  - E. 5 cm
15. Jari-jari kelengkungan cermin cekung adalah dua kali jarak fokusnya. Suatu benda yang terletak pada jarak 6 cm di depan cermin cekung menghasilkan bayangan 9 cm. jari-jari cermin tersebut adalah . . .
  - A. 3.0 cm
  - B. 6.5 cm
  - C. 7.0 cm
  - D. 7.2 cm
  - E. 9.0 cm
16. Sinar yang datang sejajar sumbu utama pada cermin cekung akan . . . .
  - A. dipantulkan sejajar sumbu utama
  - B. dipantulkan melalui titik focus
  - C. dibiaskan sejajar sumbu utama
  - D. dipantulkan melalui pusat jari-jari cermin
  - E. dibiaskan melalui titik focus

17. Sebuah benda terletak 20 cm di depan sebuah lensa berjarak focus 4 cm. jarak bayangan yang terbentuk oleh lensa tersebut adalah . . .
- 4 cm
  - 5 cm
  - 6 cm
  - 7 cm
  - 8 cm
18. Banu menggunakan lensaacamata yang jarak fokusnya – 55 cm. suatu benda yang jaraknya 550 cm di depan banu akan terlihat seolah-olah sejauh berapa cm di depan banu?
- 11 cm
  - 50 cm
  - 55 cm
  - 150 cm
  - 155 cm
19. Berikut adalah nama lain dari lensa cekung, kecuali . . .
- lensa konkaf
  - lensa negative
  - lensa divergen
  - lensa minus
  - lensa konvek
20. Proyeksi bayangan berikut dihasilkan oleh cermin . .



- cermin cekung
  - cermin cembung
  - lensa cekung
  - lensa cembung
  - lensa positif
21. Pernyataan di bawah ini yang tidak benar mengenai sifat bayangan dalam sebuah cermin datar adalah . . .
- jarak bayangan di belakang cermin sama dengan jarak benda di depan cermin
  - warna bayangan sama dengan ukuran benda
  - ukuran bayangan sama dengan ukuran benda
  - bayangan adalah maya



---

E. bayangan adalah terbalik

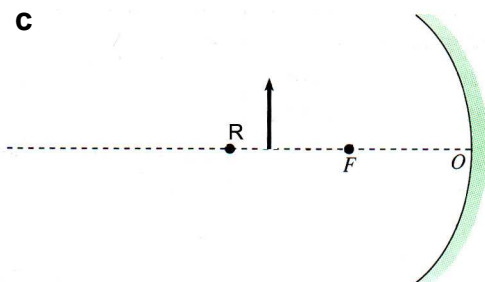
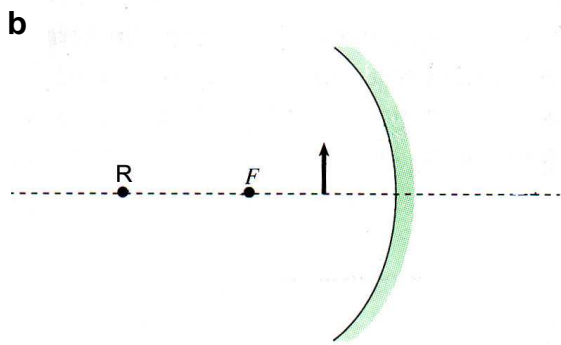
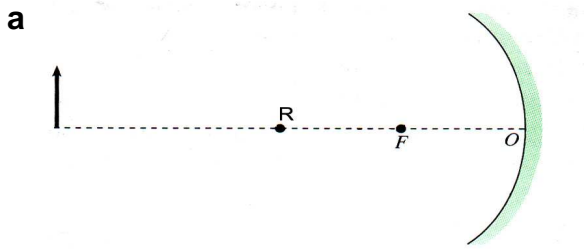
22. Berdasarkan pengertian maya dan nyata suatu bayangan dalam optika, maka dapat dinyatakan bahwa:
1. bayangan pada layang bioskop adalah bayangan nyata
  2. bayangan yang dibentuk lensa mata adalah bayangan maya
  3. bayangan yang kita lihat melalui teropong adalah bayangan maya
  4. bayangan yang dibentuk cermin datar adalah bayangan maya
- Pernyataan yang benar adalah . . .
- A. 1, 2, dan 3
  - B. 1 dan 3
  - C. 2 dan 4
  - D. 4 saja
  - E. Semua benar
23. Sebuah pensil panjangnya 10 cm diletakkan tegak 30 cm di muka cermin cembung yang jarak fokusnya 50 cm. Posisi dan panjang bayangan dari pensil tersebut adalah . . .
- A. tegak 25 cm
  - B. tegak 6.25 cm
  - C. terbalik 25cm
  - D. terbalik 6.25 cm
  - E. tegak 30 cm
24. Bayangan maya yang terbentuk oleh sebuah cermin cekung tiga kali lebih besar daripada bendanya. Bila jarak fokus cermin 30 cm, maka jarak benda di depan cermin adalah . . .
- A. 5 cm
  - B. 10 cm
  - C. 20 cm
  - D. 30 cm
  - E. 40 cm
25. Sebuah benda terletak 20 cm di depan sebuah lensa tipis yang berjarak fokus 4 cm. Jarak bayangan yang terbentuk oleh lensa adalah . . .
- A. 8 cm di depan lensa
  - B. 7 cm di depan lensa
  - C. 6 cm di belakang lensa
  - D. 5 cm di belakang lensa
  - E. 3 cm di belakang lensa
26. Sebuah benda berada pada jarak 15 cm di muka lensa negatif dengan fokus 10 cm. Bayangan yang terbentuk :
1. berada di belakang lensa
  2. terbalik
  3. nyata
  4. diperkecil
- Pernyataan-pernyataan yang benar yaitu . . .

- A. 1, 2, dan 3
  - B. 1 dan 3
  - C. 2 dan 4
  - D. 4 saja
  - E. Semua benar
27. Seseorang yang titik dekatnya 50 cm hendak membaca buku yang diletakkan pada jarak 25 cm. Besar kekuatan kaca mata yang harus dia gunakan adalah . . .
- A. -2 diptri
  - B. 2 dioptri
  - C.  $-\frac{1}{2}$  dioptri
  - D.  $\frac{1}{2}$  dioptri
  - E. 6 dioptri
28. Sifat dan kedudukan bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif sebuah teropong bintang adalah . . .
- A. nyata, terbalik, dan tepat di fokus lensa objektif
  - B. nyata, tegak, dan tepat di fokus lensa objektif
  - C. nyata, tegak, dan tepat di fokus lensa okuler
  - D. maya, terbalik, dan tepat di fokus lensa okuler
  - E. maya, terbalik, dan tepat di fokus lensa objektif
29. Sebutkan dan gambarkan tiga sinar istimewa cermin cembung!
30. Sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung adalah . . .
31. Jelaskan perbedaan cermin cekung dengan lensa cekung!
32. Suatu benda diletakkan pada jarak  $x$  di depan cermin cekung yang jarak fokusnya 12 cm. jika bayangan yang dihasilkan terletak pada jarak  $2x$ , besarnya nilai  $x$  adalah . . .
33. Sebuah cermin diletakkan 12 cm di depan sebuah benda. Jika ternyata bayangan yang dihasilkan benda tersebut terletak pada 15 cm di belakang

cermin, maka tentukan:

- a. jarak focus cermin
- b. termasuk cermin cekung atau cembung

34. Lengkapi gambar proyeksi bayangan berikut dan jelaskan sifat-sifat bayangannya!



[illegible]

## BAB 3

# LISTRIK STATIS

### Standar Kompetensi:

Menginterpretasikan listrik statis dan dinamis

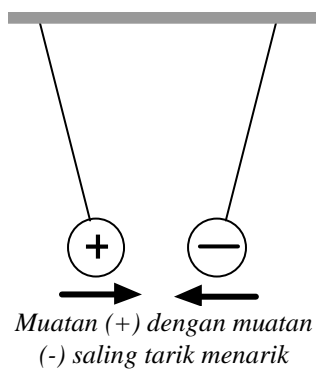
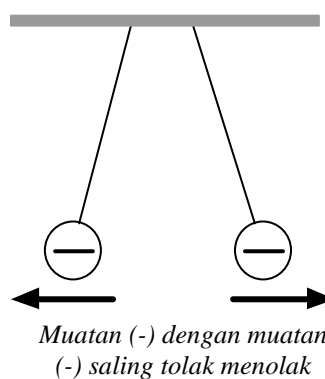
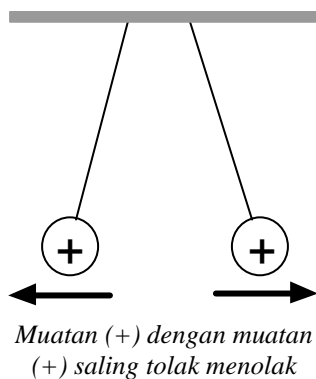
### Kompetensi dasar:

- Membedakan konsep listrik statis dan dinamis
- Menjelaskan penerapan listrik statis dan dinamis

Suatu benda yang mengandung listrik statis, muatan-muatan listriknya dalam keadaan diam ( tidak bergerak ). Dalam listrik statis tidak terdapat arus listrik karena tidak terjadi aliran muatan listrik.

### A. GAYA LISTRIK

Ada dua jenis muatan listrik, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Jika dua benda bermuatan listrik yang sejenis, misalnya positif (+) dengan positif (+) atau negatif (-) dengan negatif (-) maka benda tersebut akan saling tolak menolak. Jika dua benda bermuatan tidak sejenis, yaitu positif (+) dengan negatif (-) maka kedua benda tersebut akan saling tarik menarik.



Besarnya gaya tarik menarik atau tolak menolak yang terjadi dirumuskan dalam Hukum Coulomb yang dinyatakan oleh Charles Augustin de Coulomb (1786) sebagai berikut:

“Gaya tarik atau gaya tolak antara dua muatan listrik sebanding dengan muatan-muatannya dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan”

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

F = gaya Coulomb (N)

$q_1, q_2$  = muatan listrik 1, muatan listrik 2 (Coulomb)

r = jarak antara kedua muatan (m)

k = konstanta =  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

$\epsilon_0$  = permitivitas listrik dalam ruang hampa/udara yang nilainya =  $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$

Jika medium muatan bukan pada vakum atau udara, maka besar gaya Coulomb antara  $q_1$  dan  $q_2$  menjadi.

$$F_{\text{bahan}} = \frac{1}{\epsilon_r} \cdot k \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ atau } F_{\text{bahan}} = \frac{1}{\epsilon_r} F$$

Dengan

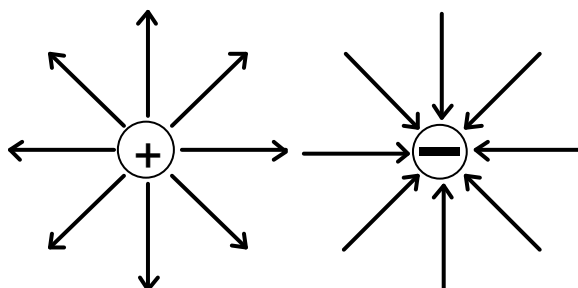
$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$$

dimana

$\epsilon$  = permitivitas bahan  
 $\epsilon_r$  = permitivitas relatif

## B. MEDAN LISTRIK

Medan listrik adalah daerah atau ruang di sekitar muatan listrik yang masih dipengaruhi Gaya Coulomb (gaya listrik).



Medan listrik digambarkan dengan garis gaya listrik **yang arahnya keluar (menjauhi) untuk muatan positif dan masuk (mendekati) untuk muatan negatif**

*Medan pada muatan listrik. Tanda panah menyatakan arah medan listrik*

Kuat medan listrik secara matematis:

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2} \quad \text{Atau} \quad E = \frac{F}{q}$$

$E$  = kuat medan listrik (N/C)  
 $F$  = gaya Coulomb (C)  
 $q$  = muatan uji (C)  
 $Q$  = muatan sumber (C)  
 $r$  = jarak muatan uji terhadap muatan sumber (m)

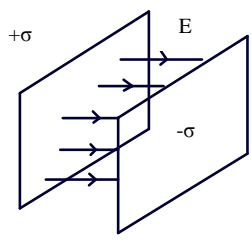
jadi, besarnya gaya listrik dapat juga ditulis:

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

Jika suatu titik daerah atau ruang dipengaruhi oleh beberapa medan listrik, maka Kuat medan listrik di daerah titik tersebut adalah jumlah dari kuat medan listrik yang dihasilkan oleh tiap muatan sumber pada titik tersebut.

$$E_{\text{total}} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 + \mathbf{E}_3 + \dots$$

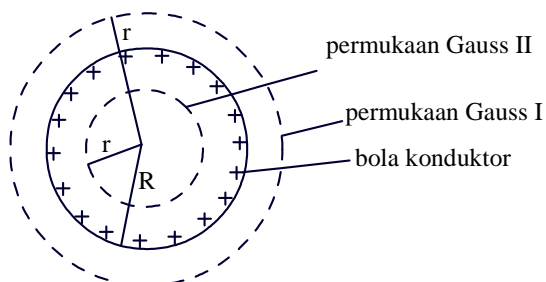
### Medan Listrik pada Dua Keping Sejajar



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \sigma = \frac{q}{A}$$

dimana  $\sigma = \text{rapat muatan (C/m}^2\text{)}$

### Medan Listrik pada Konduktor Bola Berongga



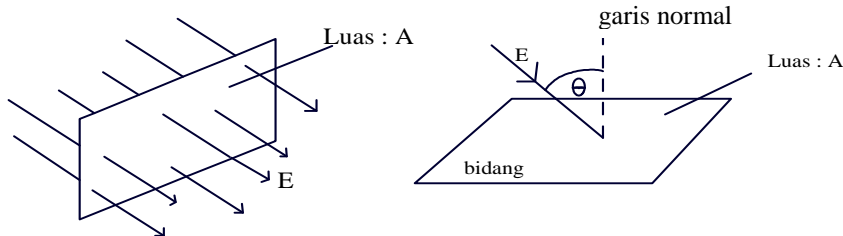
- Kuat medan di dalam bola ( $r < R$ )  
Adalah  $E = 0$
- Kuat medan pada kulit bola ( $R$ )  
$$E = k \frac{q}{R^2}$$
- Kuat medan listrik di luar bola ( $r > R$ )  
$$E = k \frac{q}{r^2}$$

### C. HUKUM GAUSS

Jika terdapat garis-garis gaya dari suatu medan listrik homogen yang menembus tegak lurus bidang seluas A (lihat gambar di bawah), maka fluks listrik ( $\Phi$ ) yang melalui bidang tersebut sama dengan :

$$\Phi = E \cdot A$$

Dengan  $\Phi$  = fluks listrik ( N/Cm<sup>2</sup> atau weber (Wb))



Persamaan fluks listrik untuk medan listrik yang menembus bidang tidak secara tegak lurus adalah :

$$\Phi = E \cdot A \cdot \cos \theta$$

Dengan

$\Phi$  = fluks listrik (Wb)

E = kuat medan listrik (N/C)

A = luas bidang yang ditembus medan listrik (m<sup>2</sup>)

$\theta$  = sudut antara E dan garis normal bidang

Hukum Gauss berbunyi :

‘Jumlah garis gaya dari suatu medan listrik yang menembus suatu permukaan tertutup sebanding dengan jumlah muatan listrik yang dilingkupi oleh permukaan tertutup itu’

Secara matematis, Hukum Gauss dinyatakan dengan rumus:

$$\Phi = E \cdot A \cdot \cos \theta = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Dengan :

Q = muatan pada permukaan tertutup

$\epsilon_0$  = permitivitas udara

### D. POTENSIAL LISTRIK DAN ENERGI POTENSIAL LISTRIK

#### 1. Potensial Listrik Oleh Muatan Titik

Sebuah titik yang terletak di dalam medan listrik akan memiliki potensial listrik. Potensial listrik yang dimiliki titik tersebut besarnya adalah :

$$V = k \frac{Q}{r}$$

Atau

$$V = E \cdot r$$

dengan V = potensial listrik ( volt )

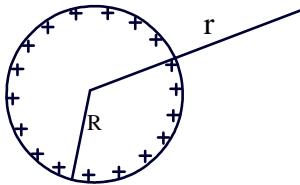


Potensial listrik merupakan besaran scalar, apabila terdapat beberapa muatan titik, maka potensial listrik pada sebuah titik merupakan jumlah aljabar potensialnya terhadap tiap-tiap muatan. Besarnya potensial di P :

$$V_p = k \sum \frac{Q}{r}$$

## 2. Potensial Listrik oleh Bola Konduktor Bermuatan

Potensial listrik di dalam bola konduktor di tiap titik adalah sama, bidang yang mempunyai potensial listrik yang sama disebut bidang *equipotensial*



1. Untuk  $r < R$  ( di dalam bola )

$$V = k \frac{Q}{R}$$

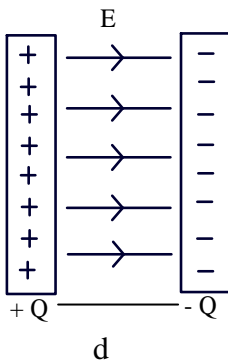
2. Untuk  $r = R$  ( dipermukaan bola )

$$V = k \frac{Q}{R}$$

3. Untuk  $r > R$  ( di luar bola )

$$V = k \frac{Q}{r}$$

## 3. Potensial Listrik pada Dua Keping Sejajar



$$V = E \cdot d$$

atau

$$V = \frac{Qd}{A\epsilon_o}$$

Dengan d = jarak antara dua keeping (m)

#### 4. Energi Potensial Listrik

Muatan  $Q$  akan memberikan potensial listrik terhadap  $q$  sebesar  $V$ , akibat potensial listrik tsb, maka  $q$  akan memberikan energi sebesar :

$E_p = q V$	Atau	$E_p = \frac{Qq}{r}$	dengan	$E_p = \text{energi potensial listrik ( Joule )}$
-------------	------	----------------------	--------	---

Apabila suatu muatan  $q$  dipindahkan dari titik (1) ke titik (2), maka usaha yang diperlukan adalah :

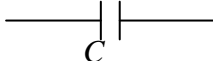
$\begin{aligned} W_{12} &= E_{p2} - E_{p1} \\ &= q V_2 - q V_1 \\ &= q ( V_2 - V_1 ) \\ W_{12} &= q \Delta V \end{aligned}$	$\begin{aligned} W_{12} &= \text{usaha yang diperlukan untuk memindahkan} \\ &\quad \text{muatan } q \text{ dari titik 1 ke titik 2} \\ \Delta V &= \text{beda potensial ( volt )} \end{aligned}$
---	---

#### E. KAPASITOR

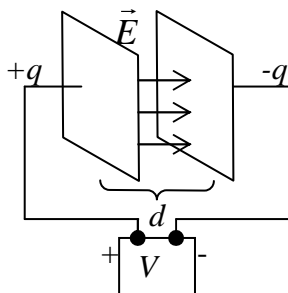
Kapasitor adalah peralatan listrik (komponen) elektronika yang digunakan untuk menyimpan energi listrik dalam waktu yang singkat untuk dibebaskan kembali dengan cepat. Biasanya berupa sepasang konduktor kembar yang dipisahkan oleh lapisan isolator (dielektrikum).

Jenis kapasitor antara lain : kapasitor kertas, kapasitor elektrolit, dan kapasitor variabel.

Kemampuan kapasitor dalam menyimpan energi disebut *kapasitas* atau *kapasitansi*, yang dinyatakan dalam Farad (F).

Simbol kapasitor : 

Pada gambar berikut, Sebuah kapasitor keping sejajar dihubungkan dengan sumber tegangan  $V$  :



Besarnya Kapasitas kapasitor adalah :

$$\boxed{C = \frac{\epsilon \cdot A}{d}} \quad \text{atau} \quad \boxed{C = \frac{q}{V}}$$

$C$  = kapasitas kapasitor (Farad atau f )

$q$  = muatan antara dua keping (C)

$V$  = beda potensial antara dua keping (volt)

$\epsilon$  = permitivitas dielektrikum bahan

$A$  = luas penampang keeping ( $\text{m}^2$ )

Pada keeping kapasitor juga berlaku:

$$\boxed{q \cdot E \cdot d = q \cdot V}$$

$d$  = jarak antara dua keping kapasitor (m)

$E$  = kuat medan listrik (N/C)

$q$  = besar muatan listrik pada keeping (C)

$V$  = beda potensial antar kedua keeping (Volt)

Energi dalam kapasitor merupakan energi potensial yang tersimpan di dalam medan listrik kapasitor.

$$\boxed{E_p = \frac{1}{2} \cdot q \cdot V} \quad \text{atau} \quad \boxed{E_p = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2} \quad \text{atau} \quad \boxed{E_p = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}}$$

$E_p$  = energi kapasitor (J)

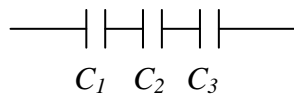
$q$  = muatan listrik kapasitor (C)

$V$  = beda potensial antara dua keping (v)

$C$  = besar kapasitas kapasitor (F)

Beberapa kapasitor dapat dihubungkan secara seri, paralel, dan kombinasi keduanya.

**Hubungan seri :**



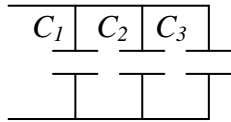
Berlaku:

$$q_1 = q_2 = q_3 = q_{gab}$$

$$V_{gab} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{1}{C_{gab}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$V_1 : V_2 : V_3 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3}$$

**Hubungan paralel :**

Berlaku:

$$q_{gab} = q_1 + q_2 + q_3$$

$$V_{gab} = V_1 = V_2 = V_3$$

$$C_{gab} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$q_1 : q_2 : q_3 = C_1 : C_2 : C_3$$

**SOAL – SOAL LATIHAN**

- Empat buah titik A, B, C, dan D bermuatan listrik. Titik A menolak titik B, titik B menarik titik C, dan titik C menolak titik D. jika muatan listrik D negative, maka muatan listrik yang lain berurutan-turut:
  - titik A positif, B positif, dan C negatif
  - titik A positif, B negatif, dan C negatif
  - titik A negatif, B positif, dan C positif
  - titik A negatif, B negatif, dan C negatif
  - titik A positif, B positif, dan C positif
- Rumus menentukan gaya listrik yang terjadi pada dua muatan yang sejenis jika muatan benda tersebut  $q_1$  dan  $q_2$  adalah ...
  - $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$
  - $F = k \frac{q}{r}$
  - $F = k \frac{q}{r^2}$
  - $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$
  - $F = \frac{q_1 \cdot q_2}{k \cdot r}$

3. Dua buah benda bermuatan listrik masing-masing  $9 \mu\text{C}$  dan  $10 \mu\text{C}$ . Jika kedua benda tersebut terpisah sejauh 3 m, berapa besar gaya tarik-menarik yang terjadi . . . (konstanta coulomb ( $k$ )  $= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$ )
- A.  $9 \times 10^{-1} \text{ N}$
  - B.  $9 \times 10^{-2} \text{ N}$
  - C.  $3 \times 10^{-1} \text{ N}$
  - D.  $3 \times 10^{-2} \text{ N}$
  - E.  $3 \times 10^{-3} \text{ N}$
4. Gaya tarik menarik antara dua buah benda bermuatan tertentu saat di udara adalah 900 N. jika kedua benda tersebut diletakkan di dalam bahan yang memiliki konstanta dielektrik 3, menjadi berapa gaya tarik-menarik yang terjadi?
- A. 300 N
  - B. 903 N
  - C. 2700 N
  - D. 0,003 N
  - E. 270 N
5. Alat yang dapat digunakan untuk mengetahui muatan listrik pada suatu benda adalah ...
- A. elektrooskop
  - B. amperemeter
  - C. stetoskop
  - D. voltmeter
  - E. multimeter
6. Suatu benda bermuatan listrik  $-9 \mu\text{C}$ . Jika konstanta coulomb  $9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$ , berapa besarnya medan listrik pada jarak 30 cm dari benda tersebut?
- A.  $9 \times 10^6 \text{ N/C}$
  - B.  $3 \times 10^6 \text{ N/C}$
  - C.  $18 \times 10^6 \text{ N/C}$
  - D.  $3 \times 10^5 \text{ N/C}$
  - E.  $9 \times 10^5 \text{ N/C}$
7. Titik A terletak pada jarak 1 m dari benda bermuatan listrik  $-5 \mu\text{C}$  dan 1 m dari benda bermuatan listrik  $10 \mu\text{C}$ . Berapa besarnya kuat medan listrik pada titik A ?
- A.  $15 \times 10^3 \text{ N/C}$
  - B.  $30 \times 10^3 \text{ N/C}$
  - C.  $45 \times 10^3 \text{ N/C}$

- D.  $30 \times 10^4 \text{ N/C}$   
 E.  $45 \times 10^4 \text{ N/C}$
8. Persamaan matematis hubungan antara medan listrik dengan gaya listrik yang benar adalah ...  
 A.  $F = E \cdot Q$   
 B.  $E = F \cdot Q$   
 C.  $F = \frac{E}{Q}$   
 D.  $F = E \cdot r$   
 E.  $F = \frac{E}{r}$
9. “Banyaknya garis medan listrik (fluks listrik) pada suatu permukaan tertutup sama dengan besarnya muatan listrik yang dilingkupi oleh permukaan tertutup tersebut dibagi dengan  $\epsilon_0$ ”. pernyataan tersebut merupakan ...  
 A. Isi hukum Khirchoff  
 B. Isi hukum Coulomb  
 C. Isi hukum Newton  
 D. Isi hukum Gauss  
 E. Isi hukum Ohm
10. Pernyataan yang tidak benar mengenai medan listrik yaitu ...  
 A. besarnya sebanding dengan besar muatan listrik  
 B. semakin jauh jaraknya dari sumber muatan listrik, semakin kecil medan listriknya  
 C. semakin dekat jaraknya dari sumber muatan listrik, semakin besar medan listriknya  
 D. dimiliki oleh semua benda  
 E. ada medan listrik positif dan ada juga medan listrik negatif
11. Persamaan matematis dari hukum gauss yang benar adalah ...  
 A.  $E \cdot A = K \frac{Q}{r^2}$   
 B.  $E \cdot A = K \frac{Q}{r}$   
 C.  $E \cdot A = Q \cdot \epsilon_0$   
 D.  $E = \frac{Q \cdot \epsilon_0}{A}$   
 E.  $E \cdot A = \frac{Q}{\epsilon_0}$
12. Rumus untuk menentukan potensial listrik yang benar adalah ...  
 A.  $V = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r}$   
 B.  $V = k \frac{Q}{r^2}$

C.  $V = k \frac{Q}{r}$

D.  $V = k \frac{Q^2}{r}$

E.  $V = k \frac{Q^2}{r^2}$

13. Suatu ruang memiliki potensial listrik sebesar  $V$ . jika pada ruang tersebut diletakkan sebuah partikel bermuatan listrik sebesar  $Q$ , maka besarnya energi potensial listrik yang dimiliki oleh partikel  $Q$  adalah ...

A.  $Ep = 2 \cdot V \cdot Q$

B.  $Ep = V \cdot Q$

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

D.  $Ep = \frac{Q}{V}$

E.  $Ep = V \cdot Q^2$

14. Dua partikel masing-masing  $q_1$  dan  $q_2$  yang tidak diketahui besar dan jenisnya, terpisah sejauh  $d$ . Antara kedua muatan itu dan pada garis penghubungnya terletak titik P dan berjarak  $\frac{2}{3}$  dari  $q_1$ . bila kuat medan dititik P sama dengan nol, maka:

A. muatan  $q_1$  dan  $q_2$  merupakan muatan-muatan yang tak sejenis

B. potensial dititik P yang disebabkan oleh  $q_1$  dan  $q_2$  sama

C. potensial dititik P sama dengan nol

D. besar muatan  $q_1 = 2$  kali besar muatan  $q_2$

E. besar muatan  $q_1 = 4$  kali besar muatan  $q_2$

15. Suatu benda berbentuk bola memiliki luas permukaan  $10 \text{ cm}^2$  dan bermuatan listrik sebesar  $8.85 \text{ } \mu\text{C}$ . Besarnya medan listrik pada permukaan benda tersebut adalah ... ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N m}^2$ )

A.  $1 \times 10^7 \text{ N/C}$

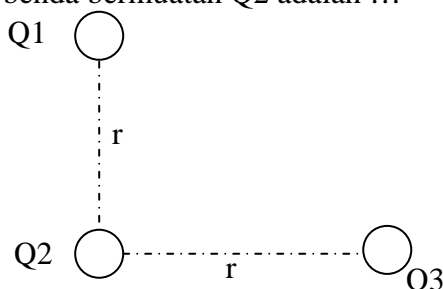
B.  $2 \times 10^7 \text{ N/C}$

C.  $3 \times 10^7 \text{ N/C}$

D.  $1 \times 10^6 \text{ N/C}$

E.  $2 \times 10^6 \text{ N/C}$

16. Pada gambar berikut  $Q_1 = Q_2 = 5 \text{ } \mu\text{C}$ , dan  $r = 1 \text{ m}$ . gaya yang dialami oleh benda bermuatan  $Q_2$  adalah ...



- A. 0,2 N
  - B.  $0,2 \sqrt{2}$  N
  - C. 0,225 N
  - D.  $0,125 \sqrt{2}$  N
  - E.  $0,225 \sqrt{2}$  N
17. Partikel proton memiliki energi potensial listrik 100 J, berpindah dari posisinya semula hingga mengalami perubahan energi potensial listrik menjadi 88 J. besarnya usaha yang dialami oleh partikel proton tersebut adalah ...
- A. 8800 Joule
  - B. 188 Joule
  - C. 12 Joule
  - D. 0,88 Joule
  - E. 12,5 Joule
18. Dua buah partikel bermuatan listrik masing-masing  $Q_1 = -4 \mu\text{C}$  dan  $Q_2 = 9 \mu\text{C}$  dan terpisah sejauh 1m. suatu titik mempunyai kuat medan listrik nol terletak pada ...
- A. 0,5 meter di sebelah kanan  $Q_1$
  - B. 0,5 meter di sebelah kanan  $Q_2$
  - C. 1 meter di sebelah kiri  $Q_1$
  - D. 2 meter di sebelah kanan  $Q_2$
  - E. 2,5 meter di sebelah kiri  $Q_1$
19. Sebuah benda bermuatan  $2 \mu\text{C}$ . Berapa besarnya potensial listrik pada jarak 5 cm dari benda tersebut?
- A.  $18 \times 10^4$  Volt
  - B.  $3 \times 10^5$  Volt
  - C.  $6 \times 10^5$  Volt
  - D.  $9 \times 10^5$  Volt
  - E.  $18 \times 10^5$  Volt
20. Pada jarak 10 cm dari suatu benda bermuatan listrik  $9 \mu\text{C}$  terdapat partikel bermuatan listrik  $4 \mu\text{C}$ . Berapa besarnya energi potensial yang dimiliki oleh partikel tersebut.?
- A. 3 Joule
  - B. 3,2 Joule
  - C. 3,24 Joule
  - D. 4 Joule
  - E. 4,25 Joule



21. Potensial listrik pada titik P adalah 180 kV. Jika pada titik P terdapat muatan listrik sebesar  $2 \mu\text{C}$ , berapa energi potensial listrik pada titik P ?

- A.  $3 \times 10^{-2}$  Joule
- B.  $9 \times 10^{-2}$  Joule
- C.  $36 \times 10^{-2}$  Joule
- D.  $9 \times 10^{-3}$  Joule
- E.  $36 \times 10^{-3}$  Joule

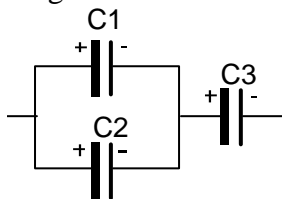
22. Pada benda bermuatan listrik, muatan terdistribusi pada bagian ....

- A. Bawah permukaan benda
- B. Atas permukaan benda
- C. Tengah benda
- D. Luar benda
- E. Seluruh bagian benda

23. Jika jarak suatu benda terhadap suatu muatan listrik dijauhkan menjadi 3 kali semula maka besarnya medan listrik menjadi ...

- A. tetap
- B.  $1/9$  kali
- C. 9 kali
- D.  $1/3$  kali
- E. 3 kali

24. Jika nilai  $C_1 = C_2 = C_3 = 3 \mu\text{C}$ , besarnya kapasitas gabungan dari rangkaian berikut adalah ...



- A. 0
- B.  $1 \mu\text{C}$
- C.  $2 \mu\text{C}$
- D.  $3 \mu\text{C}$
- E.  $4 \mu\text{C}$

25. Suatu kapasitor bermuatan listrik  $Q$  dan memiliki beda potensial  $V$ . besarnya kapasitas kapasitor tersebut adalah ...

- A.  $C = Q \cdot V$
- B.  $C = \frac{Q}{V}$
- C.  $C = \frac{V}{Q}$

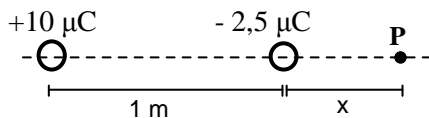
D.  $C = 2 \cdot Q \cdot V$

E.  $C = Q \cdot V^2$

26. Jelaskan perbedaan listrik statis dan listrik dinamis!

27. Dua buah benda bermuatan listrik masing-masing  $9 \mu\text{C}$  dan  $-10 \mu\text{C}$ . Jika kedua benda tersebut terpisah sejauh  $30 \text{ cm}$ , tentukan jenis gaya yang terjadi pada kedua benda tersebut dan berapa besarnya? (konstanta coulomb ( $k$ )  $= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$ )

28. Pada gambar berikut dua buah benda bermuatan  $+10 \mu\text{C}$  dan  $-2,5 \mu\text{C}$  terpisah sejauh  $1 \text{ m}$ . jika besarnya medan listrik pada titik P adalah nol, Berapa jarak  $x$  ?



29. Pada jarak  $5 \text{ cm}$  dari suatu benda bermuatan listrik terdapat potensial listrik sebesar  $1,8 \times 10^5$  volt. Berapa besarnya muatan listrik benda tersebut?

30. Suatu partikel bermuatan listrik  $1 \mu\text{C}$  terletak pada jarak  $30 \text{ cm}$  dari suatu benda bermuatan listrik  $30 \mu\text{C}$ . Berapa usaha yang dibutuhkan untuk memindahkan partikel hingga berjarak  $15 \text{ cm}$  dari benda bermuatan listrik tersebut?

[illegible]

## BAB 4

# LISTRIK ARUS SEARAH

### STANDAR KOMPETENSI

- Menerapkan konsep listrik arus searah

### KOMPETENSI DASAR

- Menguasai hukum kelistrikan arus searah
- Menguasai hubungan antara tegangan, hambatan, dan arus
- Menghitung daya dan energi listrik arus searah

## A. HUKUM KIRCHOFF

### 1. BESARAN LISTRIK

Besaran listrik yang akan kita bahas yaitu: arus listrik ( $i$ ), tegangan listrik ( $v$ ), dan hambatan listrik.

Hubungan ketiga besaran tersebut secara matematis yaitu:

$$R = \frac{V}{I}$$

$I$  : Arus listrik, satuannya amper, diukur dengan ampere meter

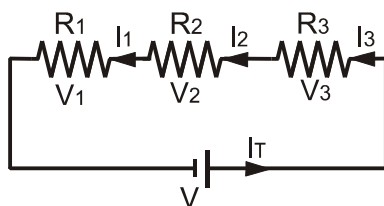
$V$  : Tegangan listrik, satuannya volt, diukur dengan volt meter

$R$  : Hambatan listrik, satuannya Ohm, diukur dengan ohm meter

Rumus diatas dikenal sebagai hukum ohm

### 2. RANGKAIAN LISTRIK

#### a. Rangkaian Seri



Pada rangkaian seri di atas, berlaku:

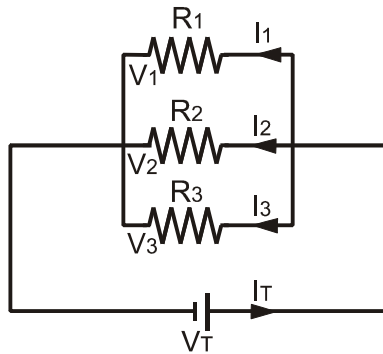
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

$R_T$  : besar hambatan total (ohm)  
 $V_T$  : besar tegangan total (volt)  
 $I_T$  : besar arus total (Ampere)  
 $R_1$  : besar hambatan pada  $R_1$  (ohm)  
 $R_2$  : besar hambatan pada  $R_2$  (ohm)  
 $R_3$  : besar hambatan pada  $R_3$  (ohm)  
 $I_1$  : besar arus pada  $R_1$  (Ampere)  
 $I_2$  : besar arus pada  $R_2$  (Ampere)  
 $I_3$  : besar arus pada  $R_3$  (Ampere)  
 $V_1$  : besar tegangan pada  $R_1$  (volt)  
 $V_2$  : besar tegangan pada  $R_2$  (volt)  
 $V_3$  : besar tegangan pada  $R_3$  (volt)

### b. Rangkaian Paralel



Pada rangkaian paralel di atas berlaku:

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\
 V_T &= V_1 = V_2 = V_3 \\
 I_T &= I_1 + I_2 + I_3
 \end{aligned}$$

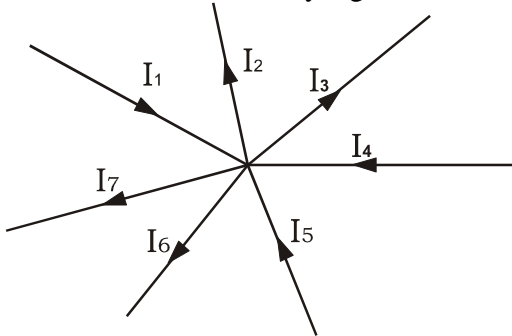
### 3. HUKUM KIRCHOFF 1

Hukum khirchoff1 adalah mengenai arus listrik dalam rangkaian.  
Menurut khirchoff, dalam suatu rangkaian listrik berlaku:

$$I_{in} = I_{out}$$

$I_{in}$  : Jumlah arus listrik yang masuk

$I_{out}$  : Jumlah arus listrik yang keluar



Jadi, pada rangkaian di atas berlaku:

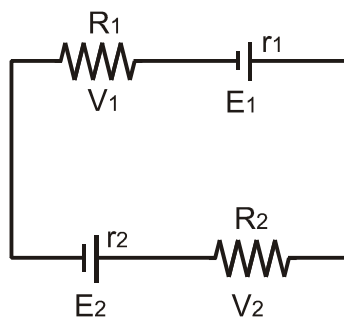
$$I_{in} = I_1 + I_4 + I_5$$

$$I_{out} = I_2 + I_3 + I_6 + I_7$$

$$I_{in} = I_{out}$$

$$I_1 + I_4 + I_5 = I_2 + I_3 + I_6 + I_7$$

### 4. HUKUM KIRCHOFF 2

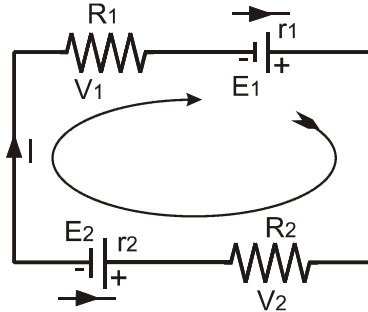


Hukum khirchoff 2 adalah mengenai tegangan listrik dalam suatu rangkaian tertutup.  
Menurut khirchoff, berlaku:

$$\sum E + \sum (I \cdot R) = 0$$

$\sum E$  : jumlah ggl dalam rangkaian

Cara menentukan besarnya arus listrik yang mengalir pada rangkaian di atas adalah sebagai berikut:



$$\sum E = E_1 - E_2$$

$E_1$  bernilai (+) karena arah arus yang dihasilkan searah dengan arah loop, sedangkan  $E_2$  bernilai (-) karena arah arus yang dihasilkan berlawanan arah dengan arah loop. (perhatikan gambar)

$$\sum I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot r_1 + I \cdot r_2 \quad \text{semua hambatan, } R \text{ dan } r \text{ bernilai positif, } I \text{ adalah arus yang mengalir, karena rangkaian seri (perhatikan gambar) maka nilai } I \text{ sama}$$

$$\begin{aligned} [\sum E] + [\sum (I \cdot R)] &= 0 \\ (E_1 - E_2) + (I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot r_1 + I \cdot r_2) &= 0 \\ (E_1 - E_2) + I \cdot (R_1 + R_2 + r_1 + r_2) &= 0 \\ (E_1 - E_2) &= -I \cdot (R_1 + R_2 + r_1 + r_2) \end{aligned}$$

$$I = -\frac{(E_1 - E_2)}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2}$$

Persamaan di atas dapat digunakan untuk menentukan besarnya arus listrik yang mengalir pada rangkaian. (jika arus tersebut bernilai negative berarti arah arus tersebut berlawanan dengan arah loop)

## B. HUKUM OHM

### 1. HAMBATAN LISTRIK

Besar hambatan listrik pada suatu penghantar dipengaruhi oleh jenis bahan dari penghantar tersebut. Besarnya hambatan listrik tersebut dapat dirumuskan:

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

R: hambatan listrik (ohm)

$\rho$ : hambatan jenis penghantar (Ohm / m)

L: panjang kawat (m)

A: luas penampang kawat penghantar (m<sup>2</sup>)

### 2. PENGARUH SUHU TERHADAP HAMBATAN JENIS

Besarnya hambatan listrik pada suatu bahan penghantar juga dipengaruhi oleh suhu bahan tersebut, persamaan matematisnya yaitu:

$$R = R_0 + \Delta R$$

$$\Delta R = R_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$R = R_0 + R_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$R_0$ : besar hambatan listrik semula

R : besar hambatan listrik setelah setelah suhunya berubah

$\Delta T$ : perubahan suhu

$\Delta R$ : perubahan besar hambatan listrik

## C. DAYA DAN ENERGI LISTRIK

### 1. DAYA LISTRIK

Daya listrik yaitu kemampuan suatu perangkat listrik untuk menerima dan memanfaatkan energi listrik. Besarnya daya listrik dapat ditentukan dengan persamaan:

$$P = V \cdot I$$

atau

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

atau

$$P = I^2 \cdot R$$

P: daya listrik (Watt)

V: tegangan listrik (Volt)

I: arus listrik (amper)

R: hambatan listrik (Ohm)



## 2. ENERGI LISTRIK

Energi listrik yaitu besarnya daya listrik yang dimanfaatkan dalam waktu tertentu, secara matematis dirumuskan:

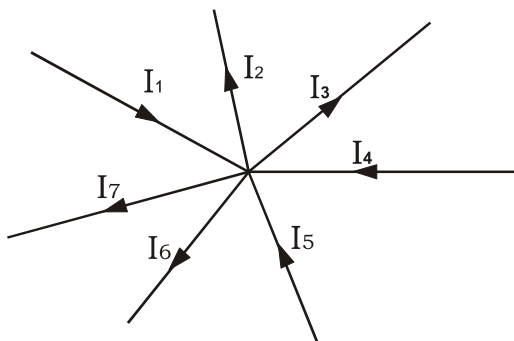
$$\boxed{P = \frac{V^2}{R} \cdot t} \quad \text{atau} \quad \boxed{P = I^2 \cdot R \cdot t} \quad \text{atau} \quad \boxed{P = V \cdot I \cdot t} \quad \text{atau} \quad \boxed{W = p \cdot t}$$

t: selang waktu

## SOAL – SOAL LATIHAN

- “besarnya jumlah arus yang masuk sama dengan besarnya jumlah arus yang keluar” merupakan . . . .
  - Hukum Ohm
  - Hukum Newton 1
  - Hukum Khirchoff 1
  - Hukum Faraday
  - Hukum Khirchoff 2
- $\sum E = \sum I \cdot R$ , merupakan perumusan dari . . . .
  - Hukum Ohm
  - Hukum Newton 1
  - Hukum Khirchoff 1
  - Hukum Faraday
  - Hukum Khirchoff 2

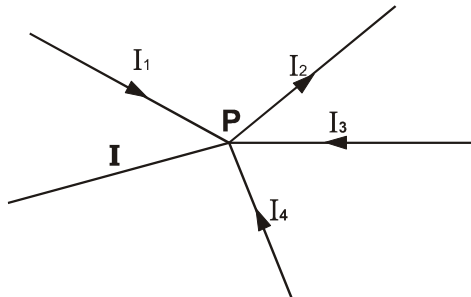
3.



Pada gambar diatas, berlaku . . .

- $I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5 + I_6 + I_7$
- $I_1 + I_4 + I_5 = I_2 + I_3 + I_6 + I_7$
- $I_1 + I_3 + I_5 + I_7 = I_2 + I_4 + I_6$
- $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I_5 + I_6 + I_7$
- $I_1 + I_5 + I_7 = I_2 + I_3 + I_4 + I_6$

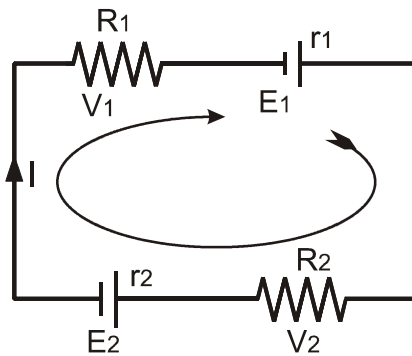
3. Perhatikan gambar berikut



Jika  $I_1 = 10$  A,  $I_2 = 13$  A,  $I_3 = 6$  A, dan  $I_4 = 2$  A, maka besar  $I$  adalah . . .

- 5 A masuk ke titik P
- 5 A keluar dari titik P
- 7 A masuk ke titik P
- 7 A keluar dari titik P
- 10 A masuk ke titik P

5.

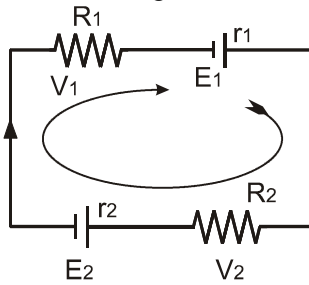


Pada gambar rangkaian di atas, berlaku rumus

. . . .

- $E_1 - E_2 = I \cdot (R_1 + r_1 + R_2 + r_2)$
- $E_1 + E_2 = I \cdot (R_1 + r_1 + R_2 + r_2)$
- $E_1 - E_2 = I \cdot (R_1 - r_1 + R_2 - r_2)$
- $E_1 + E_2 = I \cdot (R_1 - r_1 + R_2 - r_2)$
- $-E_1 + E_2 = I \cdot (R_1 + r_1 + R_2 + r_2)$

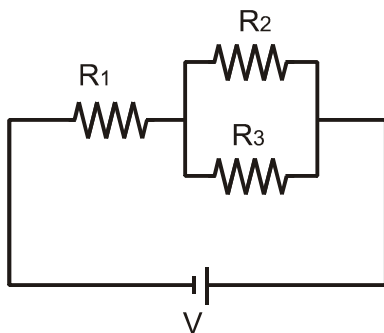
6. Perhatikan gambar berikut!



Jika  $R_1 = 3 \, \Omega$ ,  $R_2 = 5 \, \Omega$ ,  $r_1 = 1 \, \Omega$ ,  $r_2 = 1 \, \Omega$ ,  $E_1 = 10 \, \text{V}$ ,  $E_2 = 12 \, \text{V}$ , maka besarnya arus listrik yang mengalir pada rangkaian tersebut adalah . . .

- a.  $-2 \, \text{A}$
- b.  $2 \, \text{A}$
- c.  $0,2 \, \text{A}$
- d.  $-0,2 \, \text{A}$
- e.  $0,25 \, \text{A}$

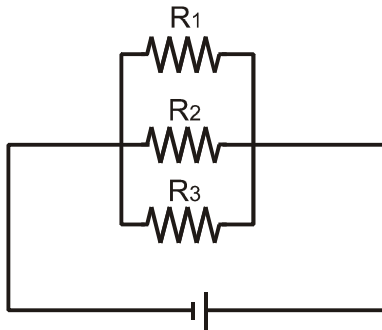
7.



Pada gambar rangkaian di atas, jika  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \, \Omega$ , maka besarnya hambatan total pada rangkaian tersebut adalah . . .

- a.  $30 \, \Omega$
- b.  $25 \, \Omega$
- c.  $20 \, \Omega$
- d.  $15 \, \Omega$
- e.  $10 \, \Omega$

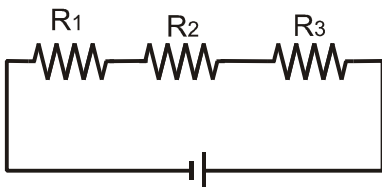
8.



Pada gambar rangkaian diatas, besarnya hambatan total ( $R_T$ ) dapat dihitung dengan rumus . . . .

- a.  $R_T = R_1 + R_2 + R_3$
- b.  $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3}$
- c.  $R_T = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
- d.  $\frac{1}{R_T} = R_1 + R_2 + R_3$
- e.  $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

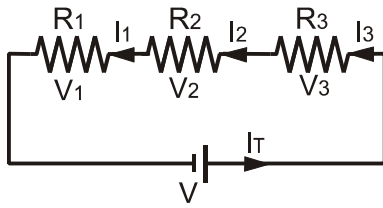
9.



Pada gambar rangkaian diatas, besarnya hambatan total ( $R_T$ ) dapat dihitung dengan rumus . . . .

- a.  $R_T = R_1 + R_2 + R_3$
- b.  $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3}$
- c.  $R_T = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
- d.  $\frac{1}{R_T} = R_1 + R_2 + R_3$
- e.  $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

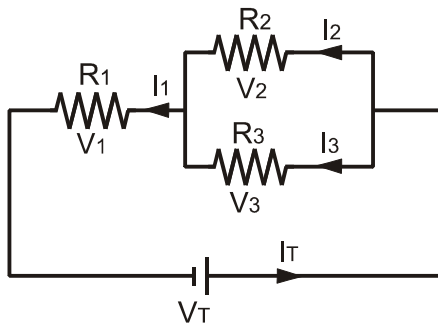
10.



Pada gambar rangkaian di atas, berlaku rumus . . . .

- $I_T = I_1 + I_2 + I_3$
- $V = V_1 + V_2 + V_3$
- $V = V_1 = V_2 = V_3$
- $\frac{1}{I_T} = \frac{1}{I_1} + \frac{1}{I_2} + \frac{1}{I_3}$
- $\frac{1}{V} = \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} + \frac{1}{V_3}$

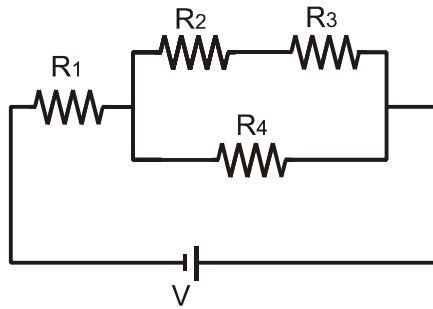
11.



Pada gambar rangkaian di atas, berlaku rumus . . . .

- $I_T = I_1 = I_2 + I_3$
- $V = V_1 = V_2 + V_3$
- $I_T = I_1 = I_2 = I_3$
- $I_T = I_1 + \frac{1}{I_2} + \frac{1}{I_3}$
- $V = V_1 + \frac{1}{V_2} + \frac{1}{V_3}$

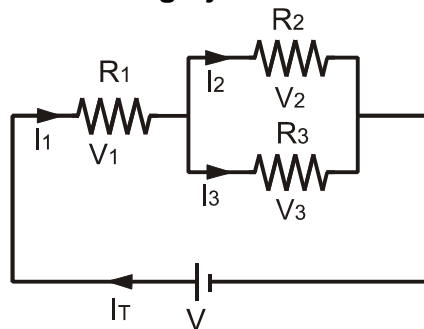
12.



Pada gambar rangkaian di atas, jika  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 6 \, \Omega$ , maka besarnya hambatan total pada rangkaian tersebut adalah . . .

- a.  $30 \, \Omega$
- b.  $25 \, \Omega$
- c.  $20 \, \Omega$
- d.  $15 \, \Omega$
- e.  $10 \, \Omega$

Untuk mengerjakan soal no 13 - 19 perhatikan gambar 1 berikut:



$$\begin{aligned} R_1 &= 16 \, \Omega, \\ R_2 &= 6 \, \Omega, \\ R_3 &= 12 \, \Omega, \\ V &= 40 \, \text{V} \end{aligned}$$

**Gambar 1**

13. Besarnya hambatan total ( $R_T$ ) pada rangkaian gambar 1 adalah . . .

- a.  $10 \, \Omega$
- b.  $15 \, \Omega$
- c.  $20 \, \Omega$
- d.  $25 \, \Omega$
- e.  $30 \, \Omega$

14. Besarnya arus total ( $I_T$ ) pada rangkaian gambar 1 adalah . . .

- a. 1 A
- b. 2 A
- c. 2.5 A
- d. 3 A
- e. 3.5 A

- 
15. Besarnya arus pada hambatan  $R_1$  ( $I_1$ ) pada rangkaian gambar 1 adalah . . .
- 1 A
  - 2 A
  - 2.5 A
  - 3 A
  - 3.5 A
16. Besarnya tegangan pada hambatan  $R_1$  ( $V_1$ ) pada rangkaian gambar 1 adalah . . .
- 32 V
  - 30 V
  - 16 V
  - 8 V
  - 4 V
17. Besarnya tegangan pada hambatan  $R_2$  dan  $R_3$  ( $V_2$  dan  $V_3$ ) pada rangkaian gambar 1 adalah . . .
- 32 V
  - 30 V
  - 16 V
  - 8 V
  - 4 V
18. Besarnya arus pada hambatan  $R_2$  ( $I_2$ ) pada rangkaian gambar 1 adalah . . .
- 1 A
  - $\frac{3}{4}$  A
  - $\frac{2}{3}$  A
  - $\frac{1}{3}$  A
  - $\frac{1}{4}$  A
19. Besarnya arus pada hambatan  $R_3$  ( $I_3$ ) pada rangkaian gambar 1 adalah . . .
- 1 A
  - $\frac{3}{4}$  A
  - $\frac{2}{3}$  A
  - $\frac{1}{3}$  A
  - $\frac{1}{4}$  A

20. Lampu 200 W / 220 V memiliki hambatan listrik sebesar . . .
- 11  $\Omega$
  - 22  $\Omega$
  - 110  $\Omega$
  - 121  $\Omega$
  - 242  $\Omega$
21. Sebuah lampu 200 W / 220 V dipasang pada sumber tegangan 110 V. besarnya daya yang digunakann oleh lampu tersebut adalah sebesar . .
- 22 W
  - 44 W
  - 50 W
  - 100 W
  - 400 W
22. Suatu radio dihubungkan dengan tegangan 220 V. jika arus yang mengalir pada radio tersebut 0.4 A, maka besarnya daya radio tersebut adalah . . .
- 440 W
  - 550 W
  - 88 W
  - 55 W
  - 44 W
23. Suatu perangkat elektronik memiliki hambatan listrik sebesar 1210 Ohm. Jika dihubungkan dengan sumber tegangan 220 V, besarnya daya yang dipakai perangkat tersebut adalah . . .
- 121 W
  - 100 W
  - 50 W
  - 40 W
  - 22 W
24. Energi listrik merupakan daya listrik  $\times$  waktu pemakaian listrik. Jika waktu dalam satuan detik, besarnya energi yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu sebesar 20 W selama 30 menit adalah . . .
- 60000 J
  - 42000 J
  - 36000 J
  - 6000 J
  - 3600 J



25. Teori yang tidak berhubungan dengan arus listrik adalah . . .

- a. Hukum Newton
- b. Hukum khirchoff 1
- c. Hukum khirchoff 2
- d. Hukum ampere
- e. Teori faraday

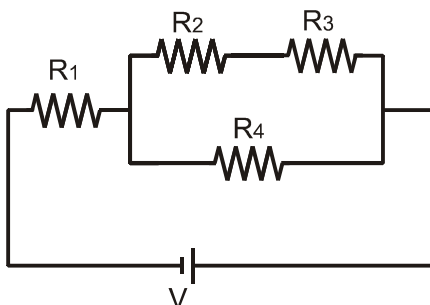
26. Sebuah rumah menggunakan 4 lampu 60 watt, 2 lampu 25 watt, masing-masing dinyalakan 5 jam/hari, dan sebuah TV 200 watt dinyalakan 4 jam/hari. Jika tariff listrik PLN Rp400,-/kWh, maka besar biaya rekening listrik selama 1 bulan (30 hari) adalah . . .

- a. Rp26.000,-
- b. Rp27.000,-
- c. Rp50.000,-
- d. Rp62.000,-
- e. Rp72.000,-

27. Pemakaian energi listrik sebesar 7.200.000 Joule, jika dalam satuan kWh besarnya adalah . . .

- a. 0.2 kWh
- b. 1.0 kWh
- c. 1.5 kWh
- d. 2.0 kWh
- e. 3.0 kWh

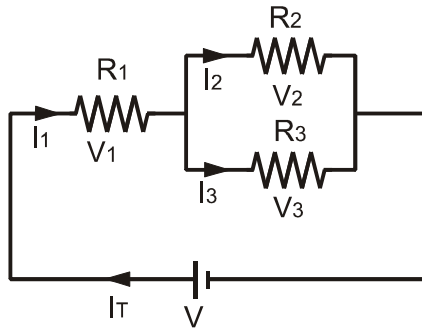
28.



Pada gambar rangkaian listrik di atas, pernyataan yang benar adalah . . .

- a.  $R_2$  dan  $R_3$  seri
- b.  $R_2$  dan  $R_3$  paralel
- c.  $R_1$ ,  $R_2$ , dan  $R_3$  seri
- d.  $R_1$ ,  $R_2$ , dan  $R_3$  paralel
- e.  $R_2$ ,  $R_3$ , dan  $R_4$  seri

29.



Pada gambar rangkaian listrik di atas, persamaan yang benar adalah . . .

- a.  $V = V_1 = V_2 = V_3$
- b.  $I_T = I_1 = I_2 = I_3$
- c.  $V = V_1 = V_2 + V_3$
- d.  $I_T = I_1 = I_2 + I_3$
- e.  $I_T = I_1 + I_2 + I_3$

30. Berikut ini adalah rumus untuk menentukan besar daya listrik (P) yang benar, kecuali . . .

- a.  $P = \frac{V^2}{R}$
- b.  $P = V^2 \cdot R$
- c.  $P = \frac{V}{R} \cdot V$
- d.  $P = I^2 \cdot R$
- e.  $P = V \cdot I$

[illegible]

## BAB 5

# ARUS BOLAK BALIK

### Standar Kompetensi:

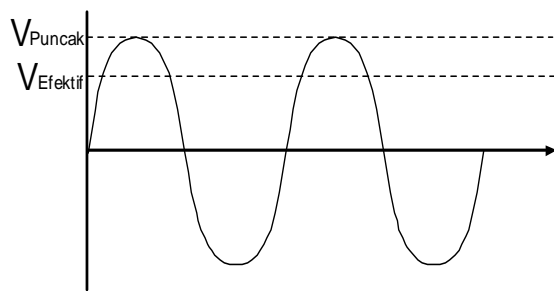
Menerapkan konsep listrik arus bolak-balik

### Kompetensi dasar:

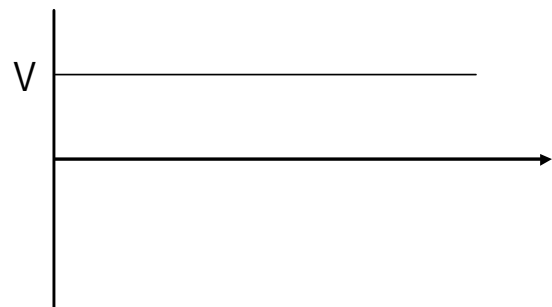
- Menguasai hukum kelistrikan arus bolak-balik
- Menguasai hubungan antara tegangan, impedensi, dan arus
- Menghitung daya dan energi listrik arus bolak-balik

## A. ARUS BOLAK-BALIK

Arus bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) sangat berbeda dengan arus searah. Besarnya tegangan arus searah atau *Direct Current* (DC) selalu tetap terhadap waktu, sedangkan besarnya tegangan AC selalu berubah terhadap waktu. Tegangan pada listrik arus bolak balik membentuk sinusoidal sedangkan tegangan pada listrik arus searah membentuk garis lurus...



Bentuk tegangan arus AC



Bentuk tegangan arus DC

Pada tegangan arus AC terdapat tegangan puncak dan tegangan efektif. Tegangan puncak yaitu tegangan maksimal dari listrik AC, sedangkan tegangan efektif yaitu tegangan yang terukur saat diukur dengan voltmeter. Hubungan matematis antara tegangan puncak atau tegangan max dengan tegangan efektif yaitu:

$$V_{\text{efektif}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot V_{\text{max}} \quad \text{dan} \quad V_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot V_{\text{efektif}}$$

### 1. Mengukur tegangan listrik AC

Alat yang digunakan untuk mengukur besaran pada arus bolak-balik secara lengkap adalah Oscilloscope. Oscilloscope dapat mengamati karakteristik arus bolak-balik secara jelas seperti tegangan puncak, frekuensi dan periode.

Namun untuk menentukan besarnya arus dan tegangan listrik AC, dapat digunakan amperemeter dan voltmeter AC.



## B. IMPEDANSI, TEGANGAN, DAN ARUS BOLAK-BALIK

Dalam rangkaian sederhana arus bolak-balik umumnya terdapat komponen Resistor, Induktor, dan Kapasitor. Pada masing-masing komponen tersebut bila dialiri arus listrik AC akan timbul impedansi, tegangan dan arus.

### 1. Impedansi

Impedansi yaitu hambatan atau reaktansi pada rangkaian arus bolak-balik. Hambatan pada resistor dinamakan reaktansi resistatif ( $X_R$ ), pada kapasitor dinamakan reaktansi kapasitif ( $X_C$ ), dan pada induktor dinamakan reaktansi induktif ( $X_L$ ). Besarnya masing masing hambatan tersebut adalah:

$$X_L = \omega \cdot L$$

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

$$X_R = R$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$X_L$  = reaktansi induktif ( $\Omega$ , ohm)

$X_C$  = reaktansi kapasitif ( $\Omega$ , ohm)

$X_R$  = reaktansi resistatif ( $\Omega$ , ohm)

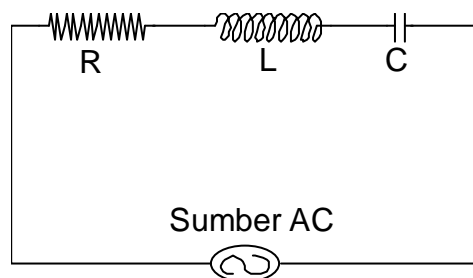
$L$  = induktor (H, Henry)

$C$  = kapasitor (F, Farad)

$R$  = resistor ( $\Omega$ , ohm)

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

$f$  = frekuensi (Hz)

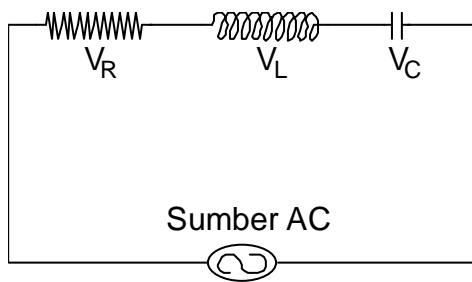


jika komponen tersebut dalam rangkaian seri seperti di atas, maka impedansinya adalah:

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

$Z$  = impedansi ( $\Omega$ , ohm)

## 2. Tegangan dan Arus Bolak-balik



Besarnya tegangan total pada rangkaian arus bolak-balik di atas yaitu:

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$V$  = tegangan total (volt)

$V_R$  = tegangan pada resistor (volt)

$V_L$  = tegangan pada induktor (volt)

$V_C$  = tegangan pada kapasitor (volt)

Rangkaian di atas merupakan rangkaian seri, sehingga besarnya arus yang mengalir pada rangkaian tersebut sama besar

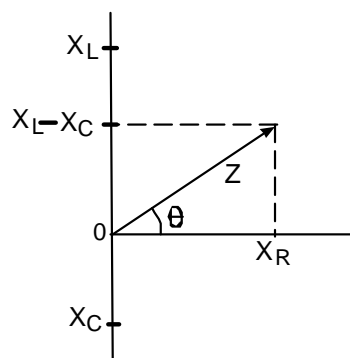
$$I = I_R = I_L = I_C$$

## 3. Hubungan Impedansi, Tegangan, dan Arus Bolak-balik

Secara matematis, hubungan hambatan, tegangan dan arus AC sama dengan pada arus DC. Berlaku hukum Ohm:

$$V = I \cdot Z \quad V_C = I \cdot X_C \quad V_L = I \cdot X_L \quad V_R = I \cdot X_R$$

### Diagram Phasor



Hubungan antara  $R$ ,  $L$ ,  $C$ , dan  $Z$  dapat dinyatakan dalam suatu diagram yang dinamakan **diagram phasor**. Hubungan  $X_R$ ,  $X_L$ , dan  $X_C$  digambarkan dalam suatu system sumbu koordinat seperti gambar di samping.

Dari diagram di atas, dapat diperoleh

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

$\theta$  = beda fase antara tegangan ( $V$ ) dan arus ( $I$ ) pada rangkaian listrik AC

**Resonansi**

Resonansi yaitu keadaan dimana  $X_L = X_C$ . Keadaan ini dapat terjadi pada frekuensi tertentu. Frekuensi saat terjadinya resonansi disebut **frekuensi resonansi** yang besarnya:

$$X_L = X_C$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{L \cdot C}}$$

$f_r$  = frekuensi resonansi (Hz)

**C. DAYA DAN ENERGI ARUS BOLAK-BALIK**

Besarnya daya pada arus bolak-balik (AC) secara matematis yaitu:

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

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

$$P = \frac{V_{ef}^2}{Z}$$

$$I_{ef} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot I_{max}$$

$$I_{ef} = \frac{V_{ef}}{Z} \cdot I_{max}$$

P = daya (watt)

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

$I_{max}$  = arus maksimum (ampere)

$V_{ef}$  = tegangan efektif (volt)

Besarnya energi yang dihasilkan oleh arus bolak-balik tiap waktu t adalah:

$$E = P \cdot t$$

E = energi listrik (joule)

t = selang waktu (sekon)

**SOAL – SOAL LATIHAN**

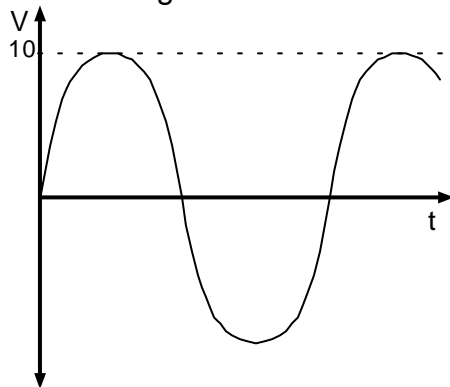
1. Tegangan listrik AC yang terukur oleh alat voltmeter adalah . . .

- a. Tegangan maksimum
- b. Tegangan positif
- c. Tegangan efektif
- d. Tegangan puncak
- e. Arus efektif

2. Jika tegangan maksimum suatu sumber listrik adalah 240 V, berapa besar tegangan efektifnya ?

- a. 120 V
- b.  $120\sqrt{2}$  V
- c. 240 V
- d.  $240\sqrt{2}$  V
- e.  $480\sqrt{2}$  V

3. Perhatikan gambar berikut



Angka 10 pada grafik adalah nilai . . .

- a. tegangan maksimum
- b. tegangan efektif
- c. tegangan rata-rata
- d. arus efektif
- e. arus maksimum

4. Hambatan listrik pada kapasitor dinamakan . . .

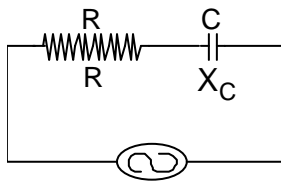
- a. impedansi
- b. resistansi
- c. reaktansi induktif
- d. reaktansi kapasitif
- e. resistor

5. Tanda  merupakan lambang dari . . .

- a. resistor
- b. kapasitor
- c. inductor
- d. diode
- e. sumber tegangan



6. Perhatikan gambar rangkaian berikut.



Pada gambar , jika hambatan pada resistor R adalah 30 ohm dan hambatan pada kapasitor C adalah 40 ohm, nilai impedansinya adalah .

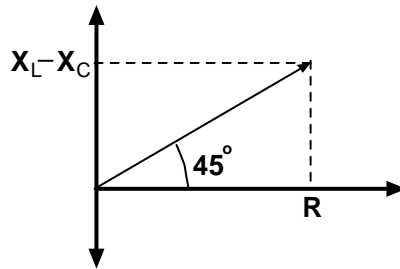
..

- a. 10 ohm
  - b. 20 ohm
  - c. 30 ohm
  - d. 40 ohm
  - e. 50 ohm
7. Besarnya hambatan kapasitor yang memiliki kapasitansi 10 mH jika di aliri listrik berfrekuensi 50 Hz adalah . . .
- a.  $\frac{7}{22}$  ohm
  - b.  $\frac{70}{22}$  ohm
  - c.  $\frac{7}{44}$  ohm
  - d.  $\frac{35}{22}$  ohm
  - e.  $\frac{7}{11}$  ohm
8. Nilai impedansi dari rangkaian listrik AC yang terdiri dari komponen R, L, C dihitung dengan rumus . . .

- a.  $z = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$
- b.  $z = \sqrt{R^2 + (X_L + X_C)^2}$
- c.  $z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
- d.  $z = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$
- e.  $z = \sqrt{R^2 - (X_L - X_C)^2}$

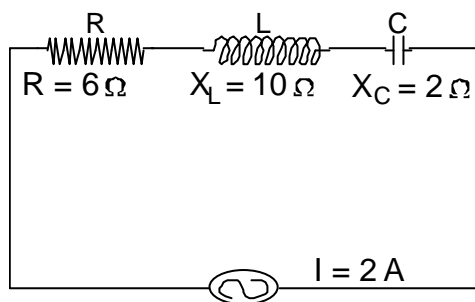
9. Saat beresonansi nilai impedansi sangat kecil (minimum). Pada saat tersebut .
- a.  $X_L = X_C$
  - b.  $X_L = 0$
  - c.  $X_C = 0$
  - d.  $R = 0$
  - e.  $R = X_L$
10. Besarnya hambatan inductor yang memiliki induktansi 20 mH jika dialiri listrik berfrekuensi 50 Hz adalah . . . . ( $\pi = \frac{22}{7}$ )
- a.  $\frac{22}{7}$  ohm
  - b.  $\frac{7}{22}$  ohm
  - c.  $\frac{7}{44}$  ohm
  - d.  $\frac{22}{7}$  ohm
  - e.  $\frac{11}{7}$  ohm
11. Lampu 20 watt jika dipasang pada listrik bertegangan 100 volt, akan dialiri arus listrik sebesar . . . .
- a. 0.1 A
  - b. 0.2 A
  - c. 0.3 A
  - d. 0.4 A
  - e. 0.5 A
12. Alat yang dapat digunakan untuk mengamati tegangan listrik AC secara jelas adalah . . . .
- a. voltmeter
  - b. amperemeter
  - c. oscilloscope
  - d. multimeter
  - e. elektroscop

13. Perhatikan gambar berikut. Jika nilai  $X_L - X_C$  adalah 100 ohm, nilai resistor R adalah . . . .



- a. 50 ohm
  - b. 60 ohm
  - c. 70 ohm
  - d. 80 ohm
  - e. 100 ohm
14. Rumus yang tepat untuk menentukan besarnya reaktansi kapasitif ( $X_C$ ) adalah . . . .
- a.  $2 \cdot \pi \cdot f \cdot C$
  - b.  $2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$
  - c.  $\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$
  - d.  $\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L}$
  - e.  $\frac{f \cdot L}{2 \cdot \pi}$
15. Ahmad membeli lampu neon dengan spesifikasi: 20 watt, 220 volt, 60 Hz. Jika lampu tersebut dipasang dan dihidupkan dengan listrik yang sesuai, besarnya arus listrik yang mengalirinya adalah . . .
- a. 20 A
  - b.  $\frac{1}{11}$  A
  - c. 11 A
  - d. 3 A
  - e.  $\frac{11}{3}$  A

16. Dalam suatu rangkaian listrik terpasang inductor yang hambatannya 10 ohm, kapasitor yang hambatannya 3 ohm dan resistor yang nilai hambatannya R. jika sudut fase rangkaian listrik tersebut  $30^\circ$ , berapa besar R ?
17. Jelaskan perbedaan arus bolak-balik dengan arus searah!
18. Suatu rangkaian listrik dialiri tegangan 220 V dan arus 4 A selama 100 detik. Berapa energi energi listrik yang terpakai oleh rangkaian listrik tersebut ?
19. Diketahui rangkaian listrik seperti berikut:



Hitunglah

- Impedansi
  - tegangan pada R
  - tegangan pada L
  - tegangan pada C
  - tegangan total
20. Dalam suatu rangkaian listrik AC terpasang secara seri komponen-komponen berikut:
- kapasitor berkapasitas  $2 \mu\text{F}$

- inductor berinduktansi 5 mH
- resistor yang hambatannya 10 ohm

Jika frekuensi listriknya 50 Hz, hitunglah

- a. reaktansi kapasitif
- b. reaktansi induktif

21. Suatu sumber listrik diketahui tegangan efektifnya 220 V dan arus maksimumnya 4 A. hitunglah

- a. tegangan maksimum
- b. arus efektif

[illegible]

**UJIAN AKHIR SEKOLAH  
TAHUN PELAJARAN 2011/2012**

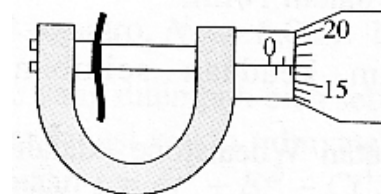
MATA PELAJARAN	: Fisika
KELAS/ PROG. KEAHLIAN	: XII / Semua Program
WAKTU	: 120 Menit

1. Besaran berikut yang merupakan turunan dari besaran pokok adalah . . .

- A. jumlah mol
- B. kuat arus
- C. luas
- D. massa
- E. panjang

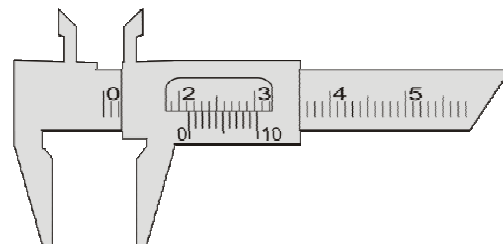
2. Perhatikan gambar hasil pengukuran mikrometer disamping.  
Nilai hasil pengukuran mikrometer tersebut adalah ...

- A. 1.67 mm
- B. 2.17 mm
- C. 2.67 mm
- D. 3.17 mm
- E. 3.67 mm



3. Gambar pengukuran jangka sorong di samping menunjukkan hasil pengukuran . . .

- A. 2.03 mm
- B. 2.13 mm
- C. 2.23 mm
- D. 2.33 mm
- E. 2.53 mm



4. Sebuah mobil melaju dengan kecepatan 80 km/jam. Berapa lama waktu yang dibutuhkan mobil tersebut untuk menempuh jarak 60 km?

- A.  $\frac{2}{3}$  jam
- B.  $\frac{3}{4}$  jam
- C.  $\frac{3}{5}$  jam
- D.  $\frac{5}{3}$  jam
- E. 2 jam

5. Sebuah benda massanya 3 kg digantung dengan seutas tali, maka besarnya gaya tegangan tali tersebut adalah ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ )

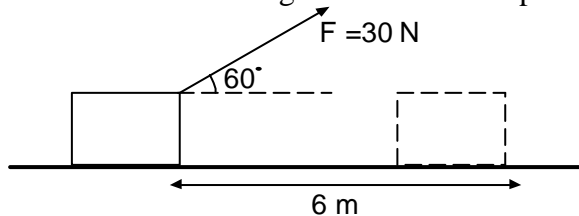
- A. 0 newton
- B. 9,8 newton

- C. 19,6 newton  
D. 29,4 newton  
E. 34,3 newton
6. Andi mengendarai motor dengan kecepatan 5 m/s. Setelah 8 s kecepatannya menjadi 45 m/s. Percepatan gerakannya adalah . . . .  
A.  $1 \text{ m/s}^2$   
B.  $2 \text{ m/s}^2$   
C.  $3 \text{ m/s}^2$   
D.  $4 \text{ m/s}^2$   
E.  $5 \text{ m/s}^2$
7. Sebuah motor dan pengendaranya bermassa 250 kg, melaju di sirkuit yang berbentuk melingkar dengan kecepatan 20 m/s. Jika jari-jari lintasan gerakannya adalah 5 m, besar percepatan sentripetal yang dialami adalah . . .  
A.  $20 \text{ m/s}^2$   
B.  $40 \text{ m/s}^2$   
C.  $80 \text{ m/s}^2$   
D.  $100 \text{ m/s}^2$   
E.  $120 \text{ m/s}^2$
8. Suatu mobil permukaan bannya memiliki koefisien gesek statis 0.5. Jika massa mobil tersebut 1000 kg dan percepatan gravitasi  $9.8 \text{ m/s}^2$ , besarnya gaya gesek yang dialami mobil terhadap jalan adalah . . . .  
A. 980 N  
B. 1960 N  
C. 2450 N  
D. 4900 N  
E. 9800 N
9. Sebuah motor balap melaju di sirkuit yang berbentuk melingkar dengan kecepatan 100 m/s. Jika jari-jari lintasan gerakannya adalah 20 m, besar kecepatan sudutnya adalah . . .  
A. 2000 rad/s  
B. 0,2 rad/s  
C. 5 rad/s  
D. 20 rad/s  
E. 8 rad/s
10. Besarnya momen inersia suatu benda berbentuk silinder pejal dengan massa M dan jari-jari R adalah . .  
A.  $M.R^2$   
B.  $\frac{1}{2} M.R^2$   
C.  $\frac{1}{3} M.R^2$   
D.  $\frac{2}{3} M.R^2$   
E.  $\frac{2}{5} M.R^2$



11. Sebuah bola menggelinding dengan kecepatan sudut  $2 \text{ rad/s}$ . Jika massa bola tersebut  $0,4 \text{ kg}$  dan jari-jarinya  $0,1 \text{ m}$ , besar kecepatan gerak linier bola adalah . . .
- A.  $0,2 \text{ m/s}$
  - B.  $0,4 \text{ m/s}$
  - C.  $0,8 \text{ m/s}$
  - D.  $20 \text{ m/s}$
  - E.  $40 \text{ m/s}$
12. Sepeda dan pengendaranya bermassa  $80 \text{ kg}$  melaju dengan kecepatan  $5 \text{ m/s}$ . Agar kecepatannya bertambah menjadi  $10 \text{ m/s}$ , diperlukan usaha sebesar . . .
- A.  $4000 \text{ joule}$
  - B.  $3500 \text{ joule}$
  - C.  $3000 \text{ joule}$
  - D.  $2000 \text{ joule}$
  - E.  $1600 \text{ joule}$
13. Sebuah batu jatuh ke air dari ketinggian  $80 \text{ m}$  di atas permukaan air. Jika massa batu tersebut  $0,3 \text{ kg}$  dan percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ , besar kecepatan gerak batu saat menyentuh permukaan air adalah . . .
- A.  $24 \text{ m/s}$
  - B.  $40 \text{ m/s}$
  - C.  $30 \text{ m/s}$
  - D.  $50 \text{ m/s}$
  - E.  $35 \text{ m/s}$

14. Sebuah kotak ditarik dengan arah tarikan seperti gambar berikut.

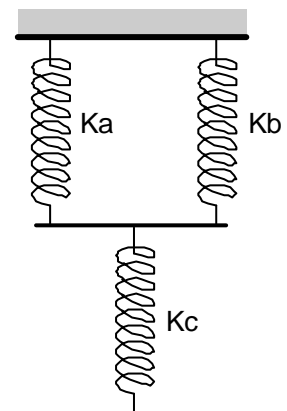


Jika kotak berpindah sejauh  $6 \text{ m}$ , besar usaha yang dilakukan untuk menarik kotak adalah . . .

- A.  $15 \text{ joule}$
  - B.  $30 \text{ joule}$
  - C.  $30\sqrt{3} \text{ joule}$
  - D.  $90 \text{ joule}$
  - E.  $90\sqrt{3} \text{ joule}$
15. Suatu benda membentur dinding dengan kecepatan  $10 \text{ m/s}$ . Jika benda tersebut dipantulkan oleh dinding tersebut dan kemudian bergerak dengan kecepatan  $9 \text{ m/s}$ , maka jenis tumbukan yang terjadi disebut . . .
- A. tumbukan lenting sempurna
  - B. tumbukan tidak lenting
  - C. tumbukan lenting sebagian
  - D. tumbukan bersama
  - E. tumbukan dua benda

16. Sebuah mobil bermassa  $m$  kg menabrak suatu benda hingga kecepatan gerak mobil berkurang dari  $3v$  m/s menjadi  $v$  m/s. Jika peristiwa tabrakan tersebut terjadi dalam waktu  $t$  s, besarnya gaya yang diterima mobil oleh benda tersebut adalah . . .
- $F = 2.m.v.t$
  - $F = \frac{2.m.v}{t}$
  - $F = \frac{3.m.v}{t}$
  - $F = 3.m.v.t$
  - $F = \frac{m.v}{2.t}$
17. Sebuah truk menabrak mobil yang sedang dipakir di jalan. Kecepatan gerak truk sesaat sebelum menabrak 60 m/s dan massanya 4000 kg. Jika massa mobil 1000 kg dan setelah ditabrak, mobil tersebut terseret bersama truk, kecepatan gerak truk dan mobil tersebut adalah . . .
- 24 m/s
  - 40 m/s
  - 48 m/s
  - 50 m/s
  - 10 m/s
18. Suatu bahan ditarik hingga mengalami tegangan sebesar  $10^6$  Pa. Jika regangannya  $2 \times 10^{-2}$ , besar modulus elastisitas bahan tersebut adalah . . .
- $5 \times 10^7$  Pa
  - $4 \times 10^7$  Pa
  - $3 \times 10^7$  Pa
  - $2 \times 10^7$  Pa
  - $1 \times 10^7$  Pa

19. Tiga buah pegas tersusun seperti pada gambar di samping. Jika nilai  $K_a = K_b = K_c = 600$  N/m, besar konstanta gabungan pegas di samping adalah . . . .
- 1000 N/m
  - 800 N/m
  - 600 N/m
  - 400 N/m
  - 200 N/m



20. Suatu benda luas penampangnya  $1 \text{ cm}^2$ , panjangnya 5 m dan modulus elastisitasnya  $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ . Jika ditarik dengan gaya 100 N, pertambahan panjang benda tersebut adalah . . .
- $2.0 \times 10^{-5} \text{ m}$
  - $2.5 \times 10^{-5} \text{ m}$
  - $2.0 \times 10^{-4} \text{ m}$

- D.  $2.5 \times 10^{-4}$  m  
E.  $3.0 \times 10^{-4}$  m
21. Saat kita menyentuh benda dan terasa panas, yang terjadi yaitu . . .  
A. kalor pada benda berpindah ke tubuh kita  
B. kalor pada tubuh kita berpindah ke benda  
C. benda kekurangan kalor  
D. tubuh kita kekurangan kalor  
E. suhu tubuh kita lebih tinggi dari suhu benda
22. semakin besar kalor jenis suatu zat, maka . . .  
A. suhunya makin mudah dinaikkan  
B. suhunya makin sulit dinaikkan  
C. semakin mudah melebur  
D. semakin sulit melebur  
E. warna zat makin gelap
23. setengah kilogram es dipanaskan hingga mencair. Jika koefisien kalor lebur es 80 kal/gr, berapa besar kalor yang melebur es tersebut?  
A. 40 kalori  
B. 80 kalori  
C. 12.000 kalori  
D. 20.000 kalori  
E. 40.000 Kalori
24. 200 gram air dipanaskan hingga mendidih (suhu  $100^\circ\text{C}$ ). jika suhu air tersebut mula-mula  $25^\circ\text{C}$ , dan kalor jenis air  $4200 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$ , besarnya kalor yang memanaskan air tersebut adalah . . .  
A. 63.000 J  
B. 84.000 J  
C. 75.000 J  
D. 150.000 J  
E. 250.000 J
25. 75 gram air yang suhunya  $0^\circ\text{C}$  dicampur dengan 50 gram air bersuhu  $100^\circ\text{C}$ , maka suhu akhir campurannya adalah ...  
A.  $80^\circ\text{C}$   
B.  $70^\circ\text{C}$   
C.  $60^\circ\text{C}$   
D.  $50^\circ\text{C}$   
E.  $40^\circ\text{C}$
26. Sebuah plat seluas  $0.5 \text{ m}^2$  tergeletak di dasar kolam yang luasnya  $25 \text{ m}^2$  dan kedalamannya 2 m. jika massa jenis air kolam tersebut  $1000 \text{ kg/m}^3$ , besarnya tekanan dan gaya yang diterima oleh plat tersebut adalah . . . ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )  
A. 10000 Pa dan 20000 N  
B. 10000 Pa dan 500 N  
C. 20000 Pa dan 10000 N  
D. 5000 Pa dan 10000 N

- E. 2500 Pa dan 5000 N
27. Pada suatu pipa yang luas penampangnya  $A$  mengalir air dengan kecepatan  $v$ . Volume air yang mengalir selama  $t$  detik adalah . . .
- A.  $V = \frac{A \cdot v}{t}$
- B.  $V = \frac{A \cdot v}{2 \cdot t}$
- C.  $V = \frac{v \cdot t}{A}$
- D.  $V = \frac{A \cdot t}{v}$
- E.  $V = A \cdot v \cdot t$
28. Sebuah benda volumenya  $0.02 \text{ m}^3$ . saat di udara beratnya 500 N. Jika berada di dalam zat cair yang massa jenisnya  $1000 \text{ kg/m}^3$ , beratnya menjadi . . . . ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
- A. 50 N
- B. 100 N
- C. 200 N
- D. 300 N
- E. 400 N
29. Pada suatu pipa yang luas penampangnya  $6 \text{ cm}^2$  mengalir air dengan kecepatan  $2 \text{ m/s}$ . jika saluran pipa tersebut menyempit dengan luas penampang  $3 \text{ cm}^2$ , besarnya kecepatan aliran air pada penampang sempit tersebut adalah . . .
- A.  $2 \text{ m/s}$
- B.  $4 \text{ m/s}$
- C.  $5 \text{ m/s}$
- D.  $6 \text{ m/s}$
- E.  $8 \text{ m/s}$
30. Suatu gas dalam ruang tertutup dengan volume  $V$ , tekanan  $P$  dan suhu  $T$ . jika tekanan gas ditambah menjadi  $2P$  dan volume gas tetap, besar suhu gas dalam ruang tersebut adalah . . .
- A.  $2 + T$
- B.  $2T$
- C.  $\frac{1}{2} T$
- D.  $\frac{2}{T}$
- E.  $\frac{1}{2 \cdot T}$
31. Suatu piston terhubung dengan sebuah tabung yang volumenya  $0.1 \text{ m}^3$ . setelah mengalami pemanasan, ternyata volume tabung memuai menjadi  $0.3 \text{ m}^3$ . jika pada proses tersebut tekanan gas dalam tabung tidak berubah, yaitu sebesar  $8 \times 10^5 \text{ Pa}$ , besarnya usaha yang dihasilkan oleh piston tersebut adalah . . .
- A.  $2,4 \times 10^6 \text{ Joule}$

- B.  $8 \times 10^4$  Joule  
C.  $2,4 \times 10^5$  Joule  
D.  $3,2 \times 10^5$  Joule  
E.  $1,6 \times 10^5$  Joule
32. Yang termasuk gelombang longitudinal yaitu . . .  
A. bunyi  
B. ombak air laut  
C. gelombang radio  
D. gelombang pada tali  
E. cahaya
33. Definisi periode suatu getaran yang benar adalah . . .  
A. banyaknya getaran tiap satuan waktu  
B. simpangan getaran paling besar  
C. waktu lamanya proses bergetar  
D. banyaknya getaran yang terjadi dalam rentang waktu tertentu  
E. waktu untuk melakukan satu getaran
34. sebuah bandul berayun 6000 kali tiap 2 menit. Besar frekuensi dan periode bandul tersebut adalah . . .  
A. 50 Hz dan  $\frac{1}{50}$  s  
B.  $\frac{1}{50}$  Hz dan 50 s  
C. 30 Hz dan  $\frac{1}{30}$  s  
D.  $\frac{1}{30}$  Hz dan 30 s  
E. 12 Hz dan  $\frac{1}{12}$  s
35. Sebuah kawat penghantar sepanjang 4 cm dialiri arus 5 A. jika kawat tersebut berada dalam medan magnet sebesar  $2 \times 10^{-4}$  T yang arahnya tegak lurus terhadap panjang kawat, besarnya gaya magnetik yang timbul pada kawat adalah . . .  
A.  $4 \times 10^{-5}$  N  
B.  $5 \times 10^{-5}$  N  
C.  $6 \times 10^{-5}$  N  
D.  $7 \times 10^{-5}$  N  
E.  $2 \times 10^{-4}$  N
36. Urutan gelombang-gelombang elektromagnetik dari panjang gelombang kecil kepanjang gelombang yang besar adalah....  
A. x-ray, cahaya, mikro, ultra-violet.  
B. cahaya, radar, ultra-violet, x-ray.  
C. x-ray, ultra-violet, cahaya, mikro.  
D. mikro, cahaya, x-ray, ultra-violet.  
E. cahaya, x-ray, ultra-violet, mikro

37. Peralatan berikut yang memanfaatkan sifat magnet adalah . . .

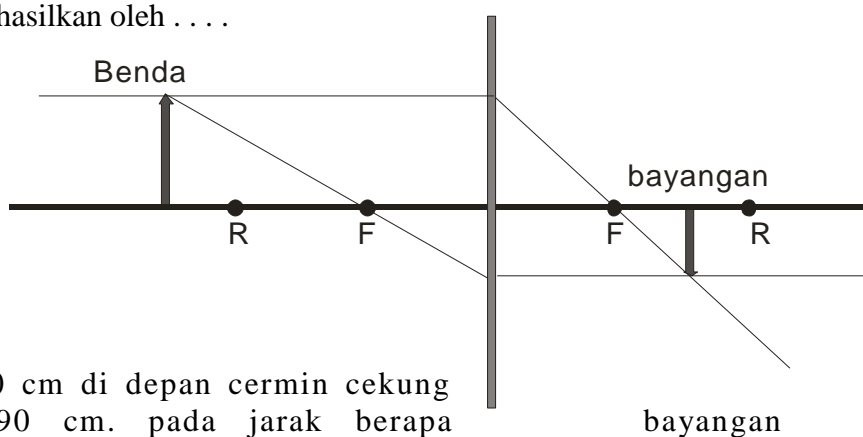
- A. lampu listrik
- B. setrika listrik
- C. adaptor
- D. monitor komputer
- E. speaker

38. Salah satu manfaat gelombang mikro adalah....

- A. Digunakan untuk rontgen
- B. Digunakan untuk RADAR
- C. Digunakan untuk meneliti struktur kristal
- D. Digunakan untuk mempelajari struktur molekul
- E. Digunakan untuk membunuh sel kanker

39. Proyeksi bayangan berikut dihasilkan oleh . . . .

- A. cermin cekung
- B. cermin cembung
- C. lensa cekung
- D. lensa cembung
- E. lensa negatif



40. sebuah benda terletak 60 cm di depan cermin cekung yang jarak fokusnya 90 cm. pada jarak berapa benda tersebut akan terbentuk?

- A. 180 cm di belakang cermin
- B. 90 cm di belakang cermin
- C. 60 cm di depan cermin
- D. 90 cm di depan cermin
- E. 180 cm di depan cermin

41. Budi menggunakan lensa kacamata yang jarak fokusnya – 55 cm. suatu benda yang jaraknya 550 cm di depan Budi akan terlihat seolah-olah sejauh berapa cm di depan Budi?

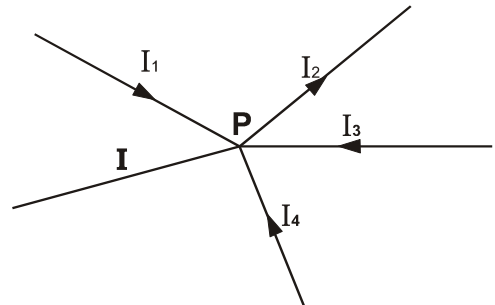
- A. 11 cm
- B. 50 cm
- C. 55 cm
- D. 150 cm
- E. 155 cm

42. Udin hanya mampu melihat benda paling jauh dengan jelas 5 m di depan matanya. Agar dapat melihat benda jauh dengan nyaman seperti orang normal, Udin harus menggunakan kacamata berkekuatan . . .

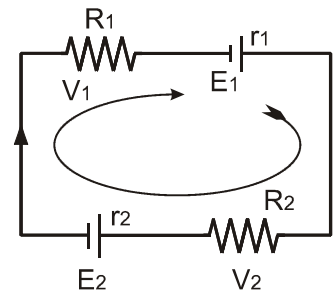
- A. - 0.1 Dioptri
- B. - 0.2 Dioptri
- C. - 0.5 Dioptri
- D. + 0.2 Dioptri
- E. + 0.5 Dioptri

43. Empat buah benda titik A, B, C, dan D bermuatan listrik. Titik A menarik titik B, titik B menarik titik C, dan titik C menolak titik D. jika muatan listrik D negatif, maka muatan listrik yang lain berurut-turut:
- titik A negatif, B positif, dan C negatif
  - titik A positif, B negatif, dan C negatif
  - titik A negatif, B positif, dan C positif
  - titik A negatif, B negatif, dan C negatif
  - titik A positif, B positif, dan C positif
44. Suatu benda bermuatan listrik  $-9 \mu\text{C}$ . Jika konstanta coulomb  $9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$ , berapa besarnya medan listrik pada jarak 30 cm dari benda tersebut?
- $3 \times 10^5 \text{ N/C}$
  - $3 \times 10^6 \text{ N/C}$
  - $9 \times 10^5 \text{ N/C}$
  - $9 \times 10^6 \text{ N/C}$
  - $18 \times 10^6 \text{ N/C}$
45. Dua buah benda bermuatan listrik masing-masing  $9 \mu\text{C}$  dan  $10 \mu\text{C}$ . Jika kedua benda tersebut terpisah sejauh 3 m, berapa besar gaya tarik-menarik yang terjadi . . . (konstanta coulomb ( $k$ ) =  $9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$ )
- $9 \times 10^{-1} \text{ N}$
  - $9 \times 10^{-2} \text{ N}$
  - $3 \times 10^{-1} \text{ N}$
  - $3 \times 10^{-2} \text{ N}$
  - $3 \times 10^{-3} \text{ N}$

46. Perhatikan gambar di samping.  
Jika  $I_1 = 10 \text{ A}$ ,  $I_2 = 13 \text{ A}$ ,  $I_3 = 6 \text{ A}$ , dan  $I_4 = 2 \text{ A}$ , maka besar  $I$  adalah . . .
- 5 A masuk ke titik P
  - 5 A keluar dari titik P
  - 7 A masuk ke titik P
  - 7 A keluar dari titik P
  - 10 A masuk ke titik P



47. Perhatikan gambar di samping!  
Jika  $R_1 = 3 \Omega$ ,  $R_2 = 5 \Omega$ ,  $r_1 = 1 \Omega$ ,  $r_2 = 1 \Omega$ ,  $E_1 = 10 \text{ V}$ ,  $E_2 = 12 \text{ V}$ , maka besarnya arus listrik yang mengalir pada rangkaian tersebut adalah . . .
- $-2 \text{ A}$
  - $2 \text{ A}$
  - $0,2 \text{ A}$
  - $-0,2 \text{ A}$
  - $0,25 \text{ A}$

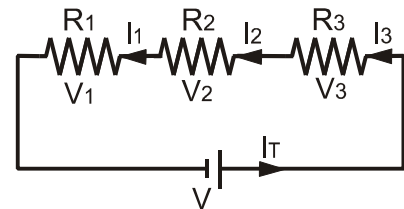


48. Sebuah lampu dihubungkan dengan tegangan listrik sebesar 220 V. Jika arus listrik yang mengalir pada lampu tersebut 0.2 A, besar hambatan listrik yang dimiliki lampu adalah . .

- A. 1.1 k $\Omega$
- B. 2.2 k $\Omega$
- C. 3.3 k $\Omega$
- D. 4.4 k $\Omega$
- E. 5.5 k $\Omega$

49. Pada gambar di samping, jika  $R_1$ : 3  $\Omega$ ,  $R_2$ : 4  $\Omega$ ,  $R_3$ : 5  $\Omega$ , dan  $V$ : 42 V, besarnya arus  $I_2$  adalah . .

- A. 2.0 A
- B. 2.5 A
- C. 3.0 A
- D. 3.5 A
- E. 4.0 A



50. Sebuah rumah menggunakan 4 lampu 60 watt, 2 lampu 25 watt, masing-masing dinyalakan 5 jam/hari, dan sebuah TV 200 watt dinyalakan 4 jam/hari. Jika tariff listrik PLN Rp400,-/kWh, maka besar biaya rekening listrik selama 1 bulan (30 hari) adalah . .

- A. Rp26.000,-
- B. Rp27.000,-
- C. Rp50.000,-
- D. Rp62.000,-
- E. Rp72.000,-



## DAFTAR PUSTAKA

- ✓ Endarko, 2008, Fisika Untuk Sekolah Menengah Kejuruan Teknologi Jilid 2 (BSE), jakarta: Direktorat Pembinaan SMK
- ✓ Endarko, 2008, Fisika Untuk Sekolah Menengah Kejuruan Teknologi Jilid 3 (BSE), jakarta: Direktorat Pembinaan SMK
- ✓ M. Suratman, 2007, Memahami Fisika SMK 2. Jakarta: penerbit ARMICO
- ✓ M. Suratman, 2007, Memahami Fisika SMK 3. Jakarta: penerbit ARMICO
- ✓ Marthen Kanginan, 2007, Fisika Untuk SMA Kelas XI, Jakarta: penerbit ERLANGGA
- ✓ Marthen Kanginan, 2007, Fisika Untuk SMA Kelas XII, Jakarta: penerbit ERLANGGA