

**MATERI PROGRAM PEMBEKALAN
FISIKA DASAR**



**DISUSUN OLEH
TIM PROGRAM PEMBEKALAN FISIKA DASAR**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
2017**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat serta Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Modul Program Pembekalan Fisika Dasar ini tepat pada waktunya.

Modul Program Pembekalan Fisika Dasar ini berisikan materi-materi tentang dasar fisika dasar yang akan sangat membantu mahasiswa dalam menempuh perkuliahan di Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

Bahan-bahan penyusun Modul Program Pembekalan Fisika Dasar ini penulis peroleh dari beberapa referensi buku tentang Fisika Dasar. Penulis menyadari bahwa modul ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi sempurnanya modul ini di masa yang akan datang.

Yogyakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
BAB I BESARAN DAN SATUAN	
A. Pengukuran Besaran Fisika	2
B. Penjumlahan Vektor	6
BAB II KINEMATIKA DAN DINAMIKA BENDA TITIK	
A. Gerak Pada Lintasan Lurus	13
B. Gerak Pada Lintasan Melingkar	20
C. Hukum-Hukum Newton	23
BAB III USAHA DAN ENERGI	
A. Usaha.....	34
B. Energi	36
C. Energi Kinetik	36
D. Energi Potensial.....	38
E. Energi Mekanik	39
F. Daya	42
BAB IV LISTRIK	
A. Listrik Statis	49
B. Elemen Dan Arus Listrik.....	52
C. Rangkaian Listrik	53
D. Daya Dan Energi Listrik	62
E. Elektro Magnetik	64
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.3** Penjumlahan dua buah vektor A dan B dengan metode grafis (poligon)
- Gambar 1.4** Penjumlahan empat buah vektor A, B, C dan D secara grafis (metode poligon) $V_R = A + B + C + D_s$
- Gambar 1.5** Penjumlahan dua buah vektor A dan B dengan metode jajar genjang.
- Gambar 1.6** Penjumlahan dua vektor A dan B menjadi vektor C.
- Gambar 1.7** Penjumlahan dua vektor yang saling tegak lurus.
- Gambar 2.1** Grafik mengenai kecepatan.
- Gambar 2.2** Grafik GLBB Dipercepat
- Gambar 2.3** Grafik GLBB Diperlambat
- Gambar 2.5** Gerak Parabola
- Gambar 2.6** Hubungan Roda-Roda
- Gambar 2.7** Gerak Benda pada Bidang Licin
- Gambar 3.1** Arah gaya yang diberikan pada balok searah dengan perpindahannya
- Gambar 4.1** Struktur Atom
- Gambar 4.2** (a) Atom bermuatan netral, (b) Atom bermuatan negatif, (c) Atom bermuatan positif
- Gambar 4.3** Garis-Garis Gaya Listrik
- Gambar 4.4** Simbol hambatan dalam diagram rangkaian listrik, beserta simbol-simbol yang lain
- Gambar 4.5** Rangkaian Seri
- Gambar 4.6** Rangkaian Paralel
- Gambar 4.7** Arus yang Masuk Cabang Sama dengan Arus yang Keluar
- Gambar 4.8** Kaidah Tangan Kanan
- Gambar 4.9** Bagan transformator. (a) Transformator *step up* menaikkan tegangan, (b) Transformator *step down* menurunkan tegangan.

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Besaran Pokok

Tabel 1.2 Besaran Turunan

Tabel 2.4 Gerak Vertikal

**MATERI PROGRAM PEMBEKALAN
FISIKA DASAR
BAB I
BESARAN DAN SATUAN**



**DISUSUN OLEH
TIM PROGRAM PEMBEKALAN FISIKA DASAR**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA**

2017

BAB I

BESARAN DAN SATUAN

A. Pengukuran Besaran Fisika

Besaran adalah segala sesuatu yang dapat diukur atau dihitung, dinyatakan dengan angka dan mempunyai satuan. Dari pengertian ini dapat diartikan bahwa sesuatu itu dapat dikatakan sebagai besaran harus mempunyai 3 syarat yaitu :

1. Dapat diukur atau dihitung
2. Dapat dinyatakan dengan angka-angka atau mempunyai nilai
3. Mempunyai satuan

Pengukuran adalah suatu proses perbandingan sesuatu dengan sesuatu yang lain yang dianggap sebagai patokan (standar) yang disebut satuan. Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi agar suatu satuan dapat digunakan sebagai satuan yang standar. Syarat tersebut antara lain :

1. Nilai satuan harus tetap, artinya nilai satuan tidak tergantung pada cuaca panas atau dingin, tidak tergantung tempat, tidak tergantung waktu, dan sebagainya.
2. Mudah diperoleh kembali, artinya siapa pun akan mudah memperoleh satuan tersebut jika memerlukannya untuk mengukur sesuatu.
3. Satuan dapat diterima secara internasional, dimanapun juga semua orang dapat menggunakan sistem satuan ini.

Besaran berdasarkan cara memperolehnya dapat dikelompokkan menjadi 2 macam yaitu :

1. Besaran *Fisika* yaitu besaran yang diperoleh dari pengukuran. Karena diperoleh dari pengukuran maka harus ada alat ukurnya. Sebagai contoh adalah massa. Massa merupakan besaran fisika karena massa dapat diukur dengan menggunakan neraca.

2. Besaran *non Fisika* yaitu besaran yang diperoleh dari penghitungan. Dalam hal ini tidak diperlukan alat ukur tetapi alat hitung sebagai misal kalkulator. Contoh besaran non fisika adalah Jumlah.

Besaran Fisika sendiri dibagi menjadi dua :

1. Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran yang satuannya ditetapkan terlebih dahulu dan besaran pokok ini tidak tergantung pada satuan-satuan besaran lain. Dalam fisika, besaran pokok dan satuan dalam SI (Satuan Internasional).

Besaran Pokok	Simbol Besaran	Satuan	Simbol Satuan
Panjang	l	meter	m
Massa	m	kilogram	kg
Waktu	t	sekon	s
Kuat arus listrik	I	ampere	A
Suhu	T	kelvin	K
Jumlah zat	n	mol	mol
Intensitas cahaya	I_v	kandela	cd

Gambar 1.1 Tabel Besaran Pokok

a. Panjang

Satuan standar untuk panjang dalam sistem SI adalah meter. Satuan meter ini berasal dari Perancis. Pada awalnya, satu meter standar ditetapkan sama dengan 1/10.000.000 jarak dari kutub utara ke khatulistiwa sepanjang meredian yang lewat Paris.

b. Massa

Satuan standar untuk massa dalam sistem SI adalah kilogram (kg). Massa standar adalah massa silinder platina Iridium yang disimpan di The Internasional Bureau of Weight and Measures di Sevres.

c. Waktu

Satuan waktu baku adalah sekon. Pada awalnya, sekon standar ditetapkan berdasarkan putaran bumi mengelilingi porosnya, yaitu waktu satu hari. Waktu putaran bumi mengelilingi porosnya tidak sama dari waktu ke waktu sehingga digunakan waktu rata-rata dalam satu tahun, disebut hari rata-rata matahari. Satu sekon standar diperoleh sama dengan $\frac{1}{86.400}$ u hari rata-rata matahari. Pengukuran yang lebih teliti menunjukkan bahwa hari rata-rata matahari itu berubah-ubah nilainya dari waktu ke waktu. Definisi ini dinilai kurang praktis dan sekarang disepakati yang setara (Sumartono, 1994).

d. Kuat Arus Listrik

Satuan baku kuat arus listrik dalam sistem SI adalah ampere atau disingkat A.

e. Suhu

Satuan baku suhu dalam sistem SI adalah Kelvin atau disingkat K. Dalam kehidupan sehari-hari sering digunakan satuan suhu adalah derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$), derajat Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dan derajat Reamur ($^{\circ}\text{R}$). Suhu atau sering juga disebut temperatur adalah ukuran panas atau dinginnya suatu benda. Alat untuk mengukur suhu suatu benda disebut termometer. Jenis termometer yang sering digunakan adalah termometer Celsius, Fahrenheit dan Reamur.

Skala suhu Celsius dibuat dengan mendefinisikan suhu titik es atau titik beku air normal sebagai nol derajat Celsius (0°C) dan suhu titik uap atau titik didih normal air sebagai 100°C . Skala suhu Fahrenheit dibuat dengan mendefinisikan suhu titik es sebagai 32°F dan suhu titik uap sebagai 212°F . Skala suhu Reamur dibuat dengan mendefinisikan suhu titik es sebagai 0°R dan suhu titik uap sebagai 80°R .

Hubungan antara suhu Fahrenheit t_F dan suhu Celsius t_C adalah:

$$t_C = \frac{5}{9}(t_F - 32^{\circ})$$

Hubungan antara suhu Fahrenheit t_F dan suhu Reamur t_R adalah:

$$t_R = \frac{4}{9}(t_F - 32^{\circ})$$

Skala suhu absolut dinamakan skala Kelvin. Satuan suhu Kelvin adalah kelvin (K). Perubahan suhu 1 K identik dengan perubahan suhu 1 °C.

Hubungan antara suhu Kelvin T dan suhu Celsius t_C adalah:

$$T = t_C + 273,15$$

f. Jumlah Zat

Satuan baku jumlah zat dalam SI adalah mol.

g. Intensitas Cahaya

Satuan baku intensitas cahaya dalam sistem SI adalah kandela. Kandela berasal dari kata Candle (bahasa Inggris) yang berarti lilin.

2. Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang dapat diturunkan dari besaran pokok. Demikian pula satuan besaran turunan adalah satuan yang dapat diturunkan dari satuan besaran pokok. Misalnya, satuan luas dari suatu daerah empat persegi panjang. Luas daerah empat persegi panjang adalah panjang kali lebar. Jadi satuan luas adalah satuan panjang dikalikan satuan lebar atau satuan panjang dipangkatkan dua, m^2 . Satuan volume suatu balok adalah satuan panjang dikalikan satuan lebar dikalikan satuan tinggi atau satuan panjang dipangkatkan tiga, m^3 . Satuan kecepatan adalah satuan panjang dibagi satuan waktu, m/s atau ms^{-1}

Besaran Turunan	Satuan SI
Gaya (F)	kg.m.s^{-2}
Massa Jenis (ρ)	kg.m^{-3}
Usaha (W)	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$
Tekanan (P)	$\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$
Percepatan	m.s^{-2}
Luas (A)	m^2
Kecepatan (v)	m.s^{-1}
Volume (V)	m^3

Gambar 1.2. Tabel Besaran Turunan

B. Penjumlahan Vektor

Besaran dalam fisika dibedakan menjadi besaran vektor dan besaran skalar. Besaran vektor adalah suatu besaran yang mempunyai nilai dan arah, contoh: gaya, tekanan, kecepatan, percepatan, momentum dan sebagainya. Besaran skalar adalah suatu besaran yang mempunyai nilai tetapi tidak mempunyai arah, contoh: suhu, volume, massa, dan sebagainya. Pada besaran skalar berlaku operasi-operasi aljabar, tetapi pada besaran vektor operasi-operasi aljabar tidak berlaku. Penulisan besaran vektor secara internasional disepakati dengan tanda panah di atas lambang atau dicetak tebal sedangkan untuk besaran skalar dicetak biasa. Di samping hal ini, besaran vektor digambarkan dengan anak panah. Panjang anak panah menyatakan nilai besar vektor, sedangkan arah mata panah menyatakan arah vektor

Sebuah vektor dinyatakan berubah jika besar atau arah vektor atau keduanya berubah. Besar vektor ditulis dengan harga mutlak atau cetak biasa. Contoh = 20 N maka besar vektor ditulis F atau $|F| = 20$ satuan.

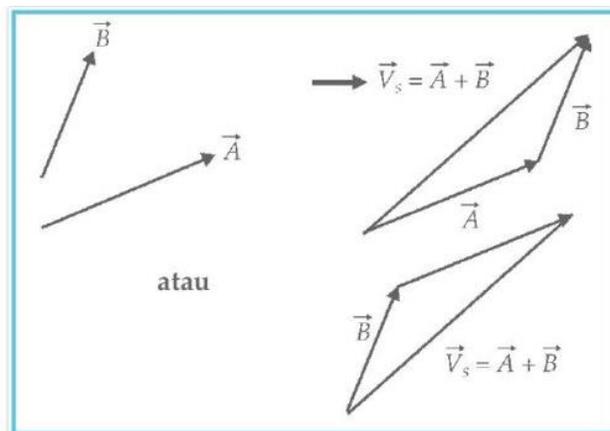
1. Metode Penjumlahan Vektor

Dua buah vektor atau lebih dapat dijumlahkan. Hasil penjumlahan tersebut disebut vektor resultan. Ada dua macam metode yang digunakan pada penjumlahan vektor, yaitu:

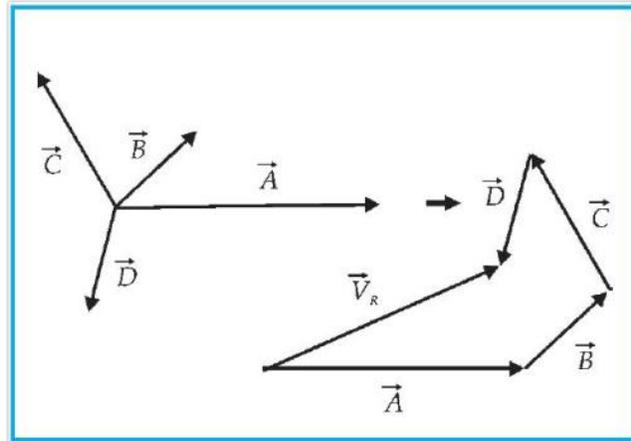
a. Penjumlahan Vektor dengan Metode Grafis (Poligon)

Sebagai contoh suatu vektor A ditambah dengan suatu vektor B maka vektor resultannya V_R . Langkah-langkah penjumlahan vektor secara grafis (metode poligon) adalah sebagai berikut:

1. Gambar vektor A sesuai dengan skala dan arahnya
2. Gambar vektor B sesuai dengan skala dan arahnya dengan menempelkan pangkal vektor B pada ujung vektor A .



Gambar 1.3. Penjumlahan dua buah vektor A dan B dengan metode grafis (poligon).

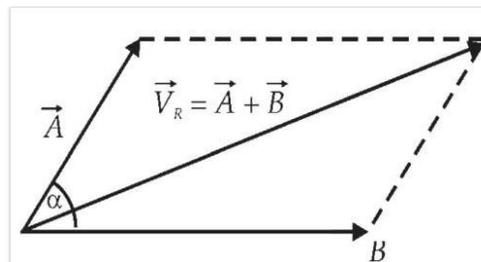


Gambar 1.4. Penjumlahan empat buah vektor A, B, C dan D secara grafis (metode poligon) $V_R = A + B + C + D$

Penjumlahan dengan metode poligon maka vektor resultan V_R adalah segmen garis berarah dari pangkal vektor A ke ujung vektor B yang menyatakan hasil penjumlahan vektor A dan B .

b. Penjumlahan Vektor dengan Metode Jajaran Genjang

Penjumlahan dua buah vektor A dan B dengan metode jajaran genjang yaitu dengan cara menyatukan pangkal kedua vektor A dan B , kemudian dari titik ujung vektor A ditarik garis sejajar dengan vektor B dan juga dari titik ujung vektor B ditarik garis sejajar dengan vektor A . Vektor resultan V_R diperoleh dengan menghubungkan titik pangkal ke titik perpotongan kedua garis sejajar tersebut di atas.



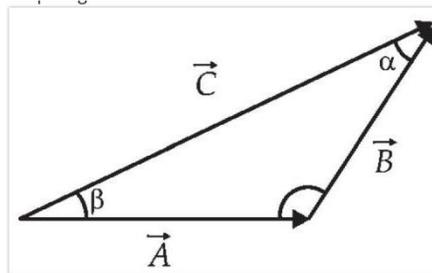
Gambar 1.5 Penjumlahan dua buah vektor A dan B dengan metode jajaran genjang.

Besar vektor resultan V_R yang ditunjukkan pada Gambar 1.6. di bawah dapat dicari dengan persamaan cosinus berikut ini:

$$V_R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha}$$

Dengan: V_R = besar vektor resultan, A dan B = besar vektor A dan B, α = sudut antara vektor A dan B. Arah vektor resultan terhadap salah satu vektor secara matematis dapat ditentukan dengan menggunakan aturan sinus. Contoh suatu vektor A ditambah vektor B dan hasil penjumlahan ini adalah vektor C.

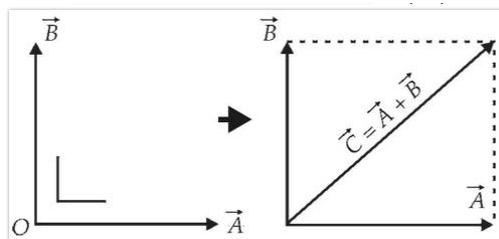
$$\frac{A}{\sin \alpha} = \frac{B}{\sin \beta} = \frac{C}{\sin \gamma}$$



Gambar 1.6 Penjumlahan dua vektor A dan B menjadi vektor C.

Jika vektor A dan vektor B saling tegak lurus maka besar vektor penjumlahannya $C = A + B$ dapat ditentukan dengan dalil Pythagoras yaitu:

$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$



Gambar 1.7 Penjumlahan dua vektor yang saling tegak lurus.

c. Metode Penguraian Komponen

Alternatif lain menentukan resultan vector bias dengan menguraikan setiap vektor kekomponen x dan y nya.

$$\begin{aligned} F_x &= F \cos \alpha \\ F_y &= F \sin \alpha \end{aligned}$$

Untuk rumus resultan vektornya menggunakan rumus berikut

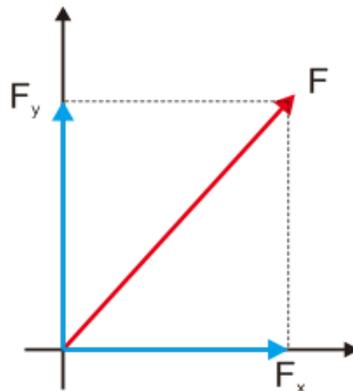
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Untuk mencari sudutnya menggunakan aturan tagen dimana:

$$\tan \alpha = \frac{F_y}{F_x}$$

Contoh Soal.

Ada sebuah vector dengan panjang 20 satuan dan membentuk sudut 60° dengan sumbu x maka cara penguraiannya adalah sebagai berikut:



Penyelesaian :

$$F_x = 20 \cos 60^\circ = 20 \cdot 0,5 = 10$$

$$F_y = 20 \sin 60^\circ = 20 \cdot 0,5\sqrt{3} = 10\sqrt{3}$$

Latihan soal :

1. Penjumlahan 2 vektor yang sejajar dan searah. Diketahui 2 buah vektor a dan b mengarah ke kanan, panjang a adalah 3 cm dan b adalah 4 cm, tentukan resultan vektor tersebut!
2. Pengurangan 2 vektor yang sejajar dan berlawanan arah. Diketahui 2 buah vektor a dan b , dengan panjang a adalah 9 cm dan b adalah 5 cm, tentukan resultan vektor tersebut?
3. Seorang anak berjalan lurus 2 meter ke barat, kemudian belok ke selatan sejauh 6 meter, dan belok ke timur sejauh 10 meter. Berapakah perpindahan yang dilakukan anak tersebut dari posisi awal?
4. Dua buah vektor gaya besarnya sama yaitu 5 N. Jika keduanya dijumlahkan resultannya juga sama dengan 5 N. Berapakah Sudut apit antara kedua vektor tersebut?

**MATERI PROGRAM PEMBEKALAN
FISIKA DASAR
BAB II
KINEMATIKA DAN DINAMIKA BENDA TITIK**



**DISUSUN OLEH
TIM PROGRAM PEMBEKALAN FISIKA DASAR**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
2017**

BAB II

KINEMATIKA DAN DINAMIKA BENDA TITIK

A. Gerak pada Lintasan Lurus

Gerak pada lintasan lurus terdiri dari beberapa jenis diantaranya gerak lurus beraturan, gerak lurus berubah beraturan, dan pengaplikasian lain mengenai gerak pada lintasan lurus.

1. Gerak Lurus

Sebuah benda dianggap bergerak apabila benda itu posisinya berubah terhadap titik acuan awalnya. Pada saat benda tersebut bergerak ada banyak komponen yang dapat diamati, seperti jarak, perpindahan, kelajuan, kecepatan, dan percepatan. Berikut akan diuraikan besaran-besaran tersebut.

- a. Jarak : panjang lintasan yang ditempuh dalam waktu tertentu.
- b. Perpindahan : perubahan posisi suatu benda.
- c. Kelajuan : jarak yang ditempuh tiap satuan waktu.
- d. Kecepatan : perpindahan yang ditempuh tiap satuan waktu.
- e. Percepatan : perubahan kecepatan tiap satuan waktu.

Berikut persamaan besaran-besaran tersebut.

$$\text{Kelajuan} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu}}$$

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Perpindahan}}{\text{Waktu}}$$

$$\text{Percepatan} = \frac{\text{Perubahan Kecepatan}}{\text{Waktu}}$$

2. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak lurus beraturan merupakan gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan kecepatan yang tetap. Artinya pada GLB ini tidak-lah memiliki percepatan ($a = 0$). Sehingga pada GLB dapat disimpulkan oleh ciri-ciri sebagai berikut:

- Memiliki lintasan yang lurus
- Kecepatan benda tetap/konstan
- Tidak memiliki percepatan ($a = 0$)
- Panjang lintasan yang ditempuh sama dengan luas grafik v terhadap t
- Kecepatan berbanding lurus dengan perpindahan dan berbanding terbalik dengan waktu dengan demikian dapat dituliskan secara matematis:

$$v = \frac{s}{t}$$

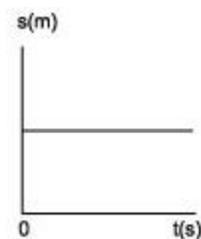
dengan :

s = jarak (m)

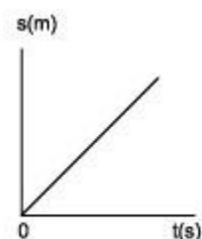
v = kecepatan (m/s)

t = waktu (s)

Dapat juga dilihat dari grafik berikut.



Jarak = luas segi empat



Kecepatan = $\tan \alpha$

Gambar 2.1 Grafik mengenai kecepatan.

Contoh Soal

Sebuah mobil menempuh 36 km dalam waktu 30 menit. Hitunglah kecepatan mobil tersebut !

Penyelesaian:

Diketahui:

$$S = 36 \text{ km} = 36000 \text{ m}$$

$$t = 30 \text{ menit} = 1800 \text{ sekon}$$

Ditanyakan: $V = \dots ?$

Jawab:

$$V = \frac{S}{t} = \frac{36000}{1800} = 20 \text{ m/s}$$

3. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan merupakan gerak pada lintasan lurus dengan percepatan yang konstan, artinya benda tersebut memiliki kecepatan yang berubah secara tetap atau dengan kata lain memiliki percepatan yang tetap. Pada GLBB ada dua macam, yaitu dipercepat dan diperlambat. Untuk persamaan GLBB dipercepat adalah sebagai berikut.

$$V_t = V_0 + at$$

$$V_t^2 = V_0^2 + 2as$$

$$S = V_0t + \frac{1}{2}at^2$$

dengan

V_0 = Kecepatan awal (m/s)

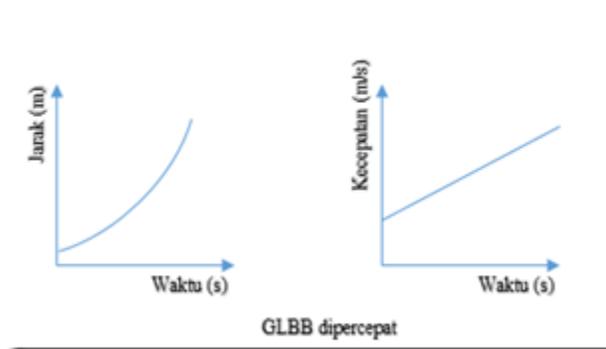
S = Jarak (m)

V_t = Kecepatan akhir (m/s)

t = Waktu (s)

a = Percepatan (m/s^2)

Sedangkan grafik untuk GLBB dipercepat adalah sebagai berikut.



Gambar 2.2 Grafik GLBB Dipercepat

Jarak = luas trapesium

Percepatan = $\tan \alpha$

Untuk persamaan GLBB diperlambat adalah sebagai berikut :

$$V_t = V_0 - at$$

$$V_t^2 = V_0^2 - 2as$$

$$S = V_0t - \frac{1}{2}at^2$$

dengan :

V_0 = kecepatan awal (m/s)

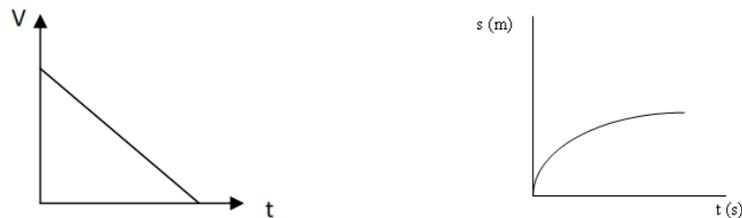
S = jarak (m)

V_t = kecepatan akhir (m/s)

t = waktu (s)

a = percepatan (m/s^2)

Sedangkan grafik untuk GLBB diperlambat adalah sebagai berikut.



Gambar 2.3 Grafik GLBB Diperlambat

Contoh GLBB pada kehidupan sehari-hari yaitu gerak vertikal ke atas, gerak vertikal ke bawah, dan gerak jatuh bebas. Untuk masing-masing persamaannya akan dijabarkan pada tabel berikut.

Gerak vertikal ke atas	Gerak vertikal ke bawah	Gerak jatuh bebas
GLBB diperlambat	GLBB dipercepat	GLBB dipercepat
Dengan kecepatan awal	Dengan kecepatan awal	Tidak memiliki kecepatan awal
$a = -g$	$a = g$	$V_t = gt$
$V_t = V_0 - gt$	$V_t = V_0 + gt$	$V_t^2 = 2gh$
$V_t^2 = V_0^2 - 2gh$	$V_t^2 = V_0^2 + 2gh$	

$h = V_0t - \frac{1}{2}gt^2$	$h = V_0t + \frac{1}{2}gt^2$	$h = \frac{1}{2}gt^2$
------------------------------	------------------------------	-----------------------

Tabel 2.4 Gerak Vertikal

Contoh Soal

1. Diketahui sebuah benda bergerak dengan kecepatan 10 m/s. Benda ini kemudian mengalami percepatan sebesar 2 m/s. Hitunglah berapa kecepatan dan jarak yang telah ditempuhnya dalam waktu 2 sekon...

Penyelesaian:

Diketahui:

$$V_0 = 10 \text{ m/s} \quad t = 2 \text{ s}$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

Ditanya:

a. $V = \dots ?$

b. $S = \dots ?$

Jawab:

a. $V = V_0 + a.t$

$$= 10 + 2.2$$

$$= 14 \text{ m/s}$$

b. $S = V_0t - \frac{1}{2}at^2$

$$= 10 \cdot 2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2$$

$$= 16 \text{ m}$$

2. Sebuah lift jatuh bebas akibat tali penahannya terputus dan menyentuh lantai dasar setelah 5 detik. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka hitunglah kecepatan lift saat menyentuh lantai!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$t = 5 \text{ sekon}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya: $V_t = \dots ?$

Jawab:

$$V_t = v_0 + g \cdot t$$

$$V_t = 0 + g \cdot t$$

atau

$$V_t = g \cdot t$$

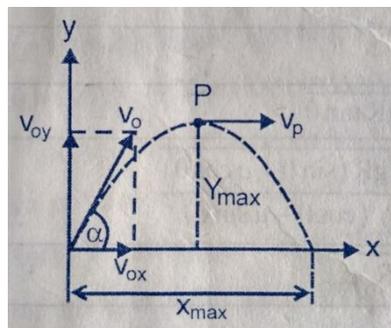
$$V_t = 10 \cdot 5 = 40 \text{ m/s}$$

4. Gerak Parabola

Gerak parabola juga dikenal sebagai gerak peluru. Dinamakan gerak parabola karena lintasannya berbentuk parabola, bukan bergerak lurus. Gerak parabola mempunyai sudut elevasi tersendiri, karena berbentuk parabola maka lintasannya memiliki dua macam gerakan yaitu :

- Gerakan lurus beraturan pada sumbu x
- Gerakan lurus berubah beraturan diperlambat dengan $a = -g$ saat naik dan dipercepat saat turun dengan $a = g$ pada sumbu y.

Berikut lintasan gerak parabola :



Gambar 2.5 Gerak Parabola

Persamaan pada sumbu x (GLB)

$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_x = V_0 \cos \alpha$$

$$X = V_0 t \cos \alpha$$

$$X_{\max} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Persamaan pada sumbu y (GLBB diperlambat)

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha \qquad V_y = V_0 \sin \alpha - gt$$

$$Y = V_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2 \qquad y_{\max} = \frac{(V_0 \sin \alpha)^2}{2g}$$

Persamaan di puncak

$$P = \text{puncak } (V_y = 0) \qquad t_p = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$V_p = V_0 \cos \alpha$$

Contoh Soal

1. Sebuah bola ditendang dengan sudut elevasi 53° dan kecepatan awal 12 m/s. Tentukanlah jarak tempuh maksimum yang akan ditempuh bola tersebut!

Penyelesaian:

$$\text{Diketahui: } \theta = 53^\circ \qquad V_0 = 12 \text{ m/s}$$

$$\text{Ditanya: } X_{\max} = \dots ?$$

Dijawab:

$$\begin{aligned} X_{\max} &= \frac{(V_0^2 \sin 2\alpha)}{g} \\ &= \frac{(V_0^2 \sin 53^\circ \cos 53^\circ)}{g} \\ &= \frac{(V_0^2 \sin 53^\circ \cos 53^\circ)}{g} \\ &= \frac{(12^2 \sin 53^\circ \cos 53^\circ)}{10} \\ &= 6,92 \text{ meter} \end{aligned}$$

B. Gerak pada Lintasan Melingkar

Gerak pada lintasan melingkar secara matematis serupa dengan persamaan yang ada pada gerak lintasan lurus. Hanya saja disini ada beberapa unsur yang tidak ada dalam gerak lintasan lurus, serta beberapa simbol pada gerak melingkar ini sedikit berbeda.

1. Gerak Melingkar Beraturan

Gerak melingkar beraturan terjadi jika sebuah benda menempuh lintasan berbentuk lingkaran dengan kelajuan linier tetap. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

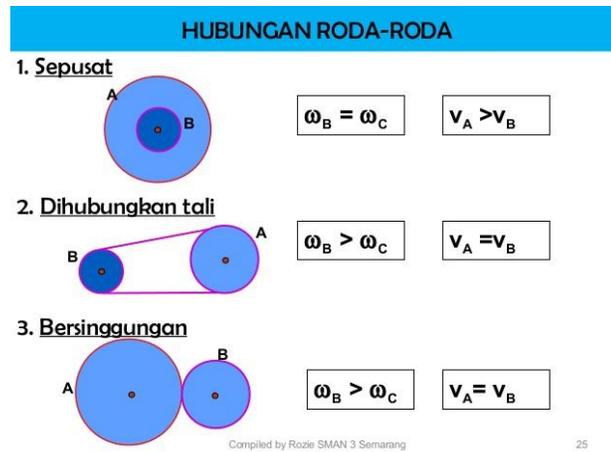
$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{T}$$
$$\omega = \frac{\theta}{t} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$
$$V = \omega R = 2\pi f R = \frac{2\pi R}{T}$$
$$a_s = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$$

2. Gerak Melingkar Berubah Beraturan (GMBB)

Pada gerak melingkar berubah beraturan yang memiliki nilai konstan adalah percepatan sudutnya. Secara matematis sebagai berikut.

$$\omega_t = \omega_0 + \alpha t$$
$$\omega_t^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$
$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

3. Hubungan Roda – roda



dengan:

$v = \omega \cdot R$
$a = \alpha \cdot R$
$s = \theta \cdot R$

Gambar 2.6 Hubungan Roda-Roda

Contoh Soal

1. Kecepatan sudut sebuah benda yang bergerak melingkar adalah 12 rad/s. Jika jari-jari putarannya adalah 2 meter, tentukan besar kecepatan benda tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\omega = 12 \text{ rad/s}$$

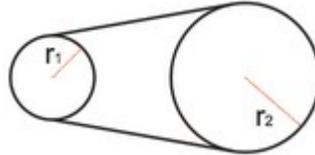
$$r = 2 \text{ meter}$$

Ditanya: $v = \dots ?$

Jawab:

$$v = \omega r = 12 \cdot 2 = 24 \text{ m/s}$$

2. Diketahui gambar sebagai berikut:



Jika jari jari roda pertama adalah 40 cm, jari-jari roda kedua adalah 20 cm dan kecepatan sudut roda pertama adalah 80 rad/s, tentukan kecepatan sudut roda kedua!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$r_1 = 40 \text{ cm}$$

$$r_2 = 20 \text{ cm}$$

$$\omega_1 = 80 \text{ rad/s}$$

Ditanyakan: $\omega_2 = \dots?$

Jawab:

Dua roda berhubungan dengan sabuk seperti soal diatas akan memiliki kecepatan (v) yang sama:

$$V_1 = V_2$$

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$$

$$(80)(40) = (\omega_2)(20)$$

$$\omega_2 = \frac{(80)(40)}{20}$$

$$\omega_2 = 160 \text{ rad/s}$$

3. Sebuah benda bergerak melingkar dengan percepatan sudut 2 rad/s^2 . Jika mula-mula benda diam tentukan:

a) Kecepatan sudut benda setelah 5 sekon

b) Sudut tempuh setelah 5 sekon

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\alpha = 2 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega_0 = 0$$

$$t = 5 \text{ sekon}$$

Ditanya: a. $\omega_t = \dots ?$

b. $\theta = \dots ?$

Jawab:

$$a. \quad \omega_t = \omega_0 + \alpha t$$

$$\omega_t = (0) + (2)(5)$$

$$\omega_t = 10 \text{ rad/s}$$

$$b. \quad \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\theta = (0)(5) + \frac{1}{2} (2)(5)^2$$

$$\theta = 25 \text{ rad}$$

C. Hukum-Hukum Newton

Mekanika klasik atau mekanika Newton adalah teori tentang gerak yang didasarkan pada massa dan gaya. Semua gejala dalam mekanika klasik dapat digambarkan dengan menggunakan hanya tiga hukum sederhana yang disebut hukum Newton tentang gerak.

1. Hukum I Newton

Secara konsepsi sederhana Hukum Newton menyatakan bahwa jika tidak ada gaya netto yang bekerja pada sebuah benda yang diam, benda itu akan terus diam; atau jika benda itu sedang bergerak, maka akan terus bergerak dengan kelajuan konstan disepanjang lintasan lurus. Secara matematis Hukum I Newton dituliskan dengan persamaan :

$$\Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0}$$

digunakan untuk benda diam atau benda bergerak lurus.

Berdasarkan pernyataan tersebut, benda diam dan benda yang bergerak lurus beraturan tidak mengalami resultan gaya. Akibatnya benda tidak mengalami percepatan (percepatan bernilai nol).

Analisis gerak yang dilakukan Newton, Newton secara terang-terangan mengakui hutang budinya kepada Galileo. Pada kenyataannya, hukum pertama Newton tentang gerak (Newton's first law of motion) sangat dekat dengan kesimpulan Galileo. Galileo menyatakan bahwa : “Setiap benda akan terus berada dalam keadaan diam, atau terus bergerak lurus dengan kecepatan seragam, selama tidak ada gaya neto yang bekerja padanya”.

Jadi dapat disimpulkan bahwa sebuah benda jika tidak dipengaruhi oleh gaya neto yang dikerahkan pada benda tersebut, maka sebuah benda akan tetap diam bila pada mulanya diam, dan akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan, bila pada mulanya bergerak dengan kecepatan konstan.

Contoh Soal

Suatu kotak kayu berada di atas lantai. Kotak tersebut kemudian ditarik oleh seorang anak dengan gaya luar sebesar $F = 10 \text{ N}$ sejajar permukaan lantai tetapi kotak tersebut tetap diam. Kotak tetap diam ini disebabkan ada gaya gesekan antara kotak dan lantai. Hitunglah besar gaya gesekan yang melawan gaya luar tersebut!

Penyelesaian:



Suatu benda berada di permukaan kasar dikenai suatu gaya

Benda tetap diam meskipun dikenai gaya luar sebesar $= 10$ sehingga berlaku hukum I Newton:

$$\sum F = 0, \text{ sehingga}$$

$$F_{\text{luar}} - F_{\text{gesek}} = 0$$

$$F_{\text{luar}} = F_{\text{gesek}}$$

$$10 \text{ N} = F_{\text{gesek}}$$

2. Hukum II Newton

Percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya neto yang bekerja padanya, dan berbanding terbalik dengan massanya. Arah percepatan adalah searah gaya neto yang bekerja pada benda. Hubungan matematisnya sebagaimana digagaskan oleh Newton, bahwa :

$$a = \frac{F_{netto}}{m}$$

Kita menyusun ulang persamaan di atas untuk mendapatkan pernyataan yang familiar untuk hukum kedua Newton :

$$\sum F = m \cdot a$$

keterangan :

$\sum F$: resultan gaya (newton)

m : massa benda (kg)

a : percepatan (m/s^2)

Bagaimana persisnya hubungan antara percepatan dan gaya? Bayangkan anda mendorong sebuah benda yang gaya F dilantai yang licin sekali sehingga benda itu bergerak dengan percepatan a. Menurut hasil percobaan, jika gayanya diperbesar 2 kali ternyata percepatannya menjadi 2 kali lebih besar. Demikian juga jika gaya diperbesar 3 kali percepatannya lebih besar 3 kali lipat. Kita dapat simpulkan bahwa percepatan sebanding dengan resultan gaya yang bekerja.

Bagaimana pula hubungan antara percepatan dan massa benda? Sekarang kita lakukan percobaan lain. Kali ini massa bendanya divariasasi tetapi gayanya dipertahankan tetap sama. Jika massa benda diperbesar 2 kali, ternyata percepatannya menjadi $\frac{1}{2}$ kali. Demikian juga jika massa benda diperbesar 4 kali, percepatannya menjadi $\frac{1}{4}$ kali percepatan semula. Dan sini kita bisa simpulkan bahwa percepatan suatu benda berbanding terbalik dengan massa benda itu.

Contoh Soal

Sebuah mobil bermassa 2000 kg dan dikenakan gaya sebesar 10.000 N.
Berapa percepatan yang dialami oleh mobil tersebut?

Penyelesaian:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{10.000 \text{ N}}{2000 \text{ kg}} = 5 \text{ m/s}^2$$

Jadi, percepatan yang dialami oleh mobil tersebut adalah 5 m/s².

Contoh Soal

1. Sebuah mobil bermassa 2000 kg, selama 10 sekon mobil yang awalnya bergerak dengan kecepatan 36 km/jam bertambah cepat menjadi 54 km/jam. Berapa gaya yang diperlukan untuk mempercepat mobil tersebut?

Penyelesaian:

Kecepatan mobil saat awal $v_0 = 36 \text{ km/jam} = 36.000 \text{ m}/3600 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$.

Kecepatan mobil saat akhir $v_t = 54 \text{ km/jam} = 54.000 \text{ m}/3600 \text{ s} = 15 \text{ m/s}$.

$$\text{Percepatan mobil} = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{15 - 10}{10} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Gaya yang diperlukan untuk mempercepat mobil tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan

$$F = m a$$

$$F = m a$$

$$F = 2000 \text{ kg} \times 0,5 \text{ m/s}^2 = 1000 \text{ N}.$$

3. Hukum III Newton

Bilamana sebuah benda mengerahkan gaya pada benda kedua, benda kedua ini akan mmengerahkan gaya yang sama besarnya namun berlawanan

arah pada benda pertama. Hubungan antara gaya aksi dan reaksi dirumuskan sebagai berikut:

$$\vec{F}_{aksi} = -\vec{F}_{reaksi}$$

(tanda negatif menunjukkan arah aksi berlawanan dengan arah reaksi).

Hukum ini terkadang dinyatakan kembali sebagai “untuk setiap aksi selalu terdapat reaksi yang sama besarnya namun berlawanan arah.” Hal ini valid (berlaku) secara sempurna. Akan tetapi, untuk menghindari kebingungan, perlu diingat bahwa gaya “aksi” dan gaya “reaksi” bekerja pada benda-benda yang berbeda.

Contoh Soal

Sebuah buku diletakkan di atas meja. Meja diletakkan di atas bumi. Massa buku adalah 2 kg jika percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 maka hitunglah besar gaya reaksi bumi terhadap buku.

Penyelesaian:

$$\text{Gaya berat buku } W = m \cdot g = 2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

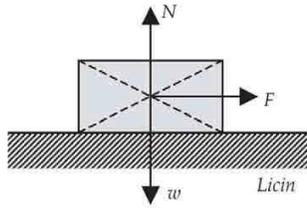
Gaya aksi buku ke bumi $W = 20 \text{ N}$. Gaya reaksi bumi terhadap buku dapat digunakan persamaan yaitu:

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} = -20 \text{ N (dengan arah dari bumi menuju buku).}$$

4. Penerapan Hukum Newton

Gerak Benda pada Bidang Licin

Sebuah balok berada pada papan yang licin sempurna (tidak ada gesekan antara papan dan benda). Balok ditarik oleh sebuah gaya yang besarnya.



Gambar 2.7 Gerak Benda pada Bidang Licin

$$\Sigma \vec{F}_y = \vec{F}_N - W$$

dengan:

F_y = gaya yang sejajar dengan sumbu y (N),

W = berat benda (N),

F_N = gaya yang tegak lurus bidang dimana benda berada, disebut gaya normal (N).

Benda tidak bergerak sepanjang sumbu y, maka:

$$\Sigma \vec{F}_y = 0$$

$$\vec{F}_N - \vec{W} = 0$$

sehingga persamaan menjadi :

$$\vec{F}_N = \vec{W} \text{ atau } \vec{F}_N = mg$$

Peninjauan gaya-gaya yang bekerja pada sistem sumbu x :

$$\Sigma F_x = F = m.a$$

Berat benda di dalam lift

Lift diam atau bergerak dengan v konstan

$$\Sigma F = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

Lift Bergerak Ke Atas dengan Percepatan tetap

$$\sum F = ma$$

$$N - W = ma$$

$$N - mg = ma$$

$$N = mg + ma$$

Lift Bergerak Ke Bawah dengan Percepatan tetap

$$\sum F = ma$$

$$W - N = ma$$

$$mg - N = ma$$

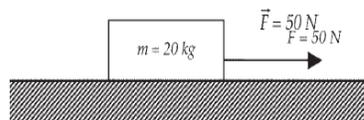
$$N = mg - ma$$

Benda meluncur menuruni bidang miring licin

$$a = g \sin \theta \quad \text{atau} \quad v = \sqrt{2gh}$$

Contoh Soal

Suatu benda bermassa 20 kg berada di papan yang licin sempurna. Benda tersebut ditarik oleh suatu gaya sebesar 50 N ke arah mendatar, hitunglah percepatan dan kecepatan yang dialami oleh benda tersebut setelah gaya tersebut bekerja selama 10 sekon?



Penyelesaian:

- a. Percepatan benda dihitung dengan menggunakan persamaan

$$a = \frac{F}{m} = \frac{50 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

- b. kecepatan setelah gaya bekerja selama 10 sekon:

$$Vt = Vo + at$$

$$V_{10} = 0 + 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ s} = 25 \text{ m/s}$$

Latihan Soal.

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!

1. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini :

- 1) Benda tersebut pasti diam
- 2) Resultan gaya pada benda sama dengan nol
- 3) Benda mengalami percepatan konstan
- 4) Benda mungkin bergerak dengan kecepatan tetap

Jika sebuah benda mengalami gaya-gaya seimbang, maka pernyataan yang benar adalah..

- | | |
|-----------------|------------|
| A. 1 , 2, dan 3 | D. 2 dan 4 |
| B. 1 , 2, dan 4 | E. 4 saja |
| C. 2 , 3, dan 4 | |

2. Andi menarik sebuah balok bermassa 2 kg ke kanan dengan gaya 3 Newton, sementara Tegar juga menarik balok yang sama dengan arah yang berlawanan dengan gaya sebesar 5 Newton. Berapakah besar dan arah percepatan balok?



- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| A. 2 kg dan 2 m/s ² | D. 1 kg dan 1 m/s ² |
| B. 2 kg dan 1 m/s ² | E. 1 kg dan 2 m/s ² |
| C. 2 kg dan 3 m/s ² | |

3. Berikut beberapa peristiwa sehari-hari :

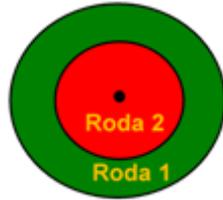
- 1) Tangan terasa sakit saat memukul dinding
- 2) Bagian ujung kaki terasa sakit saat menendang bola
- 3) Buah yang jatuh dari pohon bergerak jatuh bebas
- 4) Senapan terdorong ke belakang saat menembakkan peluru

Peristiwa yang merupakan contoh dari Hukum III Newton adalah

- | | | |
|----------------|----------------|-----------|
| A. 1, 2, dan 3 | C. 2, 3, dan 4 | E. 4 saja |
|----------------|----------------|-----------|

- B. 1, 2, dan 4 D. 3 dan 4
4. Sewaktu berada di dalam lift yang diam, berat sandi adalah 500 N. Sewaktu lift dipercepat keatas tegangan tali menjadi 750 N. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$ maka percepatan lift adalah..
- A. 5,0 m/s^2 D. 12,5 m/s^2
 B. 7,5 m/s^2 E. 15,0 m/s^2
 C. 10,5 m/s^2
5. Sebuah benda dijatuhkan dari ketinggian $h = 30 \text{ m}$ diatas permukaan tanah dengan kecepatan awal 2 m/s . Jika percepatan gravitasi bumi $g = 10 \text{ m/s}^2$ maka kecepatan benda setelah bergerak selama 2 sekon adalah
- A. 2 m/s D. 22 m/s
 B. 18 m/s E. 30 m/s
 C. 20 m/s
6. Hitunglah percepatan yang dialami sebuah benda yang pada awalnya diam, kemudian dalam waktu 5 detik dapat menempuh jarak 25 meter!
- A. 7 m/s D. 8 m/s
 B. 2 m/s E. 9 m/s
 C. 3 m/s
7. Tentukanlah waktu yang digunakan untuk menempuh ketinggian maksimum jika sebuah batu dilempar dengan sudut elevasi 30° dan kecepatan awal 6 m/s !
- A. 0,3 s D. 0,75 s
 B. 0,5 s E. 0,1 s
 C. 1,0 s
8. Sebuah kelapa jatuh dari ketinggian 8 m. Hitunglah ketinggian kelapa setelah 0,5 detik diukur dari atas tanah!
- A. 1,25 m D. 6,75 m
 B. 1,50 m E. 4,50 m
 C. 3,75 m

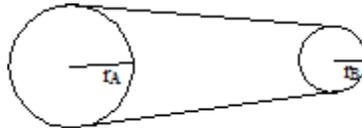
9. Dua buah roda berputar dihubungkan seperti gambar berikut!



Jika kecepatan roda pertama adalah 20 m/s jari-jari roda pertama dan kedua masing-masing 20 cm dan 10 cm, tentukan kecepatan roda kedua!

- A. 12 m/s
- B. 11 m/s
- C. 10 m/s
- D. 8 m/s
- E. 9 m/s

10. Ditunjukkan V-Belt seperti pada gambar!



Jika jari-jari roda A dua kali jari-jari roda B, maka perbandingan kecepatan sudut roda A dan roda B adalah...

- A. 1 : 2
- B. 1 : 3
- C. 2 : 1
- D. 5 : 1
- E. 1 : 5

**MATERI PROGRAM PEMBEKALAN
FISIKA DASAR
BAB III
USAHA DAN ENERGI**



**DISUSUN OLEH
TIM PROGRAM PEMBEKALAN FISIKA DASAR**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA**

2017

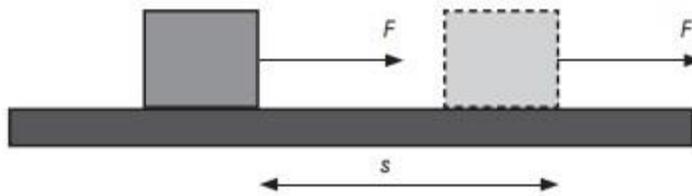
BAB III

USAHA DAN ENERGI

A. Usaha

Budi dan Dodi mendorong mobil sehingga mobil bergerak dan berpindah tempat. Selama gaya bekerja dan terjadi perpindahan maka gaya itu dikatakan melakukan usaha.

Dalam fisika, usaha diartikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu benda sehingga benda itu mengalami perpindahan. Jadi, usaha terjadi apabila gaya yang bekerja pada sebuah benda mengakibatkan berpindah tempat. Apabila benda dikenai gaya tidak berpindah, maka dikatakan tidak terjadi usaha atau besarnya usaha sama dengan nol. Usaha bernilai negatif, jika arah gaya yang bekerja pada benda itu berlawanan dengan arah geraknya.



Gambar 3.1 Arah gaya yang diberikan pada balok searah dengan perpindahannya.

Secara matematis, usaha didefinisikan sebagai hasil kali komponen gaya searah perpindahan dengan besar perpindahan. Usaha dirumuskan sebagai berikut:

$$W = F \times s$$

Untuk gaya (F) yang membentuk sudut θ terhadap perpindahan s , usaha yang diperlukan sebesar :

$$W = F \cos \theta \ s$$

Keterangan :

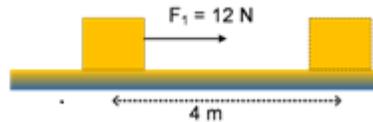
W : usaha (J atau Nm)

F : gaya (N)

s : jarak perpindahan (m)

Contoh Soal :

1. Perhatikan gambar berikut, sebuah kotak ditarik dengan gaya F sebesar 12 Newton.



Kotak berpindah 4 meter ke kanan dari posisi semula. Tentukan usaha yang dilakukan gaya pada kotak tersebut!

Pembahasan :

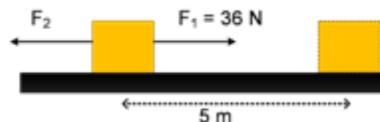
$$\begin{aligned} W &= F \times S \\ &= 12 \times 4 \\ &= 48 \text{ joule} \end{aligned}$$

2. Sebuah balok berada pada lantai licin dan ditarik oleh gaya $F = 40$ Newton. Jika usaha yang dilakukan oleh gaya kepada balok adalah 680 joule, hitunglah besar perpindahan balok!

Pembahasan :

$$\begin{aligned} W &= F \times S \\ 680 &= 40 \times S \\ S &= 680 / 40 \\ S &= 17 \text{ meter} \end{aligned}$$

3. Usaha total yang dilakukan oleh dua buah gaya F_1 dan F_2 pada sebuah benda adalah 120 joule. Perhatikan gambar berikut!



Jika perpindahan benda adalah 5 meter, tentukan besarnya gaya F_2 !

Pembahasan :

$$W = (F_1 - F_2) \times S$$

$$120 = (36 - F_2) \times 5$$

$$120 / 5 = 36 - F_2$$

$$24 = 36 - F_2$$

$$F_2 = 36 - 24$$

$$F_2 = 12 \text{ Newton}$$

B. Energi

Setiap saat manusia memerlukan energi yang sangat besar untuk menjalankan kegiatannya sehari-hari, baik untuk kegiatan jasmani maupun kegiatan rohani. Berpikir, bekerja, belajar, dan bernyanyi memerlukan energi yang besar.

Energi berasal dari bahasa Yunani "*Energia*" yang berarti *kegiatan atau aktivitas*. *Energi* adalah Kemampuan untuk melakukan kerja/usaha. Satuan SI energi adalah Joule (J). Satuan energi lain yang dapat digunakan yaitu Kalori (Kal) atau *electron volt* (eV). Hubungan antara Joule dan Kalori :

$$1 \text{ Kalori} = 4,18 \text{ Joule} \text{ atau } 1 \text{ Joule} = 0,24 \text{ kalori}$$

C. Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang timbul karena suatu benda bergerak. Secara matematis, energi kinetik dirumuskan sebagai berikut :

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

Keterangan :

E_k = Energi Kinetik benda (Joule)

m = Massa benda (kg)

v = Kecepatan gerak benda (m/s)

Contoh Soal :

1. Sebuah mobil bermassa 20.000 kg bergerak ke arah timur dengan kecepatan 20 m/s. Berapakah energi kinetik mobil tersebut?

Pembahasan:

$$E_k = 1/2 m.v^2$$

$$E_k = 1/2 (20.000.20^2)$$

$$E_k = 1/2 (8000.000)$$

$$E_k = 4000.000 \text{ J}$$

$$E_k = 4.000 \text{ kJ}$$

2. Sebuah benda dikatakan memiliki energi kinetik sebesar 200 J karena benda tersebut bergerak dengan kecepatan 36 km/jam. Perkirakan besar massa benda tersebut!

Pembahasan:

$$E_k = 1/2 m.v^2$$

$$m = 2E_k/v^2$$

$$m = 2 (200)/10^2$$

$$m = 4 \text{ kg}$$

3. Sebuah benda bermassa 4 kg memiliki energi kinetik 200 J ketika bergerak dilintasan lurus. Jika gesekan antara permukaan lintasan dan benda diabaikan, perkirakan kecepatan benda tersebut!

Pembahasan: $E_k = 1/2 m.v^2$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2.200}{4}}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

D. Energi Potensial

Energi potensial (E_p) adalah energi yang dimiliki benda karena letak atau kedudukannya. Secara matematis, energi potensial dapat dirumuskan:

$$E_p = m.g.h$$

keterangan :

E_p = Energi Potensial Benda (Joule)

m = Massa benda (Kg)

g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)

h = kedudukan / ketinggian benda (m)

Contoh Soal :

1. Buah pepaya bermassa 0,5 kg tergantung pada tangkainya yang berada pada ketinggian 2 m dari atas tanah. Jika percepatan gravitasi bumi adalah $10 m/s^2$ tentukan besar energi potensial yang dimiliki oleh buah pepaya tadi!

Pembahasan :

$$E_p = m \times g \times h$$

$$E_p = 0,5 \times 10 \times 2$$

$$E_p = 10 \text{ joule}$$

2. Sebuah benda berada pada ketinggian 5 m dari atas tanah. Jika energi potensial benda tersebut adalah 2500 joule dan percepatan gravitasi bumi adalah $10 m/s^2$, tentukan massa benda tersebut!

Pembahasan :

$$E_p = m \times g \times h$$

$$2500 = m \times 10 \times 5$$

$$2500 = 50 m$$

$$m = 2500 / 50$$

$$m = 5 \text{ kg}$$

3. Buah mangga yang ranum dan mengundang selera menggelayut pada tangkai pohon mangga yang berjarak 10 meter dari permukaan tanah. Jika massa buah mangga tersebut 0,2 kg, berapakah energi potensialnya ? anggap saja percepatan gravitasi 10 m/s^2 .

Pembahasan:

$$E_P = mgh$$

$$E_P = (0,2 \text{ kg}) (10 \text{ m/s}^2) (10 \text{ m})$$

$$E_P = 20 \text{ Kg m}^2/\text{s}^2 = 20 \text{ N.m} = 20 \text{ Joule}$$

E. Energi Mekanik

Energi mekanik adalah energi yang dimiliki oleh benda karena gerak dan kedudukannya. Apabila benda bergerak dan berada pada ketinggian tertentu, maka energi mekaniknya merupakan gabungan energi potensial dan energi kinetik. Secara matematis, energi mekanik dirumuskan sebagai berikut

$$E_m = E_p + E_k$$

keterangan :

E_m = Energi Mekanik (Joule)

E_k = Energi Kinetik benda (Joule)

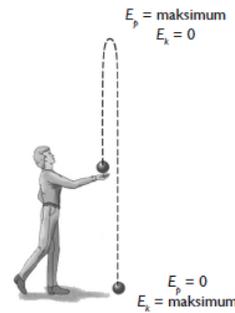
E_p = Energi Potensial Benda (Joule)

Hukum Kekekalan Energi Mekanik :

“ Jika pada suatu sistem hanya bekerja gaya-gaya dalam yang bersifat konservatif (tidak bekerja gaya luar dan gaya dalam tak konservatif), energi mekanik sistem pada posisi apa saja selalu tetap (kekal). Artinya, energi mekanik sistem pada posisi akhir sama dengan energi mekanik sistem pada posisi awal “.

Persamaan hukum kekekalan energi mekanik sebagai berikut :

$$E_{m1} = E_{m2}$$
$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$$



Contoh Soal :

1. Sebuah benda bermassa 2 kg bergerak jatuh sehingga pada ketinggian 2 m di atas tanah kecepatannya 5 ms^{-1} , apabila $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. Berapakah energi mekaniknya?

Pembahasan :

a. $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2$$

$$= 25 \text{ joule}$$

b. $E_p = mgh$

$$= 2 \times 10 \times 2$$

$$= 40 \text{ joule}$$

c. $E_m = E_k + E_p$

$$= 25 + 40$$

$$= 65 \text{ joule}$$

2. Seekor burung sedang melayang terbang pada ketinggian 10 m di atas tanah dengan kecepatan konstan sebesar 10 m/s. Jika massa burung adalah 2 kg. Tentukan:
 - a) Energi kinetik burung
 - b) Energi potensial burung
 - c) Energi mekanik burung

Pembahasan :

a) EK

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} m v^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 \\ &= 100 \text{ joule} \end{aligned}$$

b) Ep

$$\begin{aligned} E_p &= m g h \\ &= 2 \times 10 \times 10 \\ &= 200 \text{ joule} \end{aligned}$$

c) EM

$$\begin{aligned} E_M &= E_p + E_k \\ &= 200 + 100 \\ &= 300 \text{ joule} \end{aligned}$$

3. Benda bermassa 1 kg dilemar vertikal ke atas dengan kecepatan awal 20 m/s. Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2 , maka ketinggian benda saat energi potensialnya sama dengan tiga perempat energi kinetik maksimumnya?

Pembahasan:

Karena benda bergerak vertikal ke atas, maka energi kinetik maksimum benda adalah pada saat awal sebab pada awal gerak kecepatan benda adalah kecepatan terbesar.

$$\begin{aligned} \Rightarrow E_k \text{ max} &= E_k \text{ awal} \\ \Rightarrow E_k \text{ max} &= \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 \\ \Rightarrow E_k \text{ max} &= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot (20)^2 \\ \Rightarrow E_k \text{ max} &= 200 \text{ J} \\ \text{Ketinggian benda :} \\ \Rightarrow E_p &= \frac{3}{4} E_k \text{ max} \\ \Rightarrow m \cdot g \cdot h &= \frac{3}{4} (200) \\ \Rightarrow 1 (10) h &= 150 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow 10 \text{ h} = 150$$

$$\Rightarrow h = 15 \text{ m}$$

F. Daya

Daya adalah laju energi yang dihantarkan selama melakukan usaha dalam periode waktu tertentu Berdasarkan definisi ini, satuan daya adalah J/s dan dalam SI satuan daya dikenal dengan istilah Watt, disimbolkan W. Satuan daya lainnya yang sering digunakan adalah Daya Kuda atau Horse Power (hp), 1 hp = 746 Watt. Daya merupakan Besaran Skalar, karena Daya hanya memiliki nilai, tidak memiliki arah. Secara matematis daya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{W}{t}$$

keterangan :

P = daya (Watt atau J/s)

W = usaha atau energi (joule)

t = waktu dalam (sekon)

karena $W = Fs$ dan $s = vt$ maka persamaan di atas dapat diturunkan menjadi:

$$P = F v$$

keterangan :

P = daya (Watt atau J/s)

F = gaya (N)

v = kecepatan (m/s)

Contoh Soal :

1. Dalam 2 menit sebuah lampu menggunakan energi listrik sebanyak 3000 joule. Tentukan daya lampu tersebut!

Pembahasan :

Ubah menit menjadi detik, 2 menit = 120 detik

$$P = W/t$$

$$P = 3000 / 120$$

$$P = 25 \text{ watt}$$

2. Dalam 2 menit sebuah lampu menggunakan energi listrik sebanyak 3000 joule. Tentukan daya lampu tersebut!

Pembahasan :

Ubah menit menjadi detik, 2 menit = 120 detik

$$P = W/t$$

$$P = 3000 / 120$$

$$P = 25 \text{ watt}$$

3. Sebuah mobil yang mogok didorong oleh beberapa orang dengan gaya sebesar 100 N. Jika mobil tersebut berpindah sejauh 4 meter dalam waktu 20 detik, berapakah daya dari pendorong tersebut?

Pembahasan :

$$W = Fs = 100 \text{ N} \times 4 \text{ m} = 400 \text{ Js}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{400J}{20s} = 20 \text{ J/s} = 20 \text{ watt}$$

Jadi, daya pendorong itu adalah 20 watt.

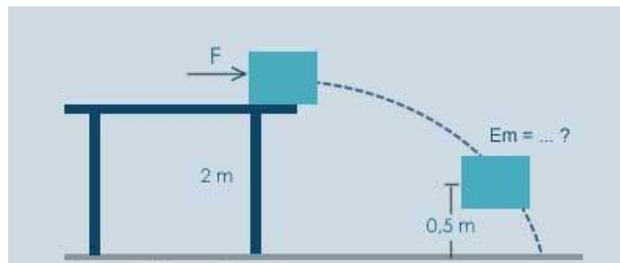
Latihan Soal.

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!

1. Sebuah bola bermassa 2 kg bergerak jatuh bebas dari ketinggian 20 meter di atas permukaan tanah. Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2 , maka kecepatan bola pada saat ketinggiannya 5 meter di atas permukaan tanah adalah
A. 6 m/s
B. 8 m/s
C. 10 m/s
D. $10\sqrt{3} \text{ m/s}$
E. $10\sqrt{2} \text{ m/s}$
2. Dua buah gaya bekerja pada sebuah benda sehingga benda berpindah sejauh s meter ke kanan. Gaya pertama sebesar 10 N ke kiri sedangkan gaya kedua sebesar 25 N ke kanan membentuk sudut 30° terhadap horizontal. Jika usaha total oleh kedua gaya adalah 46,6 J, maka s sama dengan
A. 6 meter
B. 5 meter
C. 4 meter
D. 3 meter
E. 2 meter
3. Benda bermassa 1 kg dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan awal 20 m/s. Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2 , maka ketinggian benda saat energi potensialnya sama dengan tiga perempat energi kinetik maksimumnya adalah
A. 15 meter
B. 10 meter
C. 8 meter
D. 5 meter
E. 4 meter
4. Sebuah balok meluncur dari bagian atas bidang miring licin hingga tiba di bagian dasar bidang miring tersebut. Jika puncak bidang miring berada pada ketinggian 3,2 meter di atas permukaan lantai, maka kecepatan balok saat tiba di dasar bidang adalah

- A. 4 m/s
- B. 5 m/s
- C. 6 m/s
- D. 8 m/s
- E. 10 m/s

5. Dari bagian tepi atas sebuah meja setinggi 2 m, benda bermassa 1 kg didorong hingga benda bergerak dengan kecepatan awal 4 m/s. Lintasan gerak benda membentuk setengah gerak parabola seperti gambar di bawah ini.



Besar energi mekanik yang dimiliki benda saat ketinggiannya 0,5 meter di atas permukaan lantai adalah ...

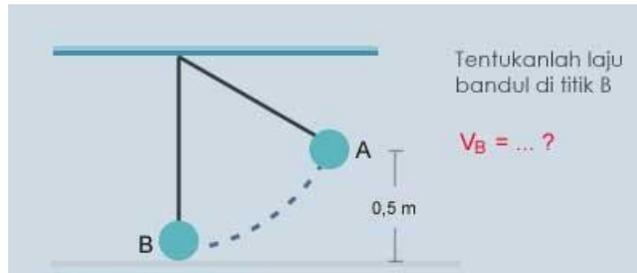
- A. 48 J
- B. 40 J
- C. 36 J
- D. 32 J
- E. 28 J

6. Sebuah kendaraan dipercepat dari 10 m/s menjadi 20 m/s dalam waktu 10 detik. Jika massa kendaraan tersebut adalah 1 ton, maka daya yang digunakan mobil untuk melakukan percepatan tersebut adalah

- A. 30 kW
- B. 28 kW
- C. 25 kW
- D. 20 kW
- E. 15 kW

7. Kecepatan Bandul pada Titik Terendah Lintasan

Sebuah bandul bermassa 1 kg diikat dan kemudian digerakkan ke kanan seperti gambar di bawah ini.



Jika bandul mencapai ketinggian maksimum sebesar 0,5 meter dan massa tali diabaikan, maka laju bandul di titik B adalah

- A. 10 m/s
 B. 8 m/s
 C. 5 m/s
 D. $\sqrt{10}$ m/s
 E. $\sqrt{5}$ m/s
8. Jika hukum kekekalan energi mekanik berlaku pada suatu sistem, maka pernyataan yang benar adalah
- A. Energi kinetik sistem selalu berkurang
 B. Energi potensial sistem selalu bertambah
 C. Jumlah energi potensial dan energi kinetik sistem berubah
 D. Jumlah energi potensial dan energi kinetik sistem tetap
 E. Jumlah energi potensial dan energi kinetik sistem selalu bertambah
9. Sebuah benda bergerak vertikal ke atas dari ketinggian nol dengan kecepatan awal 20 m/s. Jika massa benda tersebut adalah 4 kg, maka energi mekanik benda saat benda mencapai titik tertingginya adalah
- A. 200 J
 B. 400 J
 C. 600 J
 D. 800 J
 E. 1000 J
10. Sebuah benda yang beratnya 40 N diangkat dari permukaan tanah. Jika setelah mencapai ketinggian 10 meter benda tersebut dilepaskan kembali, maka energi kinetik benda saat ketinggiannya 5 meter di atas permukaan tanah adalah

A. 200 J

B. 150 J

C. 100 J

D. 80 J

E. 50 J

**MATERI PROGRAM PEMBEKALAN
FISIKA DASAR
BAB IV
LISTRIK**



**DISUSUN OLEH
TIM PROGRAM PEMBEKALAN FISIKA DASAR**

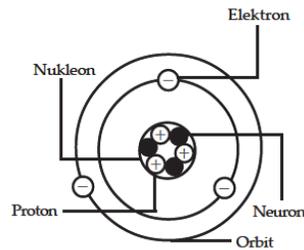
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
2017**

BAB IV

LISTRIK

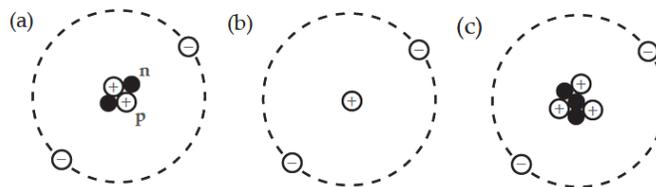
A. Listrik Statis

Listrik statis adalah muatan listrik yang tidak mengalir atau listrik yang muatan listriknya dalam keadaan diam. Sebuah atom terdiri atas inti atom dan elektron. Inti atom terdiri atas satu atau lebih proton dan neutron, tergantung pada jenis atomnya. Proton bermuatan positif, sedangkan neutron tidak bermuatan. Elektron bermuatan negatif mengelilingi inti atom.



Gambar 4.1 Struktur Atom

Suatu atom dikatakan netral jika jumlah muatan positif sama dengan jumlah muatan negatif. Atom akan bermuatan negatif jika atom tersebut mendapatkan kelebihan elektron. Atom akan bermuatan positif jika atom tersebut kekurangan elektron.



Gambar 4.2 (a) Atom bermuatan netral, (b) Atom bermuatan negatif, (c) Atom bermuatan positif.

Benda bermuatan sejenis akan tolak-menolak, sedangkan benda bermuatan tak sejenis akan tarik-menarik. Benda bersifat konduktor listrik, yaitu benda-

benda yang dapat menghantarkan listrik, contohnya besi, aluminium, tembaga, seng. Sedangkan benda bersifat isolator listrik, yaitu benda-benda yang tidak dapat menghantarkan listrik, contohnya kertas, plastik, kayu kering, kain.

Gaya listrik (F) yang terjadi antara dua benda berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda.

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

Hukum Coulomb, secara matematika dapat dituliskan sebagai berikut :

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

dengan :

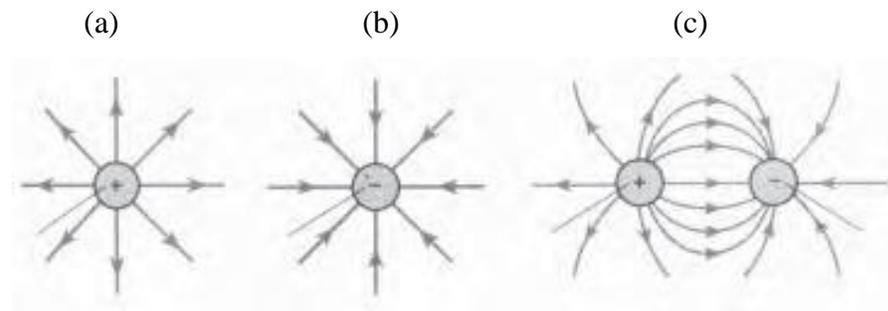
q = muatan listrik (C)

r = jarak (m)

F = Gaya (N)

k = konstanta = $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

Medan listrik (E) adalah ruangan di sekitar benda bermuatan listrik yang mengalami gaya listrik.



Gambar 4.3 Garis-garis gaya listrik

Medan listrik dilukiskan dengan garis-garis gaya listrik yang arahnya dari kutub positif ke kutub negatif. Kuat medan listrik bergantung pada kerapatan

garis-garis gaya listrik. Besar kuat medan listrik dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$E = \frac{F}{q}$$

dengan E = kuat medan listrik (N/C)

F = gaya Coulomb (N)

q = besar muatan listrik (C)

Contoh Soal

Dua benda A dan B masing-masing bermuatan listrik sebesar 6×10^{-9} C dan 8×10^{-9} C pada jarak 4 cm. Tentukan:

- gaya tolak-menolak antara kedua benda itu tersebut,
- kuat medan listrik pada titik B oleh muatan A.

Penyelesaian :

Diketahui :

$$q_a = 6 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_b = 8 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$k \text{ (konstanta)} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$

Ditanya :

- F
- E

Jawab :

$$\text{a. } F = \frac{k q_1 \times q_2}{r^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times (6 \times 10^{-9} \times 8 \times 10^{-9}) \text{ C}^2\text{m}^{-2}}{(4 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times 3 \text{ N}$$

$$= 2,7 \times 10^{-9} \text{ N}$$

Jadi, muatan yang listrik mengalir adalah $2,7 \times 10^{-9}$ N.

$$\begin{aligned} \text{b. } E &= \frac{F}{q} \\ E &= \frac{2,7 \times 10^{-9} \text{ N}}{8 \times 10^{-9} \text{ C}} \\ &= 0,34 \text{ N/C} \end{aligned}$$

Jadi, kuat medan listrik pada titik B adalah 0,34 N/C.

B. Elemen dan Arus Listrik

Aliran muatan listrik disebut arus listrik. Arah arus listrik pada kawat dimlai dari kutub positif baterai menuju kutub negatif baterai. Besar arus listrik dinyatakan dengan kuat arus listrik, disimbolkan dengan I . Kuat arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang melalui penampang penghantar setiap sekon. Kuat arus listrik diukur dengan menggunakan amperemeter.

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

dengan :

$$q = \text{muatan listrik (C)} \qquad I = \text{kuat arus (A)}$$

$$t = \text{waktu (s)}$$

Contoh Soal

Kuat arus pada sebuah rangkaian listrik sebesar 200 mA. Berapa besar muatan listrik yang mengalir pada rangkaian itu setiap menitnya?

Penyelesaian :

Diketahui :

$$\text{kuat arus, } I = 200 \text{ mA} = 200 \times 0,001 \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

$$\text{waktu, } t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ s}$$

Ditanya : muatan listrik yang mengalir, q ?

Jawab :

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

$$q = I \times t$$

$$q = 0,2 \text{ A} \times 60 \text{ s}$$

$$= 12 \text{ As} = 12 \text{ C}$$

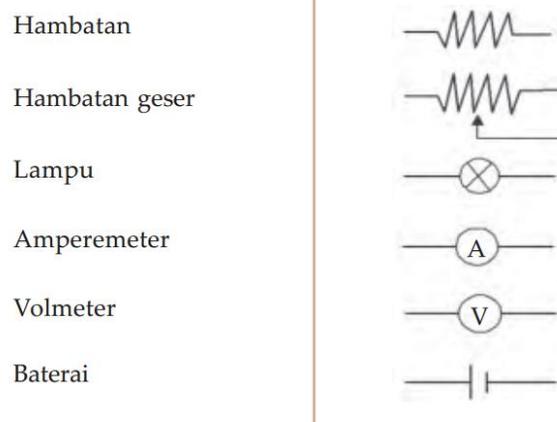
Jadi, muatan listrik yang mengalir adalah 12 C.

Sumber tegangan listrik yaitu peralatan yang dapat menghasilkan beda potensial listrik secara terus-menerus. Elemen volta, baterai, aki, dan stop kontak merupakan contoh dari sumber tegangan listrik. Beda potensial listrik diukur dalam satuan volt (V). Alat yang digunakan adalah voltmeter. Karena bersifat sekali pakai, baterai dengan elektroda karbon dan seng disebut elemen primer. Sedangkan kemampuan aki yang dapat dipakai berulang-ulang dengan cara diisi lagi menjadikan aki tergolong sebagai elemen sekunder.

Generator listrik mengubah bentuk energi lain seperti energi air, uap atau nuklir menjadi energi listrik.

C. Rangkaian Listrik

Hambatan merupakan kecenderungan suatu benda untuk melawan aliran muatan listrik, mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain. Di dalam rangkaian listrik, hambatan diberi simbol R .



Gambar 4.4 Simbol hambatan dalam diagram rangkaian listrik beserta simbol-simbol yang lain

Hukum Ohm

$$V = R \times I$$

dengan :

V = beda potensial (V)

I = kuat arus (A)

R = hambatan (Ω)

Jika I diletakkan dalam ruas kiri, maka persamaan di atas dapat dituliskan sebagai berikut.

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

Contoh Soal

Sebuah lampu pijar dihubungkan dengan beda potensial 12 V. Ternyata timbul kuat arus sebesar 0,3 A. Berapakah hambatan filamen lampu pijar itu?

Diketahui :

beda potensial, $V = 12 \text{ V}$

kuat arus, $I = 0,3 \text{ A}$

Ditanya : hambatan, R ?

Jawab :

$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{12\text{V}}{0,3 \text{ A}} \end{aligned}$$

Jadi, hambatan filamen lampu pijar adalah 40 ohm.

Kuat arus dalam rangkaian tertutup dapat dicari dengan hukum Ohm sebagai berikut :

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

dengan :

ε = gaya gerak listrik baterai (V)

I = arus listrik (A)

R = hambatan (Ω)

r = hambatan dalam (Ω)

Tegangan jepit dapat dihitung dengan cara berikut :

$$V = I \times R \quad \text{atau} \quad V = \varepsilon - Ir$$

Contoh Soal

Sebuah aki dengan ggl 12 V dan hambatan dalam 0,5 ohm dihubungkan dengan lampu berhambatan 2 ohm.

a. Berapa kuat arus pada rangkaian itu?

b. Berapa tegangan jepitnya?

Penyelesaian :

Diketahui :

ggl (ε) = 12 V

hambatan dalam (r) = 0,5 Ω

hambatan luar (R) = 2 Ω

Ditanya : kuat arus (I)?

Jawab

$$a. I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

$$I = \frac{12V}{(2 + 0,5)\Omega}$$

$$I = \frac{12V}{2,5\Omega}$$

$$= 4,8 \text{ A}$$

Jadi, besar kuat arus pada rangkaian adalah 4,8 A.

$$\begin{aligned} \text{b. } V &= I \times R \\ &= 4,8 \text{ A} \times 2 \Omega \\ &= 9,6 \text{ V} \end{aligned}$$

Jadi, besar tegangan jepitnya adalah 9,6 A.

Hambatan listrik dipengaruhi ketiga faktor sebagai berikut:

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

Dengan :

l = panjang kawat penghantar (m)

A = luas penampang kawat penghantar (m^2)

P = hambatan jenis kawat penghantar ($\Omega \cdot \text{m}$)

Contoh Soal

Kawat nikrom pada elemen pemanas memiliki panjang 5 m dan luas penampangnya $4 \times 10^{-8} \text{ m}^2$. Jika hambatan jenis nikrom $10^{-6} \text{ ohm} \cdot \text{m}$, maka berapa hambatan kawat tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : panjang kawat (l) = 5 m

luas penampang (A) = $4 \times 10^{-8} \text{ m}^2$

hambatan jenis (r) = $10^{-6} \text{ W} \cdot \text{m}$

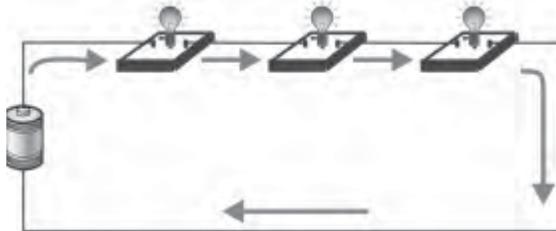
Ditanya : hambatan (R)?

Jawab :

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{A} \\ &= \frac{10^{-6} \Omega \cdot \text{m} \times 5 \text{ m}}{4 \times 10^{-8} \text{ m}^2} \\ &= 125 \Omega \end{aligned}$$

Jadi, hambatan kawat tersebut sebesar 125 W.

1. Rangkaian seri



Gambar 4.5 Rangkaian Seri

Karena hanya ada satu lintasan arus, maka kuat arus pada rangkaian seri di mana-mana besarnya sama. Secara umum, jika terdapat rangkaian seri dengan n buah hambatan yang besarnya $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, maka hambatan penggantinya adalah:

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

Contoh Soal

Tiga buah hambatan, masing-masing sebesar 30 ohm, 40 ohm, dan 50 ohm dirangkai seri dengan sumber tegangan 60 volt.

- Berapa hambatan penggantinya?
- Berapa kuat arus pada rangkaian tersebut?

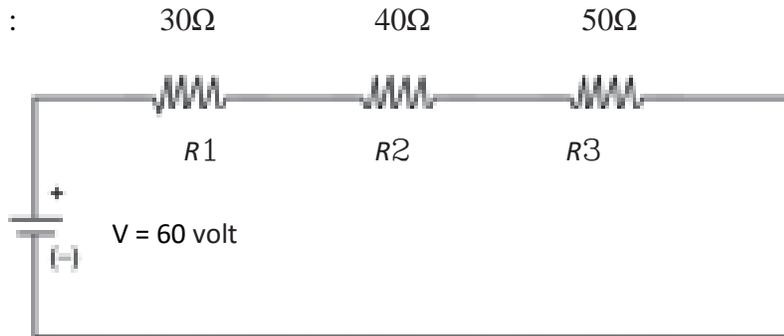
Penyelesaian

Diketahui :

hambatan $R_1 = 30$ ohm, $R_2 = 40$ ohm, $R_3 = 50$ ohm dirangkai seri
sumber tegangan, $V = 60$ volt

- Ditanya : a. hambatan pengganti, R_s ;
b. kuat arus, I ?

Jawab :



a. $R_s = R_1 + R_2 + R_3$

$$R_s = 30 \text{ W} + 40 \text{ W} + 50 \text{ W}$$

$$R_s = 120 \text{ W}$$

Jadi, besar hambatan penggantinya adalah 120 W.

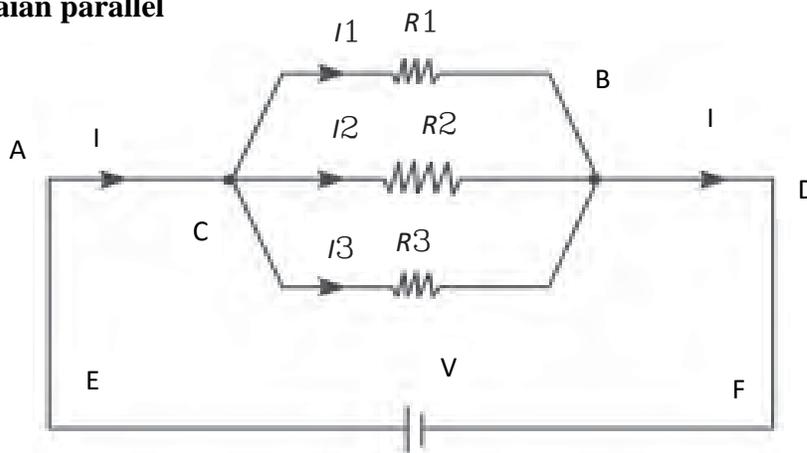
b. $I = \frac{V}{R_s}$

$$I = \frac{60 \text{ volt}}{125 \Omega}$$

$$I = 0,5 \text{ A}$$

Jadi, kuat arus pada rangkaian tersebut sebesar 0,5 A.

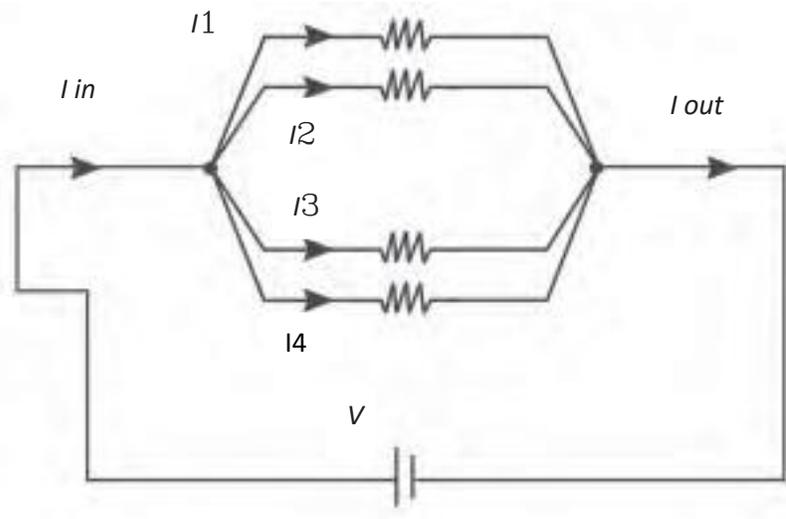
2. Rangkaian parallel



Gambar 4.6 Rangkaian parallel

Pada gambar diatas arus listrik terpisah menjadi tiga, mengalir pada tiap cabang. Jika kuat arus pada tiap cabang dijumlahkan, maka besarnya sama dengan kuat arus sebelum memasuki cabang. Ini merupakan bunyi dari Hukum I Khirrhooff, persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$I_{\text{masuk}} = I_1 + I_2 + I_3 = I_{\text{keluar}}$$



Gambar 4.7 Arus yang masuk cabang (I_{in}) sama dengan arus yang keluar (I_{out}).

Dalam rangkaian tersebut berlaku hubungan kuat arus sebagai berikut.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Beda potensial antara ujung-ujung hambatan pada rangkaian paralel besarnya sama dengan beda potensial sumber, atau

$$V = V_{AB} = V_{CD} = V_{EF} .$$

Akibatnya persamaan di atas dapat ditulis:

$$\frac{V}{R_p} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

Atau

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Jadi hambatan pengganti dapat diperoleh dari persamaan berikut :

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

dengan R_p = hambatan pengganti parallel (Ω)

Contoh Soal

Dua buah lampu, masing-masing berhambatan 12 ohm dan 6 ohm dirangkakan paralel dengan sumber tegangan 12 volt.

- Berapa hambatan penggantinya?
- Berapa kuat arus yang mengalir pada masing-masing lampu?
- Berapa kuat arus total dalam rangkaian?

Penyelesaian :

Diketahui : hambatan $R_1 = 12 \text{ W}$, $R_2 = 12 \text{ W}$ dirangkakan

paralel beda potensial sumber, $V = 12 \text{ V}$

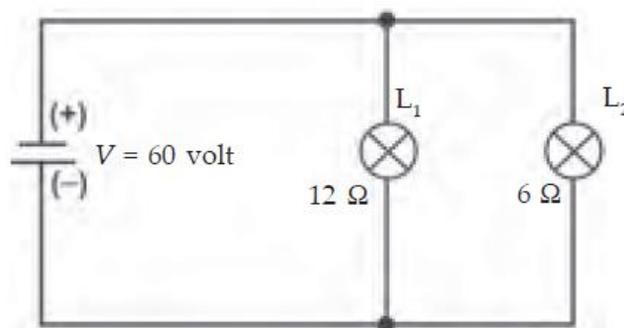
Ditanya : a. hambatan pengganti, R_p ;

b. kuat arus pada R_1 dan R_2 , yaitu I_1 dan I_2 ;

c. kuat arus total, I ?

Jawab :

Gambar rangkaian listrik yang terjadi



$$a. \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{12} + \frac{2}{12}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{3}{12}$$

$$R_p = \frac{12}{3} = 4 \Omega$$

Jadi besar hambatan penggantinya adalah 4 W.

$$b. I_1 = \frac{V}{R_1} + \frac{12V}{12\Omega} = 1A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} + \frac{12V}{6\Omega} = 2A$$

Jadi besar I_1 dan I_2 masing-masing adalah 1 A dan 2 A.

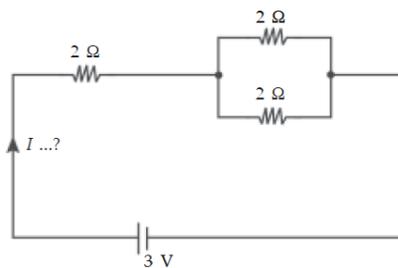
$$c. I_3 = \frac{V}{R_p} + \frac{12V}{4\Omega} = 3A$$

Kuat arus total dapat pula diperoleh dari hubungan

$$I = I_1 + I_2 = 1A + 2A = 3A$$

Jadi kuat arus total sebesar 3 A.

2. Perhatikan gambar di bawah ini.



Berapa kuat arus I pada rangkaian tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui :

hambatan $R_1 = R_2 = R_3 = 2 \Omega$, rangkaian campuran seri dan paralel beda potensial sumber, $V = 3 \text{ V}$

Ditanya : kuat arus, I ?

Jawab :

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

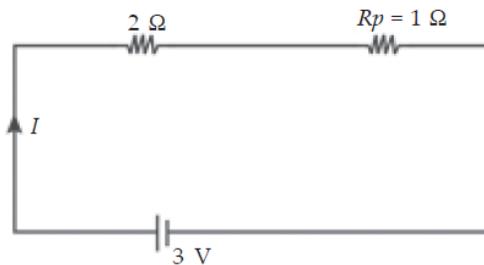
Strategi: cari dulu R penggantinya

R_2 dan R_3 terangkai secara paralel:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

$$R = 1 \Omega$$

Rangkaian menjadi:



Berarti R penggantinya dapat dihitung dengan cara berikut.

$$\begin{aligned} R &= R_1 + R_p = 2 \Omega + 1 \Omega \\ &= 3 \Omega \end{aligned}$$

Sehingga kuat arus dalam rangkaian dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{3} = 1 \text{ A}$$

Jadi, kuat arus rangkaian sebesar 1 A.

D. Daya dan Energi Listrik

Daya adalah jumlah energi yang dihabiskan dalam satuan waktu. Satuan daya dalam SI adalah watt. Daya listrik yang dihasilkan dapat diketahui dengan mengalikan beda potensial dengan kuat arus.

$$P = V \times I$$

Dengan $P = \text{daya (W)}$
 $V = \text{beda potensial (V)}$
 $I = \text{kuat arus (A)}$

Contoh Soal

Sebuah kalkulator memerlukan beda potensial 3 V. Ternyata timbul kuat arus 0,02 A. Berapa daya kalkulator tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : beda potensial, $V = 3 \text{ V}$
kuat arus, $I = 0,02 \text{ A}$

Ditanya : daya listrik, P ?

Jawab :

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 3 \text{ V} \times 0,02 \text{ A} \\ &= 0,06 \text{ VA} = 0,06 \text{ W} \end{aligned}$$

Jadi, daya kalkulator tersebut sebesar 0,06 W.

Penggunaan energi listrik bergantung pada daya listrik, selain itu juga bergantung pada lamanya peralatan itu digunakan. Berdasarkan uraian di atas maka energi listrik dapat dirumuskan:

$$W = P \times t$$

mengingat $P = V \times I$, maka:

$$W = V \times I \times t$$

Karena $V = I \times R$, maka persamaan di atas dapat pula ditulis:

$$W = I^2 \times R \times t$$

dengan $W = \text{energi listrik (J)}$

$P = \text{daya (W)}$

$t = \text{waktu (s)}$

$I = \text{kuat arus (A)}$

$R = \text{hambatan } (\Omega)$

Contoh Soal

Keluarga Mahfud memiliki 4 buah kipas listrik, masing-masing berdaya 50 W. Kipas-kipas tersebut digunakan 10 jam tiap hari. Berapa kWh-nya penggunaan energi listrik untuk kipas tersebut dalam satu bulan?

Penyelesaian

Diketahui : daya, $P = 4 \times 50 \text{ W} = 200 \text{ W} = 0,2 \text{ kW}$

$$\text{waktu, } t = 10 \text{ h} \times \frac{30 \text{ hari}}{\text{hari}} = 300 \text{ h}$$

Ditanya : energi listrik, W ?

Jawab :

$$W = P \times t$$

$$= 0,2 \text{ kW} \times 300 \text{ h}$$

$$= 60 \text{ kWh} . \text{ Jadi, energi listrik tersebut sebesar } 60 \text{ kWh}.$$

E. Elektromagnetik

Hubungan antara arus listrik dengan kemagnetan disebut elektromagnetik. Medan magnet dapat menghasilkan gaya pada arus listrik. Gaya ini disebut gaya Lorentz.

Besar dan arah gaya Lorentz yang bekerja pada sebuah penghantar dalam suatu medan magnet ditentukan oleh kuat medan magnet (B) yang mempengaruhi, kuat arus (I) yang dibawa oleh penghantar, panjang penghantar (L), serta sudut arah arus dan medan magnet yang mempengaruhi (α). Secara matematis, besarnya gaya Lorentz dapat dituliskan sebagai berikut.

$$FL = B I L \sin \alpha$$

dengan FL = besar gaya Lorentz (N)

B = kuat medan magnet (T)

I = kuat arus (A)

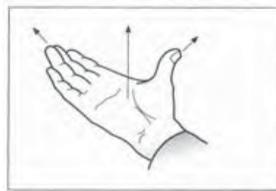
L = panjang penghantar (m)

α = sudut antara arah arus dan arah medan magnet

Dengan demikian, gaya Lorentz yang bekerja pada sebuah penghantar dalam suatu medan magnet akan maksimum jika arus dan medan magnet saling tegak lurus ($\alpha = 90^\circ$). Pada keadaan ini, besarnya gaya Lorentz dapat dituliskan sebagai berikut.

$$FL = B I l$$

Menentukan arah gaya Lorentz dapat dilakukan dengan menggunakan aturan kaidah tangan kanan seperti berikut :



Gambar 4.8 kaidah tangan kanan

Jika tangan kanan kita terbuka, maka arah gaya Lorentz sesuai gaya arah telapak tangan. Arah arus pada penghantar ditunjukkan oleh ibu jari, sedangkan arah medan magnet yang mempengaruhi sesuai dengan keempat jari yang lain.

Contoh Soal

1. Sebuah penghantar sepanjang 30 cm membawa arus sebesar 3 A dalam suatu medan magnet seragam. Kuat medan magnet diketahui sebesar 4 T. Tentukan besarnya gaya Lorentz yang berkerja pada penghantar tersebut jika arus yang mengalir tegak lurus terhadap medan magnet.

Penyelesaian

Diketahui : $B = 4 \text{ T}$

$$I = 3 \text{ A}$$

$$l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

Ditanya : FL jika $\alpha = 90$

Jawab:

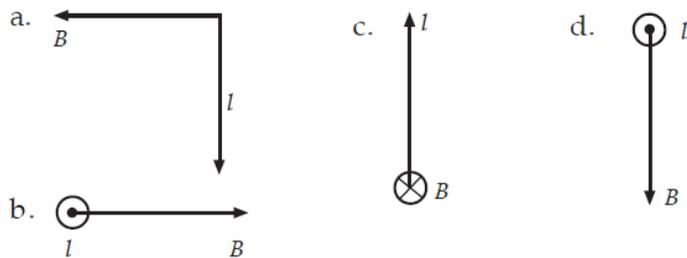
$$FL = B I l \sin \alpha$$

$$= 4 \times 3 \times 0,3 \times 1$$

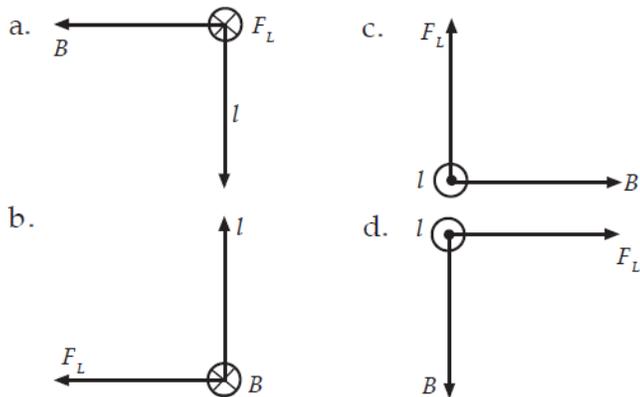
$$= 3,6 \text{ N}$$

Jadi, besar gaya Lorentz adalah 3,6 N.

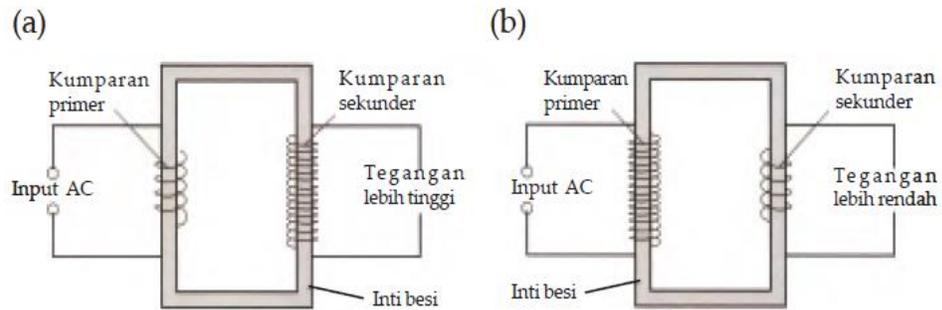
2. Tentukan arah gaya Lorentz pada gambar berikut.



Penyelesaian :



Transformator adalah alat yang dipergunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak balik. Transformator sederhana terdiri atas dua kumparan kawat, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder.



Gambar 4.9 Bagan transformator. (a) Transformator *step up* menaikkan tegangan, (b) Transformator *step down* menurunkan tegangan.

Arus induksi yang terjadi pada kumparan sekunder menunjukkan pada ujung-ujung kumparan sekunder terjadi beda potensial. Jika beda potensial pada kumparan sekunder lebih besar daripada beda potensial kumparan primer, maka transformator tersebut merupakan transformator penaik tegangan (*step up*). Sebaliknya jika beda potensial kumparan sekunder lebih kecil daripada beda potensial kumparan primer, maka transformator tersebut merupakan transformator penurun tegangan (*step down*).

Secara matematis hubungan antara jumlah lilitan dengan beda potensial pada kumparan transformator dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

dengan V_s = beda potensial pada kumparan sekunder (volt)

V_p = beda potensial pada kumparan primer (volt)

N_s = jumlah lilitan kumparan sekunder

N_p = jumlah lilitan kumparan primer

Contoh Soal

Sebuah transformator *step down* terdiri atas kumparan primer yang memiliki 1.200 lilitan dan kumparan sekunder yang memiliki 40 lilitan. Jika kumparan primer dihubungkan dengan beda potensial 220 V, maka berapa beda potensial pada kumparan sekunder?

Penyelesaian

Diketahui : lilitan kumparan primer, $N_p = 1.200$

lilitan kumparan sekunder, $N_s = 40$

beda potensial primer, $V_p = 220 \text{ V}$

Ditanya : beda potensial sekunder, $V_s = ?$

Jawab :

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$
$$\frac{V_s}{220\text{V}} = \frac{40}{1.200}$$

dengan perkalian silang diperoleh

$$V_s \times 1.200 = 40 \times 220 \text{ V}$$

$$V_s = \frac{40 \times 220 \text{ V}}{1.200}$$
$$= 7,3 \text{ V}$$

Jadi, beda potensial kumparan sekunder sebesar 7,3 V.

Untuk menyatakan seberapa besar perbandingan energi keluaran dibandingkan dengan energi masukan pada transformator, kita dapat menggunakan istilah efisiensi. Jika semakin besar efisiensi sebuah transformator, maka semakin sedikit energi listrik yang terbuang dari transformator menjadi energi panas.

Sebaliknya semakin kecil efisiensinya, maka semakin besar energi listrik yang berubah menjadi energi panas. Karena energi keluaran tidak mungkin melebihi energi masukan, maka harga efisiensi maksimum transformator adalah 100%. Untuk

transformator ideal (efisiensi 100%), energi listrik pada kumparan primer dipindahkan seluruhnya ke kumparan sekunder,

$$WP = WS$$

$$VP \times IP \times t = VS \times IS \times t$$

atau

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

Karena beda potensial sebanding dengan jumlah lilitan, maka untuk transformator ideal berlaku

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

dengan I_p = kuat arus pada kumparan primer (A)

I_s = kuat arus pada kumparan sekunder (A)

Contoh Soal

Sebuah transformator memiliki jumlah lilitan primer sebesar 900 lilitan dan kumparan sekunder 300 lilitan. Kumparan sekunder menghasilkan beda potensial 200 V. Ujung-ujung kumparan sekunder dihubungkan dengan pemanas berhambatan 20 ohm. Tentukan kuat arus primernya.

Penyelesaian

Diketahui : lilitan kumparan primer, $N_p = 900$

lilitan kumparan sekunder, $N_s = 300$

beda potensial primer, $V_s = 220$ V

hambatan, $R = 20$ ohm

Ditanya : kuat arus primer, I_p ?

Jawab :

I_s ditentukan dengan hukum ohm

$$I_s = \frac{V_s}{R}$$

$$I_s = \frac{200 \text{ V}}{20 \text{ ohm}} \\ = 7,3 \text{ V}$$

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

$$\frac{I_p}{10 \text{ A}} = \frac{300}{900}$$

dengan perkalian silang diperoleh

$$I_p \times 900 = 10 \text{ A} \times 300$$

$$I_p = 3,3 \text{ A}$$

Jadi, beda potensial kumparan primer sebesar 3,3 A.

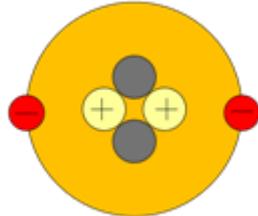
Latihan Soal !

1. Dua buah muatan masing-masing $q_1 = 6 \mu\text{C}$ dan $q_2 = 12 \mu\text{C}$ terpisah sejauh 30 cm. Tentukan besar gaya yang terjadi antara dua buah muatan tersebut, gunakan tetapan $k = 9 \times 10^9$ dalam satuan standar!
2. Dua buah muatan listrik yang nilainya sama dileakkan pada jarak r meter sehingga terjadi gaya coulomb sebesar F_1 Newton, ketika jarak keduanya diubah menjadi dua kali semula, gaya coulomb yang dialami menjadi F_2 . Perbandingan F_1 dan F_2 adalah...
 - a. 1:2
 - b. 2:1
 - c. 1:4
 - d. 4:1
 - e. 3:2
3. Jumlah muatan dari dua buah muatan q_1 dan q_2 adalah $-6 \mu\text{C}$. Jika kedua muatan tersebut dipisahkan sejauh 3m maka masing-masing muatan akan merasakan gaya listrik sebesar 8mN. Besar q_1 dan q_2 berturut-turut adalah...
 - a. $-5 \mu\text{C}$ dan $-1 \mu\text{C}$
 - b. $-10 \mu\text{C}$ dan $4 \mu\text{C}$
 - c. $-3 \mu\text{C}$ dan $-3 \mu\text{C}$
 - d. $-8 \mu\text{C}$ dan $2 \mu\text{C}$
 - e. $-4 \mu\text{C}$ dan $-2 \mu\text{C}$
4. Dua buah muatan listrik memiliki besar yang sama yaitu $6 \mu\text{C}$. Jika gaya coulomb yang terjadi antara dua muatan tadi adalah 1,6 N, tentukan jarak pisah kedua muatan tersebut!
5. Dua buah benda bermuatan listrik tidak sejenis, tarik-menarik dengan gaya sebesar F . Jika jarak kedua muatan didekatkan menjadi $1/3$ kali semula, maka gaya tarik-menarik antara kedua muatan menjadi... F
6. Dua buah benda bermuatan listrik tidak sejenis, tarik-menarik dengan gaya sebesar F . Jika jarak kedua muatan dijauhkan menjadi 4 kali semula, maka gaya tarik-menarik antara kedua muatan menjadi... F
7. Titik A dan titik B mempunyai beda potensial listrik sebesar 12 volt. Tentukan energi yang diperlukan untuk membawa muatan listrik 6μ Coulomb dari satu titik A ke titik B!
8. Dua buah partikel bermuatan listrik didekatkan pada jarak tertentu hingga timbul gaya sebesar F . Jika besar muatan listrik partikel pertama dijadikan $1/2$ kali

muatan semula dan besar muatan partikel kedua dijadikan 8 kali semula maka gaya yang timbul menjadi....

- a. 0,5 F b. 4 F c. 8,5 F d. 16 F e. 2,8 F

9. Perhatikan gambar berikut!



Nomor atom dan nomor massa pada model atom di samping adalah...

- a. 2 dan 4 b. 6 dan 4 c. 4 dan 2 d. 4 dan 6 e. 6 dan 2

10. Jika arus listrik sebesar 5 A mengalir pada sebuah konduktor selama 30 detik, maka banyak muatan listrik yang mengalir pada bahan konduktor tersebut adalah...

- a. 100 coloumb b. 150 coloumb c. 200 coloumb
d. 250 coloumb e. 175 coloumb

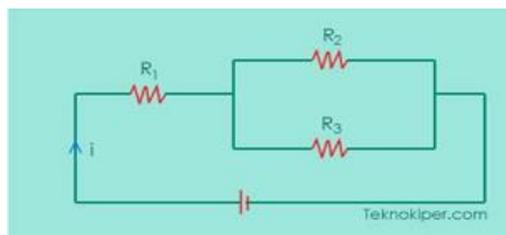
11. Jika dalam suatu penghantar mengalir muatan listrik sebesar 6 coloumb selama 1 menit maka kuat arus yang mengalir dlam hambatan itu adalah...

- a. 100 b. 150 c. 200 d.400 e. 300

12. Jika tegangan pada ujung-ujung resistor 6 ohm adalah 24 volt, maka kuat arus yang mellui resistor tersebut adalah....

- a. 4 Ampere b. 6 Ampere c.8 Ampere
d. 10 Ampere e. 12 Ampere

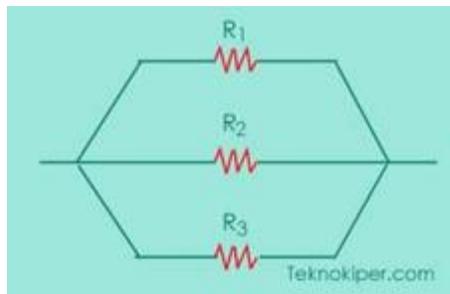
13. Perhatikan gambar berikut!



Besar hambatan $R_1 = 25\text{ohm}$, dan $R_2 = R_3 = 50\text{ ohm}$. Jika besar tegangan sumber adalah 25 volt maka besar kuat arus yang mengalir pad rsngksisn tersebut adalah...

- a. 0,2 Ampere b. 0,3 Ampere c. 0,4 Ampere
 d. 0,5 Ampere e. 0,6 Ampere

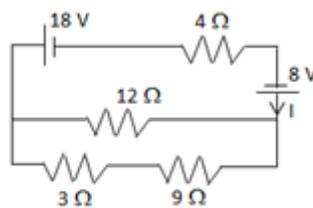
14. Perhatikan gambar dibawah ini!



Jika nilai hambatan ketiga resistor diatas berturut-turut adalah 2 ohm, 3 ohm, dan 4 ohm, maka besar hambatan penggantinya adalah...

- a. 13/12 volt b. 12/13 volt c. 10/13 volt
 d. 7/12 volt e. 7/13 volt

15. Perhatikan gambar rangkaian listrik dibawah ini !



Besar kuat arus total yang mengalir dalam rangkaian adalah...

- a. 0,25 b. 0,5 c. 1,0 d. 2,0 e. 1,5

DAFTAR PUSTAKA

Akhmadin, Johan. 2015. *Contoh Soal Hukum Newton dan Pembahasannya*. (<http://www.johanakhmadin.web.id/2015/11/contoh-soal-hukum-newton-dan-pembahasannya.html>, diakses tanggal 29 Juli 2017).

Asa Kwirinus.2013.*Fisika Kelas 8 : Usaha dan Energi*.(<https://www.slideshare.net/kwirinus2/fisika-kelas-8-energi-dan-usaha>, diakses tanggal 19 Juli 2017).

Edutafsi. 2017. *Soal dan Pembahasan Gerak Jatuh Bebas (GJB)*. (<http://www.edutafsi.com/2015/03/soal-dan-pembahasan-gerak-jatuh-bebas.html>, diakses tanggal 29 Juli 2017).

Edutafsi.2014.*Pembahasan Soal Ujian Nasional Usaha dan Energi*.(<http://www.edutafsi.com/2014/11/kumpulan-soal-jawaban-usaha-energi-daya.html>, diakses tanggal 19 Juli 2017).

Fisika Study Center.2017.*UN Fisika Usaha dan Energi*.(<http://fisikastudycenter.com/bank-soal-un-fisika-sma/200-un-fisika-usaha-dan-energi>, diakses tanggal 20 Juli 2017).

Giancoli. 2014. *Fisika Edisi Ketujuh Jilid I*. Jakarta : Erlangga.

Harianja Uniks. 2016. *Showing posts with label Elektronika Dasar*. (<http://www.uniksharianja.com/2015/06/soal-soal-latihan-gerak-lurus-berubah-beraturan-glbb.html>, diakses tanggal 29 Juli 2017).

Karyono, Dwi Satya dan Suharyanto. 2009. *Fisika 1 : untuk SMA dan MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Rumus Hitung.2014.*Rumus Penjumlahan dan Pengurangan Vektor*.(<http://rumushitung.com/2014/10/19/rumus-penjumlahan-dan-pengurangan-vektor/>, diakses tanggal 20 Juli 2017).

Samsulhadi Samson, Nurcrahmandi Setya.2010.*Ilmu Pengetahuan Alam (Terpadu)*.Jakarta:Pusat Perbukuan, Kementrian Pendidikan Nasional.

Tekniker.2016.*Contoh Soal dan Pembahasan Usaha dan Energi*.(<http://www.tekniker.com/2017/01/contoh-soal-dan-pembahasan-usaha-dan-energi.html>, diakses tanggal 20 Juli 2017).

Tim program pembekalan fisika dasar. 2016. *Materi Pemrograman Pembekalan Fisika Dasar*. Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan.

Universitas Pendidikan Indonesia.2008.*Konsep Dasar Fisika*.([http://file.upi.edu/Direktori/DUAL-MODES/KONSEP_DASAR_FISIKA/BBM_4_\(Usaha_dan_Energi\)_KD_Fisika.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/DUAL-MODES/KONSEP_DASAR_FISIKA/BBM_4_(Usaha_dan_Energi)_KD_Fisika.pdf), diakses tanggal 23 Juli 2017).