FISIKA DASAR I

oleh

Dra. Nurhernawati

Jurusan Pendidikan Fisika
Fakultas Pendidikan Matematika dan IPA
Institut Keguruan Ilmu Pendidikan
Padang 1987

KATA PENGANTAR

Buku ini ditulis dalam rangka menbantu kekurangan sumber-sumber bacaan bagi mahasiswa dan pelajar yang berhubungan dengan masalah yang tercantum dalam proses **Fisika Dasar I**, kesulitan sering terjadi karena kekurangan buku bacaan yang ditulis dalam bahasa Indonesia dan rendahnya kemampuan mahasiswa dalam mempelajari sumber-sumber yang ditulis dalam bahasa Inggris.

Mudah-mudahan dengan adanya buku ini, bahan bacaan tentang fisika akan bertambah, terutama sekali yang berhubungan dengan **Fisika Dasar I**.

Penulis mengharapkan kritikan-kritikan dan saran dari pembaca, penulis menyadari bahwa buku ini jauh dari sempurna, mudah-mudahan dengan adanya saran dan kritikan dari pembaca isi buku ini dapat lebih disempurnakan lagi dan ada manfaatnya.

Atas sumbangan pikiran dari para pembaca terlebih dahulu penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Desember 1987

Penulis

DAFTAR ISI

ooOoo

BAB I

PENDAHULUAN

Akib rkembangan alam dan gejala-gejala yang rlu didalami suatu ilmu yang disebut Ilmu Alam. a Ilmu Alam adalah ilmu yang mempelajari tentang perkembangan dari gejala-gejala alam yang timbul. Gejala-gejala alam ini dikelompokkan dalam berbagai disiplin ilmu diantaranya adalah **Ilmu Fisika.**

Fisika adalah cabang dari ilmu penbetahuan alam yang mempelajari tentang sifat-sifat yang terdapat pada benda mati, baik yang bersifat macrocosmos maupun microcosmos serta perubahannya yang bersifat sementara.

Macrocosmos adalah alam besar atau alam yang dapat dilihat langsung dengan indera kita seperti: Bulan, Bumi Batu, Bangunan dsb.

Microcosmos adalah alam kecil atau alam yang tak dapat diamati langsung oleh mata kita seperti: Amuba, Molekul, Atom, Elektron dsb.

Perubahan-perubahan yang bersifat sementara itu banyak jumlahnya seperti:

1. Besi dipanaskan memuai dan didinginkan menyusut
2. Air dipanaskan menguap
3. Es yang membeku dipanaskan melebur
4. Balom ditiup membesar
5. Air didinginkan membeku
6. Dsb.

Pada abad ke-17 Issac Newton bangsa Inggris (1642 -

1727) mengatakan bahwa setiap benda yang jatuh disebabkan adanya sesuatu gaya gravitasi bumi yang arahnya menuju pusat massa bumi yang terkenal dengan teori Gravitasi Bumi.

Kenapa Ilmu Fisika diajarkan?

Ilmu Fisika diajarkan untuk mengetahui beberapa tujuan, antara lain:

1. Ingin tahu
2. Untuk memanfaatkan sifat-sifat gejala alam yang ada pada benda mati untuk kepentingan kehidupan
3. Untuk mengetahui dan mengakui bahwa alam ini merupakan ciptaan yang Kuasa.

Apa yang diajarkan dalam Fisika?

Ilmu fisika mengajarkan:

segala sesuatu yang dapat dilihat oleh indera kita baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk benda yang tak dapat dilihat langsung dipergunakan alat bantu. Contoh: untuk melihat benda angkasa dipakai Teleskop dan untuk benda yang kecil dipakai mikroskop.

Dari uraian diatas jelaslah ilmu fisika sangat besar manfaatnya dalam kehidupan manusia lebih-lebih pada abad sekarang ini perkembangan teknologi hampir 75% dikuasai ilmu fisika.

ooo

BAB II

MEKANIKA

Mekanika adalah cabang dari fisika yang mempelajari tentang benda yang bergerak, terbagi atas:

- KINEMATIKA adalah cabang dari fisika yang mempelajari benda yang bergerak dengan tidak memperhitungkan sebab dan akibatnya.
- STATISTIKA adalah cabang dari fisika yang mempelajari tentang benda diam.
- DINAMIKA adalah cabang dari fisika yang mempelajari benda yang bergerak dengan memperhitungkan sebab dan akibatnya.

1. Matematika Sebagai Alat Bantu Dalam Fisika

Didalam mempelajari fisika kita tidak bisa terlepas terlepas dari matematika, sebab dengan matematika pembahasan fisika dapat diselesaikan sehingga kita dapat menghasilkan ketentuan seperti harga dari suatu hasil pengukuran, hukum-hukum dan perhitungan lainnya.

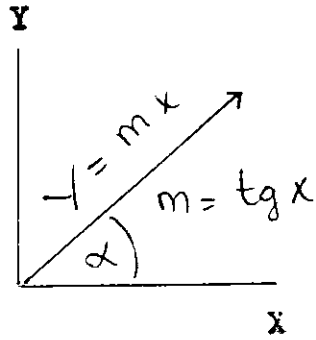
A. Grafik dan Interpretasinya

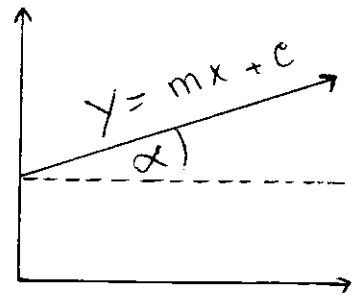
Contoh:

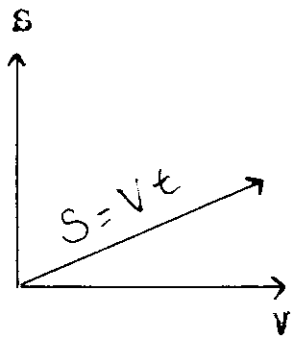
Y berbanding lurus dengan X, jika perubahan Y terdapat sebuah relasi, sehingga pembanding Y dan X selalu konstan.

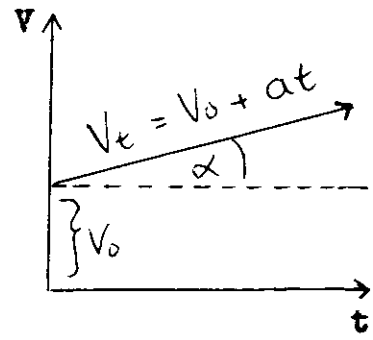
Notasi: $\frac{Y}{X} = m$ atau $Y = m.x$

grafik ....









Perbandingan

1. Perbandingan Langsung atau Lurus

   adalah suatu perbandingan apabila suatu komponen diperbesar , komponen lain ikut besar.

   Contoh: $Y = m.x$

   Y berbanding langsung dengan x

   m berbanding langsung dengan Y/x

2. Perbandingan Terbalik atau berbanding terbalik

   adalah suatu perbandingan apabila suatu komponen diperbesar, komponen lainnya jadi kecil.

   Contoh: $S = V.t$

   $V = \frac{S}{t}$

   V berbanding terbalik dengan t (waktu)

   apabila V besar, t jadi kecil (singkat)

B. Vektor dan Hitungan Vektor

1. Dasar-dasar Vektor

Vektor adalah suatu besaran fisis yang mempunyai harga atau nilai dan arah.

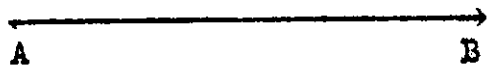
Ciri-ciri Vektor

a. mempunyai titik tangkap (acuan)

b. mempunyai nilai(harga) yang dinyatakan dengan panjang anak panah

c. mempunyai arah yang dinyatakan dengan arah anak panah.

Contoh vektor:



titik A adalah titik tangkap vektor AB

titik B adalah titik ujung vektor AB

tanda panah adalah arah vektor

Cara penulisannya:

a. vektor AB

b. $\overrightarrow{AB}$ atau $\overline{AB}$

c. dilambangkan dengan huruf kecil

contoh: vektor a atau $\overline{a}$

Sifat-sifat Vektor:

a. dapat dipindahkan

b. dapat dijumlahkan

c. dapat dikurangkan

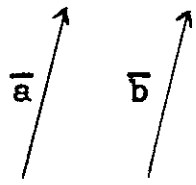
d. dapat dikalikan

Suatu vektor dapat dipindahkan dengan syarat besar dan arahnya tak berubah.

Definisi

* Dua vektor dinyatakan sama apabila besar dan arah vektor itu sama.

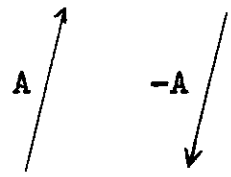
  Contoh:



vektor $\bar{a}$ = vektor $\bar{b}$

$\bar{a} = \bar{b}$

* Suatu vektor arahnya berlawanan dengan vektor A besarnya sama dinyatakan dengan -A.



$\bar{A} = (-\bar{A})$

* Jumlah atau resultan vektor A dan B adalah vektor C diperoleh dengan menempatkan pangkal B pada ujung vektor B dan resultan (C) adalah garis penghubung antara ujung A dan ujung B.

* Selisih vektor A dan B dinyatakan dengan $\bar{A} - \bar{B}$ jika dijumlahkan dengan vektor B menghasilkan vektor A.

  $\bar{A} - \bar{B}$ dapat didefinisikan $\bar{A} + (-B)$

  Jika $\bar{A} - \bar{B}$ maka $\bar{A} - \bar{B}$ menghasilkan 0 (nol) dan ditandai dengan $\bar{0}$ atau 0.

  Vektor 0 tak punya besar dan arah, vektor yang tak punya besar dan arah disebut **vektor Frofer.**

* Hasilkali vektor A dengan skalar M adalah $M\bar{A}$ yang besar jumlahnya $M \times \bar{A}$.

  Vektor $\overline{MA}$ berarah sama jika M positif dan berlawanan arah jika M negatif.

Jika $M = 0$ maka $MA = 0$ diperoleh vektor 0

Hukum-hukum Aljabar Vektor

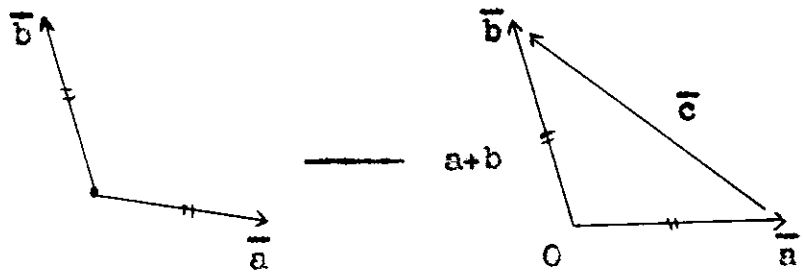
1. $\bar{A} + \bar{B} = \bar{B} + \bar{A}$ Hukum Komutatif
2. $\bar{A} + (\bar{B}+\bar{C}) = (\bar{A}+\bar{B}) + \bar{C}$ Hukum Asosiatif Jumlah
3. $m\bar{A} + \bar{A}m =$ Hukum Komutatif
4. $m(n\bar{A}) = mn(\bar{A})$ Hukum Asosiatif Perkalian
5. $m + n(\bar{A}) = m\bar{A} + n\bar{A}$ Hukum Distributif
6. $m + (\bar{A}+\bar{B}) = m\bar{A} + m\bar{B}$ Hukum Distributif

Menjumlah dan Mengurangkan Vektor

Menjumlah dan mengurangkan vektor terbagi dengan beberapa cara:

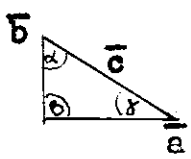
1. cara segi tiga
2. cara jajaran genjang
3. cara poligen (segi banyak)

ad 1. Cara Segi Tiga



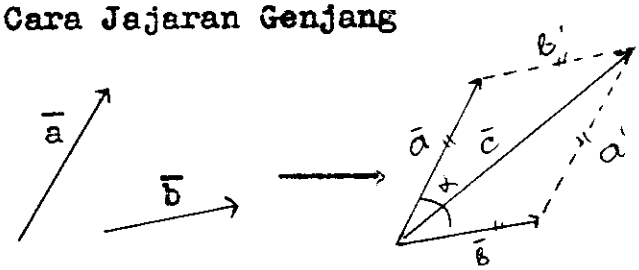
$$\boxed{\bar{a} + \bar{b} = \bar{b} + \bar{a}}$$

hubungan masing-masing vektor



$$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma}$$

ad.2 Cara Jajaran Genjang

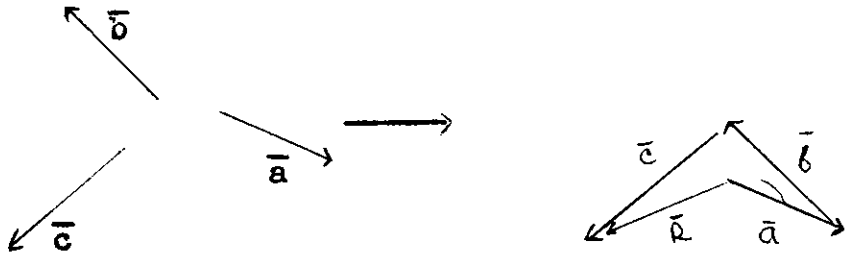


Resultan vektor = c = $\bar{a} + \bar{b}$

/c/ = besar vektor

/c/ = $\sqrt{a^2 + b^2 + 2\ ab \cos\alpha}$

ad.3 Cara Poligon (suku banyak)



$$\boxed{R = a + b + c}$$

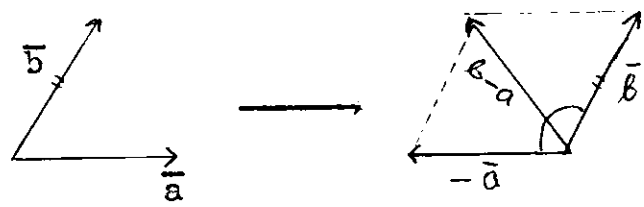
Mengurangkan Vektor

Vektor $\bar{a}$ dan vektor $\bar{b}$ panjang sama tetapi berlawanan arah.

Diketahui vektor $\bar{a}$ dan $\bar{b}$ maka $\bar{b} - \bar{a} = \bar{b} + (-a)$

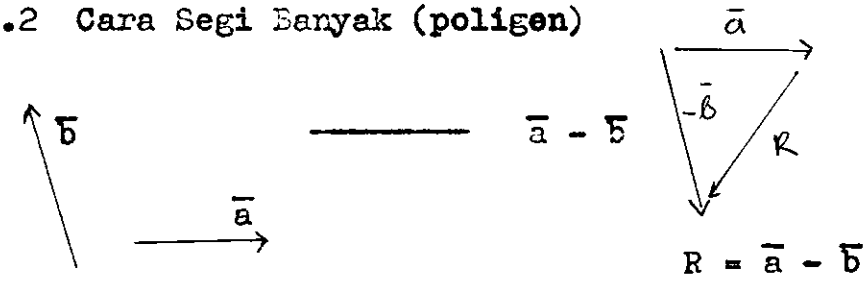
ad.1 Cara Jajaran Genjang

Contoh:



/R/ = $\sqrt{a^2 + b^2 - 2\ ab \cos\alpha}$

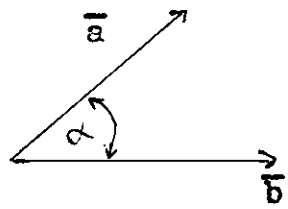
ad.2 Cara Segi Banyak (poligon)



Perkalian Vektor

Contoh:

Perkalian dua vektor $\bar{a}$ dan $\bar{b}$ secara perkalian titik.



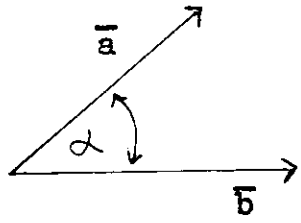
$$\bar{a}.\bar{b} = \bar{a}.\bar{b} \cos \alpha$$

$$a = /\bar{a}/$$

$$b = /\bar{b}/$$

$$\alpha = (\bar{a}.\bar{b})$$

Perkalian dua vektor $\bar{a}$ dan $\bar{b}$ secara perkalian silang.



$$\bar{a} \times \bar{b} = \bar{a}.\bar{b} \sin \alpha$$

$$a = /\bar{a}/$$

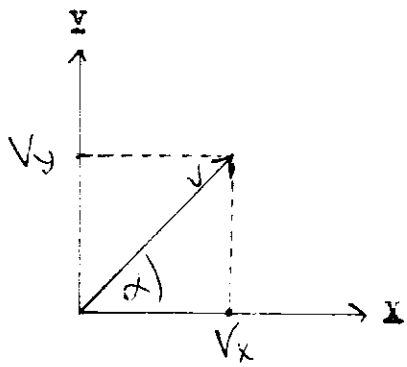
$$b = /\bar{b}/$$

$$\alpha \measuredangle (a.b)$$

Penguraian Vektor

Menguraikan vektor pada hakekatnya adalah anti dari menjumlahkan vektor,

....



Vx = Vx cos (proyeksi V pada sumbu X)

Vy = Vy sin (proyeksi V pada sumbu Y)

Besarnya $/V/ = / \overline{Vx^2 + Vy^2}$

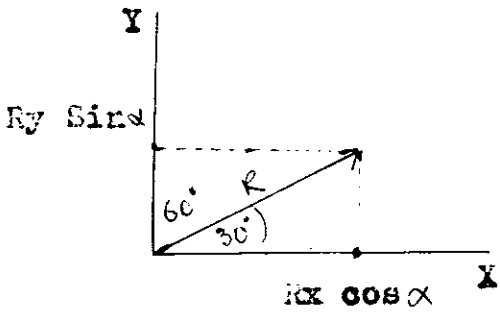
Arah vektor V dapat ditentukan dengan menghitung sudut .. , dimana:

$$\boxed{tg = \frac{Vy}{Vx}}$$

Contoh Hitungan Vektor

1. Dua vektor saling tegak lurus panjangnya 100 cm, salah satu gaya membentuk sudut 30° dengan resultannya. Berapa panjang gaya tersebut?

<u>Penyelesaian</u>



Proyeksi pada sumbu X

X = Rx cos

= 100 x cos 30°

= 100 x ½ /3

= 50/3 = 86,6

Proyeksi pada sumbu Y

Y = Ry Sin

= 100 sin 60°

= 100 ½ /3

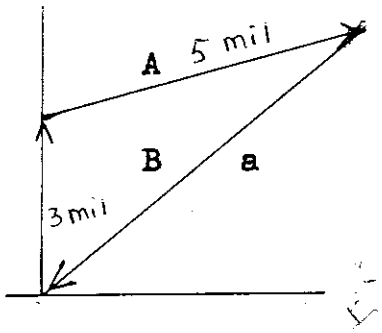
= 50 /3 = 86,6

Maka panjang gaya tersebut adalah 86,6 satuan(Newton)

2. Sebuah mobil berjalan 3 mil ke utara kemudian 5 mil ke timur, hitunglah besar vektor secara grafik dan analitik.

<u>Penyelesaian</u>:

- Secara Grafik



A + B ± 78 cm diukur dengan mistar, arah ± 61'50 ke utara dari timur.

- Secara Analitik

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2\ ab\ \cos$$
$$= 25 + 9 - 2.5.3 \cos -135^o\ (\sin 45^o)$$
$$= 34 + 30 \cdot \tfrac{1}{2}\sqrt{2}$$
$$= 34 + 15\sqrt{2}$$
$$= 34 + 21$$
$$a = \sqrt{55} = 7{,}4 \text{ mil}$$

Soal-soal Latihan

1. Lukiskan 2 vektor gaya yang besarnya 7 N dimana 1 N = 2 cm.
2. Dua vektor gaya yang masing-masing 8 dan 8 satuan. Lukislah resultannya secara lukisan dan perhitungan.
   a. Searah
   b. Berlawanan arah
   c. Saling menyiku

d. Membentuk sudut: 30°, 45°, 60°, 120°, 150°, 240°.

3. Tentukan jumlah dua vektor yang mengapit sudut 60° yang masing-masing besarnya 50 cm dan 75 cm.
   Catatan 1 cm mistar = 10 cm ukuran.

4. Uraikan sebuah vektor yang siku-menyiku dan tentukan harga vektor-vektornya.

5. Sebuah vektor sebesar 210 satuan yang membentuk sudut 60° dengan bidang datar.
   Tentukan harga komponen-komponennya.

6. Dua vektor $\bar{A}$ dan $\bar{B}$ yang setitik tangkap masing-masing panjangnya 3 satuan dan 4 satuan. Kedua vektor ini membentuk sudut 120°. Jika kedua vektor dipadukan hitung resultannya.

7. Vektor $\bar{A}$ besarnya 5 cm dan vektor $\bar{B}$ 3 cm, bertitik tangkap di O, saling membentuk sudut 60°.
   Berapakah jumlah kedua vektor tersebut?

8. Jika vektor $\bar{a}$ dan $\bar{b}$ saling membentuk sudut 30°, masing-masing 8 dan 6 satuan.
   Hitunglah: a. $\bar{a} \cdot \bar{b}$
   b. $\bar{a} \times \bar{b}$

2. Besaran Satuan dan Pengukuran

Besaran adalah kuantitas dalam hal ini dimaksudkan sebagai sifat fisis sesuatu objek yang dinyatakan didalam angka-angka dan oleh karenanya menjadi operasional dan lengkap apabila diiringi dengan satuan-satuannya.

Demikian pentingnya pengetahuan dan pemikiran tentang kuantitas sehingga Lord Kelvin, pernah menyatakan kira-kira sebagai berikut: Jika seseorang dapat mengukur sesuatu dan

menyatakannya dalam angka-angka, maka orang tersebut telah tahu sesuatu tentang hal itu. Tetapi bila tidak, maka pengetahuannya adalah pengetahuan dangkal dan tidak memuaskan, mungkin hal itu baru permulaan dari suatu ilmu pengetahuan dan bagaimanapun belum maju dalam taraf ilmu pengetahuan.

Besaran-besaran dapat dikelompokkan dalam dua bagian, yaitu:

1. **Besaran Fisis** yang memerlukan perincian baik besar-maupun arahnya yang disebut **besaran vektor.**
2. Besaran Fisis yang hanya memerlukan perincian hanya besarnya yang disebut **besaran skalar.**

Dalam menentukan kuantitas hasil pengukuran dalam fisika harus diikuti dengan satuan. Satuan ini diambil dan perbandingan-perbandingan yang dianggap mempunyai harga yang tetap atau constant yang disebut **besaran standar** atau pokok dan besaranpbesaran lain ditentukan dengan hasil turunan dari besaran-besaran pokok ini.

Sistim satuan pada prinsipnya ada dua(2) sistem:

1. Sistim satuan statis
2. Sistim satuan dinamis

Sistim Satuan Statis

1. Satuan gaya
2. Satuan panjang
3. Satuan waktu

Sistim Satuan Dinamis

Sistim ini dibagi atas dua(2) bagian

1. Sistim m-k-s (meter-kilogram-second)
2. Sistim c-g-s (centimeter-gram-second)

Sistem	Panjang	massa	waktu
m k s	meter	kg	s (detik)
c g s	centi meter	gr	s (detik)

Pada tahun 1960 pada "Conference Generale des Poids et Measure" (CGPM) diresmikan sistem satuan yang dikenal sebagai "Sistem International" yang disingkat SI. Sistem ini mempunyai lambang dan dimensi satuan. Dimensi adalah cara suatu besaran tersusun oleh besaran pokok.

Sistem itu memuat tujuh(7) besaran pokok yaitu:

No	Besaran Pokok	Nama Satuan	Lambang	Dimensi
1	Panjang	Meter	m	L
2	Massa	Kilo gram	kg	M
3	Waktu	Second	s (dt)	T
4	Arus Listrik	Amper	A	I
5	Suhu	Kelvin	K	Θ
6	Kuat Cahaya	Kandela	Cd	(J)
7	Jumlah zat	Mole	Mol	(N)

Besaran Turunan

Contoh:

1. Kecepatan : satuannya m/dt
2. Volume : satuannya m^3
3. Luas ....

Penetapan Satuan Standart

1. Penetapan Satuan panjang

   Mula-mula satu meter didefinisikan adalah jarak dua (2) goresan Platina Iridium pada suhu $0^{o}C$, yang sekarang disimpan di Sevres Paris.

   Karena kuatir akan dipengaruhi oleh sifat fisika dan sifat kimia, maka pada tahun 1960, satu meter standar = 1.650.763.73 kali panjang gelombang cahaya yang dihasilkan sinar Kripton.

2. Penetapan Satuan Massa

   Mula-mula ditetapkan massa sepotong platina iridium yang berbentuk silinder, yang disimpan di Paris. Karena takut dipengaruhi sifat fisika dan kimia. Kemudian ditetapkan massa satu liter air murni pada suhu $4^{o}C$.

3. Penetapan Satuan Waktu

   Mula-mula ditetapkan

   $$1 \text{ detik} = \frac{1}{31.556.925.9747} \quad \text{tahun 1900}$$

   disamakan dengan waktu yang diperlukan oleh atom Caesium untuk bergetar sebanyak 9.192.631.770 kali.

4. Satuan Arus Listrik

   Satu(1) amper didefinisikan jumlah muatan listrik yang melewati suatu penghantar dalam satu detik.

5. Penetapan Satuan Suhu

   Mula-mula ditetapkan titik lebur es $0^{o}C$ dan titik didih air $100^{o}C$ pada 1 atm (76 cmHg)

Kemudian ditetapkan pada tahun 1954, titik lebur es pada 1 atm = 173,15°K dan titik didih air pada 76 cmHg = 373,15°K.

6. **Penetapan Satuan Kuat Cahaya**

Mula-mula dipakai lilin yang merupakan sumber cahaya buatan. Pada tahun 1948 ditetapkan yaitu cahaya yang dipancarkan oleh benda hitam pada suhu titik lebur platina (1773°C) yang dinyatakan dengan 1 kandela.

Kemudian didefinisikan 1 kandela = benda hitam seluas 1 meter persegi bersuhu 1773°C akan memancarkan cahaya tegak lurus dengan kekuatan 6×10^5 kandela.

7. **Penetapan Satuan Jumlah Zat**

Jumlah zat diukur dengan mole.

satu(1) mole adalah terdiri dari $6{,}025 \times 10^{23}$ buah partikel ($6{,}025 \times 10^{23}$ = bilangan Avogandro).

Contoh Soal

1. Tekanan adalah gaya persatuan luas, maka dimensi tekanan adalah:

jawab $$P = \frac{F}{A} = \frac{(kgm/dt^2)}{m^2} = \frac{kg/dt^2}{m} = ML^{-1}T^{-2}$$

2. Usaha adalah gaya kali jarak, dimensi usaha adalah:

$$\begin{aligned} W &= F \times S \\ &= kg\ m/dt^2 \times m \\ &= kg\ m^3/dt^2 \\ &= M\ L^3T^{-2} \end{aligned}$$

Carilah

Dimensi dari persamaan PV = nRT

R = Konstanta gas umum yang mempunyai dimensi.

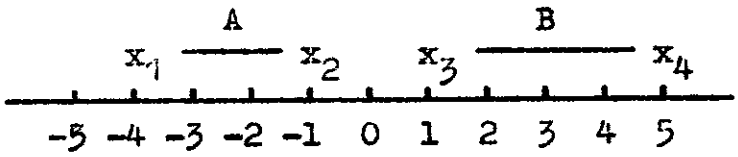
C. Berak

Gerak didefinisikan sebagai suatu perubahan letak yang terus menerus atau benda dikatakan bergerak apabila sudah pindah tempat.

Disini akan kita bicarakan gerak lurus yaitu gerak yang lintasannya sepanjang garis lurus.

1. Jarak dan Perpindahan

Disini diambil jarak perpindahan pada sumbu mendatar atau sumbu x.



Dalam waktu t benda A bergerak dari x_1 ke x_2 dan B dari x_3 ke x_4.

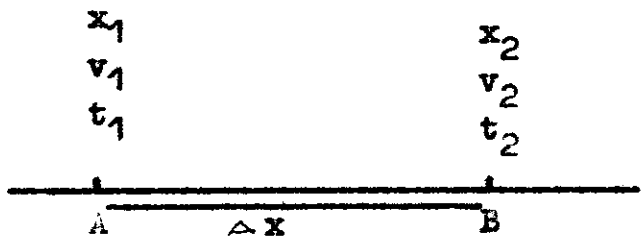
A mengalami perpindahan sejauh = $x_2 - x_1$ = jarak
= -1(-4) = 3 satuan ke kanan (+)

B mengalami perpindahan sejauh = $x_4 - x_3$ = jarak
= 5 - 1 = 4 satuan ke kanan (+)

2. Gerak Lurus (GL)

Apabila lintasannya garis lurus

Contoh:



Kecepatan rata-rata $\bar{v} = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{x}{t}$

Kecepatan Sesaat $\quad v_s = \lim\limits_{t \to 0} = \dfrac{x}{t} = \dfrac{dx}{dt}$

$v = f(t)$

Dari persamaan $dx = v\,dt$

$$\int_{x_o}^{x} dx = \int_{t_o}^{t} v\,dt$$

Bila x_o adalah posisi benda pada t_o maka:

$$\int_{x_o}^{x} dx = x - x_o \;;\quad x - x_o = \int_{t_o}^{t} v\,dt$$

Pada x_o; $t = 0$ jarak mula-mula $= 0$

$$x = x_o + v\,(t - t_o)$$

$$= 0 + v\,(t - t_o)$$

$$\underline{x = v_x t}$$

Contoh Soal

Sebuah partikel bergerak sepanjang sumbu x posisi setiap saat dinyatakan dengan persamaan $x = 5\,t^2 + 1$, x dalam meter, t dalam detik dalam selang waktu 2 dan 3 detik.

Jawab:

t_o ....

$t_o = 2$ dt. t_1. 3 dt

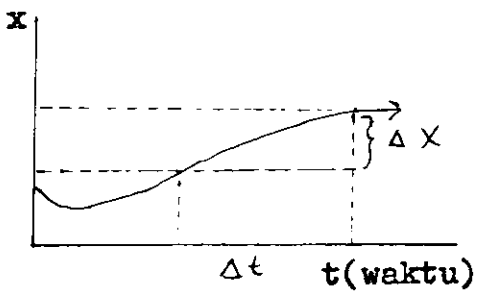
$X_o = 5\ (2)^2 + 1$

$= 5\ (4) + 1$

$= 20 + 1$

$= 21$ m

Grafik kecepatan sesaat



$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$

* **Percepatan**

Percepatan adalah sebagai perubahan kecepatan tiap satuan waktu.

Δv = perubahan kecepatan (m/dt)

Δt = perubahan waktu (dt)

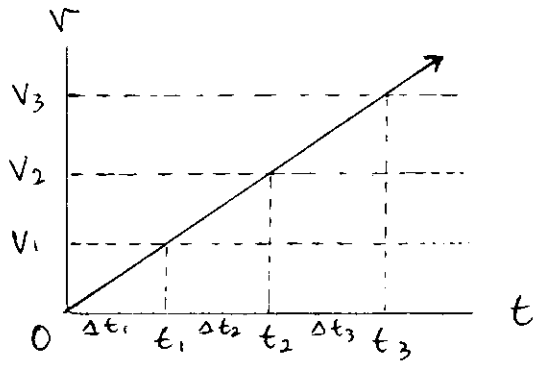
a = percepatan

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Percepatan tetap

Adalah jika dalam selang waktu yang sama mengalami perubahan kecepatan yang sama.

Grafik



Grafik ini memperlihatkan pada $t_1 = t_2 = t_3$

akibatnya $v_1 = v_2 = v_3$

Percepatan Sesaat

Percepatan sesaat yaitu percepatan suatu benda pada saat tertentu.

Jika v = perubahan kecepatan m/dt

t = perubahan waktu dt

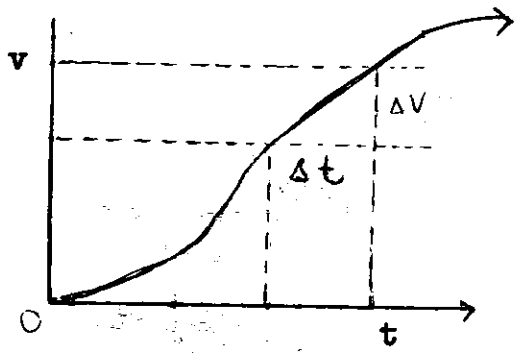
$$\bar{a} = \frac{v}{t} = m/dt$$

Percepatan Sesaat:

$$a = \lim_{t \to 0} \frac{v}{t} = \frac{dv}{dt}$$

karena: $v = \frac{dx}{dt}$ maka $a = \frac{d}{dx}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2}$

Grafik percepatan



* **Berak Lurus Beraturan**

Suatu benda dikatakan melakukan gerak lurus beraturan apabila lintasannya berbentuk garis

maka $v = s/t$; $s = v.t$

Contoh Soal

Sebuah sepeda motor menempuh lintasan 100 m dalam waktu 10 detik, berapakah kecepatan benda?

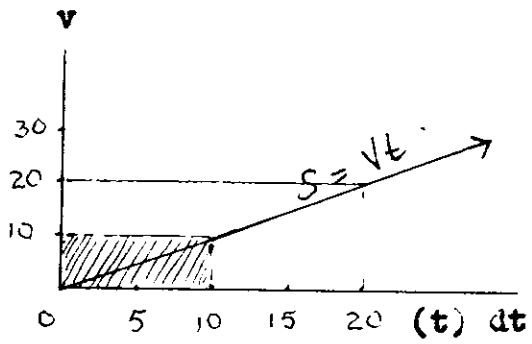
Penyelesaian:

$S = 100$ m

$t = 10$ dt

$v = \frac{s}{t} = \frac{100}{10} = 10$ m/dt

Grafik



Lintasan yang ditempuh merupakan daerah yang diarsir.

* **Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)**

Bila suatu benda bergerak dengan garis lurus dan kecepatannya selalu berubah secara beraturan, maka benda itu dikatakan **gerak lurus berubah beraturan.**

Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) ini dibagi atas dua(2) bagian:

1. Gerak lurus berubah beraturan percepatan
2. Gerak lurus berubah beraturan diperlambat.

Gerak lurus dipercepat(dipercepat) apabila dalam selang waktu kecepatannya bertambah secara beraturan.

Yang menyebabkan perubahan kecepatan ini adanya faktor kecepatan, (a), untuk percepatan a berharga positif dan untuk perlambatan a berharga negatif.

Jika kecepatan awal benda = v_o m/dt

kecepatan stl.waktu t= v_t m/dt

waktu yang diperlukan= t dt

lintasan yg ditempuh = s m

maka: $s = v_o t + \frac{1}{2} at^2$

$$v_t = v_o + a\,t$$

$$t = \frac{v_t - v_o}{a}$$

$$a = \frac{v_t - v_o}{t}$$

Grafik

v

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

t

Contoh Soal

1. Sebuah benda dengan kecepatan awal 10 m/dt. Setelah bergerak selama 20 dt benda itu berhenti, berapa perlambatan dari benda itu?

   Penyelesaian:

   v_o = 10 m/dt t = 20 dt

   v_t = 0 .. karena benda berhenti.

$$a = \frac{v_t - v_o}{t} = \frac{0 - 10}{20} = -0{,}5 \text{ m/dt}$$

Jadi perlambatan benda adalah 0,5 m/dt. Tanda negatif menandakan gerak diperlambat.

2. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan awal 30 m/dt dalam waktu 10 dt kecepatannya berubah menjadi 60 m/dt, berapa jauh lintasan mobil tersebut?

Penyelesaian:

v_o = 30 m/dt

v_t = 60 m/dt

t = 10 dt.

$$a = \frac{v_t - v_o}{t} = \frac{60 - 30}{10} = \frac{30}{10} = 3 \text{ m/dt}^2$$

$$s = v_o t + \tfrac{1}{2} at^2$$

$$= 30(10) + \tfrac{1}{2}(3)(10)^2$$

$$= 300 + \tfrac{1}{2}\, 300$$

$$= 300 + 150$$

$$= 450 \text{ m}$$

3. Buktikan pada gerak lurus berubah beraturan berlaku rumus: $v_t^2 = v_o^2 + 2\,as$

Penyelesaian:

v_o = kecepatan awal (m/dt)

v_t = kecepatan akhir (m/dt)

a = percepatan

s = jarak yang ditempuh.

<u>Bukti</u>

$$v_t = v_o + at \quad ; \quad t = \frac{v_t - v_o}{a}$$

substitusi....

Substitusikan harga t

$$s = v_o t + \tfrac{1}{2} a t^2$$

$$s = v_o \left(\frac{v_t - v_o}{a}\right) + \tfrac{1}{2} a \left(\frac{v_t - v_o}{a}\right)^2$$

$$= \frac{v_o \cdot v_t - v_o^2}{a} + \tfrac{1}{2} a \left(\frac{v_t^2 - 2\, v_o \cdot v_t + v_o^2}{a^2}\right)$$

$$= \frac{v_o \cdot v_t}{a} - \frac{v_o^2}{a} + \left(\frac{v_t^2 - 2\, v_o \cdot v_t + v_o^2}{2\, a}\right)$$

$$= \frac{v_o \cdot v_t}{a} - \frac{\cancel{v_o^2}}{2a} + \frac{v_o^2}{2a} - \frac{2\, v_o \cdot v_t}{a} + \frac{\cancel{v_o^2}}{2a}$$

$$= -\frac{v_o^2}{a} + \frac{v_t^2}{2a} + \frac{v_o^2}{2a}$$

$$= -\frac{2\, v_o^2}{2a} + \frac{v_t^2}{2a} + \frac{v_o^2}{2a}$$

$$s = \frac{v_t^2 - v_o^2}{2a} \quad ; \quad 2\, as = v_t^2 - v_o^2$$

sehingga $v_t^2 = v_o^2 + 2\, as$ (terbukti)

<u>Soal-soal</u>

1. Sebuah benda melakukan gerak berubah beraturan dengan percepatan 3 cm/dt dan kecepatan awalnya 5 cm/dt, tentukan kecepatan akhir dan jalan yang ditempuh setelah 3,5 dt dan 8,5 dt.

2. Sebuah benda bergerak lurus beraturan dengan perlambatan 2 cm/dt^2 dan kecepatan awalnya 10 cm/dt. Hitung kecepatan dan jalan yang ditempuh setelah 5 dt dan 10 dt.

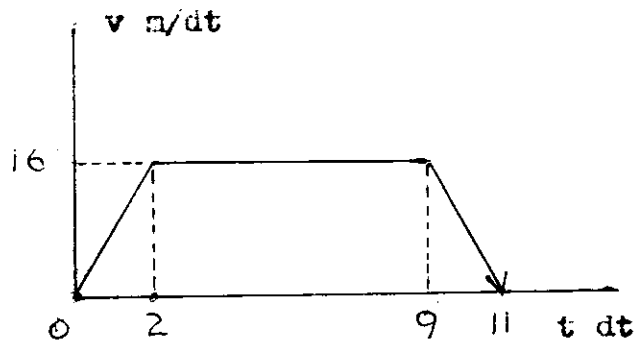
$$s = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

3. Benda yang melakukan gerak lurus berubah beraturan setelah bergerak 10 dt menempuh lintasan 230 m dan kecepatannya pada saat itu 105 dm/dt. Hitung kecepatan awal dan percepatannya.

4. Dua buah benda saling mendekati pada jarak 500 cm yang satu dengan kecepatan 5 m/dt yang lain dengan percepatan 2 m/dt^2. Setelah berapa detik dan dimana benda bertemu?

5. Seorang anak menyeberangi sungai yang lebarnya 420 m, kecepatan arus air 2,5 m/dt. Jika ia mengarahkan perahunya siku-siku pada tepi sungai dengan kecepatan tetap sebesar 2,625 m/dt.
   a. gambarkan grafik lintasan perahu
   b. waktu yang diperlukan untuk menyeberangi
   c. tempat ia sampai ke tepi lain
   d. jarak yang dilaluinya.

6.

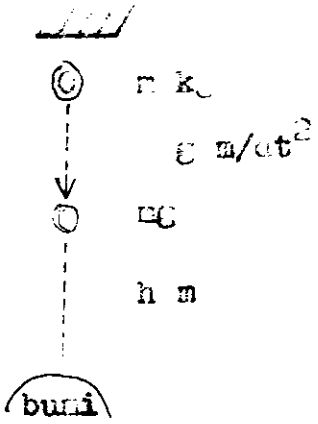


Dari grafik diats menggambarkan gerakan sebuah benda, maka jarak yang ditempuh selama sebelas detik tersebut adalah..

Gerak Jatuh Bebas

Suatu benda dikatakan jatuh bebas apabila tidak mempunyai kecepatan awal dan mempunyai percepatan yang hampir sama yaitu sebesar harga gravitasi bumi di tempat itu.

Gambar:



mula-mula benda pada ketinggian h m dari bumi, karena pengaruh gravitasi benda jatuh dengan sendirinya tanpa kecepatan awal dengan memenuhi persamaan gerak lurus berubah beraturan.

m = massa benda (kg)

h = tinggi letak benda (meter)

g = percepatan gravitasi bumi (m/dt^2)

maka lintasan dalam GLBB

$$s = v_o t + \tfrac{1}{2} at^2 \quad \ldots\ldots \quad s = h$$

$$a = g$$

$$v_o = 0$$

maka $h = v_o t + \tfrac{1}{2} gt^2$

$$= 0.t + \tfrac{1}{2} gt^2$$

$$h = \tfrac{1}{2} gt^2$$

$$v_t = v_o + gt$$

$$v_t = gt$$

Waktu yang diperlukan untuk mencapai bumi:

$$h = \tfrac{1}{2} gt^2$$

$$t^2 = \frac{h}{\tfrac{1}{2}g} \; ; \qquad t = \underline{\underline{\sqrt{2\,gh}}}$$

Contoh soal:

Sebuah benda dengan massa 8 kg terletak pada ketinggian 80 m dari bumi, berapa waktu yang dibutuhkan benda kalau benda jatuh bebas dan berapa pula waktu yang dicapai benda untuk ketinggian 30 m dari bumi jika kecepatannya 50 m/dt.

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 8$ kg ; v_t pada $h = 30$ m $= 10$ m/dt

$h = 80$ m

Ditanya : t sampai di bumi

t pada $h = 30$ m

Jawab:

$$t = \sqrt{2\,gh}$$

$$= \sqrt{2.10.80}$$

$$= \sqrt{20.80} = \sqrt{1.600}$$

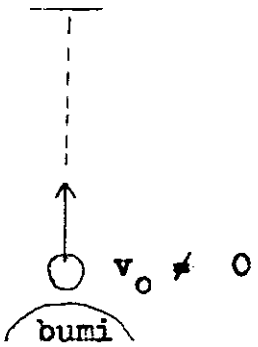
$$= \underline{40} \text{ dt.}$$

t ... $h = 30$ m

$$v_t = gt$$

$$t = \frac{v_t}{g} = \frac{10}{10} = \underline{1} \text{ dt}$$

Gerak Vertikal Naik



Suatu benda dilemparkan dari permukaan bumi dengan kecepatan awal sebesar v_o dan mendapat percepatan semakin lama semakin berkurang dan pada suatu saat akan mencapai titik tertinggi dan kembail ke bumi dengan jatuh bebas.

Jika V_o = kecepatan awal (m/dt)

h = tinggi gerak benda (lintasan) materi

g = percepatan gravitasi bumi (m/dt^2)

maka GLBB : $S = v_o t - \frac{1}{2} gt^2$

$$h = v_o t - \tfrac{1}{2} gt^2$$

$$v_t = 0$$

$$v_t = v_o - gt$$

$$0 = v_o - gt$$

$$v_o = g.t$$

waktu untuk mencapai titik tertinggi

$$v_o = g.t$$

$$t = \frac{v_o}{g}$$

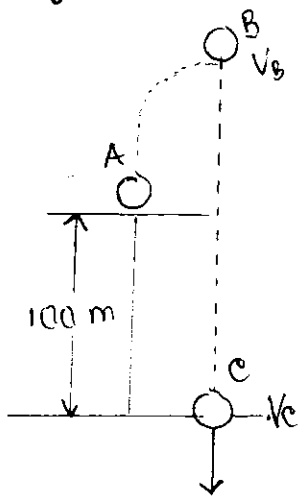
Contoh Soal

Sebuah partikel dilemparkan ke atas dengan kecepatan 98 m/dt dari atap sebuah rumah setinggi 100 m dari lantai, bila grafitasi bumi 9,8 m/dt^2;

hitunglah: a. waktu yang diperlukan partikel untuk sampai ke tanah.

b. Kecepatan partikel tiba di lantai

Penyelesaian:



Dengan mengambil lantai sebagai sumbu x maka pada $t = 0$; $v_0 = 98$ m/dt

$y_o = 100$ m

Gerak partikel adalah GLBB sebab hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi yang yang tetap dari A ke B partikel mengalami perlambatan sebesar $g = 9,8$ m/dt^2.

a. Gerak partikel untuk mencapai B

: $v_B = v_o - g\ t_B$ $\qquad y_B = y_o + y$

$0 = 98 - 9,8\ t_B$ $\qquad = 100 + v_o t - \frac{1}{2}\ g.t_B^2$

$t = 10$ dt $\qquad = 100 + 98.10 - \frac{1}{2}\ 9,8.(10^2)$

$= 590$ m

Untuk mencapai tanah:

Y_c pada permukaan tanah = 0

maka: $y_c = y_o + y$

$0 = 100 + v_o t_c - \frac{1}{2}\ g.t^2$

$4,9\ t_c^2 - 98\ t_c - 100 = 0$

$t_{c.1} = -0,96$ dt (tidak memenuhi)

$t_{c.2} = 20,96$ dt (memenuhi)

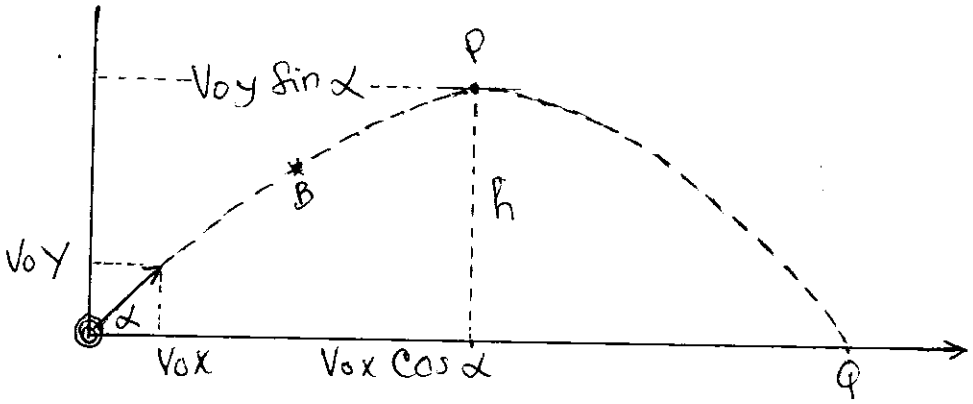
b. Kecepatan tiba di C

$V_c = v_o - g.t$

$= 98 - 9,8.20,96$

$v_c = -107,41$ m/dt (arahnya kebawah)

Gerak Parabola



Sudut Elevasi = α

Kecepatan awal pada sumbu x = $v_o x = v_o \cos \alpha$

pada sumbu y = $v_o y = v_o \sin \alpha$

Gerak sepanjang sumbu x GLBB ; $v_x = v_o \cos \alpha$

pada sumbu y ; $v_y = v_y \sin \alpha - g.t$

Misal pada suatu saat di B

$$v_B = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Koordinat B = $(v_x . v_y)$

$x_B = v_o \cos\alpha . t$

$y_B = v_o \sin\alpha - \frac{1}{2} gt^2$

Lintasan parabole dengan sasaran datar

Pada titik tertinggi: $v_y = v_o \sin\alpha - gt$

$v_y = 0$

$0 = v_o \sin\alpha - gt$

$$t = \frac{v_o \sin\alpha}{g}$$

$y = v_o \sin\alpha t - \frac{1}{2} gt^2$

h max =

$$h_{max} = v_o \cdot \sin\alpha \cdot \frac{v_o \sin\alpha}{g} - \tfrac{1}{2} g \left(\frac{v_o \sin\alpha}{g}\right)^2$$

$$= \frac{v_o^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{\tfrac{1}{2} v_o^2 \sin^2\alpha}{g}$$

$$h_{max} = \frac{v_o^2 \sin^2\alpha}{2g} = \text{Tinggi Max.}$$

Jauh Tembakan (X φ)

Syarat-syarat peluru sampai di tanah : (φ)

$y\varphi = 0$

$0 = V_o \sin\alpha . t - \tfrac{1}{2} gt^2$

$0 = t (v_o \sin\alpha - \tfrac{1}{2} gt)$

$t = 0$ (tidak memenuhi)

$$t = \frac{v_o \sin\alpha}{\tfrac{1}{2} g}$$

$$t = \frac{2 v_o \sin\alpha}{g}$$

Jauh tembakan:

$X\varphi = v_o \cos\alpha . t$

$$= v_o \cos\alpha . \frac{2 v_o \sin\alpha}{g}$$

$$X\varphi = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g} = \text{jauh lemparan}$$

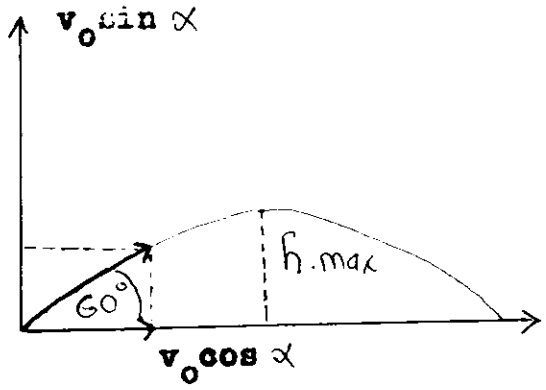
<u>Catatan</u>:

1. waktu dari $0 - \varphi$ = 2 x waktu 0 ke P
2. gerak sepanjang sumbu x = GLBB
3. gerak sepanjang sumbu y = GLBB

Contoh Soal

Sebuah benda dilemparkan dengan kecepatan awal 20 m/dt dengan sudut elevasi 60°. Hitung tinggi maksimum dan jarak jatuh di tanah yang dicapai oleh benda.

Jawab:



$$h_{mak} = \frac{v_o^2 \sin^2 \alpha}{2\,g} = \frac{20^2\,(\tfrac{1}{2}\sqrt{3})^2}{20}$$

$$x = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{20^2 . \sin 120}{10}$$

$$x = 20\sqrt{3}$$

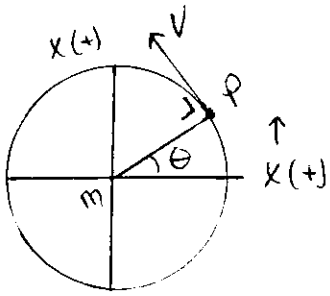
Gerak Melingkar

Gerak Lingkar Beraturan (GMB)

Apabila satu titik bergerak menurut lintasan berbentuk lingkaran dan mempunyai kecepatan tetap.

Kecepatan Linear

Jari-jari...



Jari-jari lingkaran MP = R, waktu yang diperlukan untuk satu putaran penuh = T detik, menempuh jarak = keliling lingkaran = 2 R, kecepatan liniernya = V.

V = kecepatan linear (m/dt)

$2\pi R$ = lintasan : keliling lingkaran (m)

T = waktu untuk satu kali putar = perioda (dt)

Apabila dalam waktu t menempuh lintasan 360° maka:

$$V = \frac{2 R \pi}{T}$$

Vektor kecepatan V selalu menyinggung lingkaran, maka vektor keceptan V selalu tegak lurus dengan arah MP. Jika menempuh 360° maka kecepatan untuk θ dinamakan kecepatan sudut (ω)

$$\theta = \omega t \quad ; \quad \omega = \frac{\theta}{t} \quad ; \quad \omega = \frac{360}{T} = \frac{2\pi}{T}$$

Jadi $\omega = \frac{\theta}{T}$ ..... ω = omega = kecepatan sudut (rad/dt)

Satu Radial adalah besarnya sudut pusat suatu lingkaran yang berhadapan dengan busur, yang panjangnya sama dengan jari-jari.

Kalau benda bergerak $360^{o} = 2\pi$

Maka hubungan kecepatan lenear (V) dengan kecepatan sudut (ω):

$$V = \frac{2R\pi}{T} = \quad ; \quad \frac{2\pi}{T} = \omega$$

$$V = \omega R$$

Waktu yang diperlukan untuk satu putaran disebut Periode (T).

Jumlah putaran dalam satu detik disebut frekuensi (f)

maka $f = \frac{1}{T}$

Percepatan Sentripetals

Percepatan sentripetal adalah percepatan yang selalu mengarah ke pusat lingkaran.

a_s = percepatan sentripetals (m/dt^2)

v = kecepatan linear (m/dt)

R = jari-jari (m)

maka $\boxed{a_s = \frac{V^2}{R}}$

Contoh Soal

1. Waktu yang diperlukan oleh sebuah partikel untuk bergerak satu lingkaran penuh adalah 5 dt. Berapakah kecepatan partikel kalau bergerak pada lingkaran yang jari-jarinya 50 cm.

   Penyelesaian:

   T = 5 dt

   Q = 360°

   R = 50 cm = 0,5 m.

   Ditanya:

   V = .. ?

Jawab: $V = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\ (3.14).0,5}{5} = \frac{6.28.0,5}{5}$

$= \frac{3.14}{5} = 0,628$ m/dt.

2. Suatu roda bergerak berputar dengan kencang, kecepatan linearnya 5.000 m/dt, jika roda berputar selalu 2 menit. Berapa kali roda tersebut membuat lingkaran, jika jari-jari roda 0,05 m

Penyelesaian:

$V = 5.000$ m/dt

$T = 2$ menit $= 2 \times 60 = 120$ dt

$R = 0,05$ m

$V = \frac{2\pi R}{T} = 5.000 = \frac{2\pi.0,05}{120}$

$2\pi.0,05 = 600.000$

$2\pi = \frac{600.000}{0,05} = 12.000.000$

Berarti roda berputar dengan membuat lingkaran: 12.000.000 kali.

Hukum Newton Tentang Gerak

Hukum Newton digunakan secara langsung dalam seluruh permasalahan gerak, karena gerak adalah sesuatu yang disebabkan oleh gaya. Karena gaya yang bekerja akhirnya bendapun berpindah tempat, kalau benda berpindah tempat berarti benda itu sudah dikatakan bergerak.

Dalam pergerakan benda itu akan mempunyai kecepatan, percepatan, lintasan dan waktu gerak. Hukum Newton juga berguna pada Statistika. Untuk mengetahui lebih mendalam lagi kita tinjau pergerakan dan penggunaan dari hukum Newton ini.

a. **Hukum I Newton**

Hukum I Newton terkenal dengan Hukum Kelembamam atau Kemalasan yang berbunyi:

"apabila resutan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan nol, maka:

1. benda yang bergerak lurus beraturan cenderung bergerak lurus beraturan
2. benda yang diam akan cenderung diam."

Dalam penggunaan sehari-hari banyak kita jumpai seperti apabila kita menaiki mobil kemudian supir mengerem mobil itu secara mendadak sehingga kita merasa terdorong ke depan, terdorong ke depan ini disebabkan karena kita selalu ingin mempertahankan geraknya dan banyak lagi contoh yang lain.

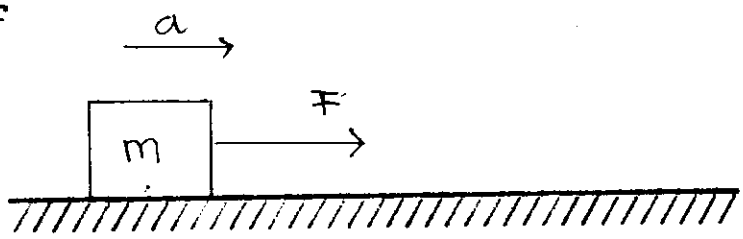
Perumusan Hukum Newton I

$\Sigma F = 0$

artinya resultan gaya pada benda = 0

b. **Hukum II Newton**

Gambar



Pada benda m, bekerja gaya F sehingga benda m bergerak searah gaya yang bekerja, benda m akan mengalami perubahan kecepatan kalau seandainya bekerja secara terus menerus dan akan menimbulkan apa yang dimaksud dengan perubahan kecepatan dalam selang waktu tertentu atau percepatan dengan simbul a, dari hasil yang di dapat percepatan yang ditimbulkan oleh gaya tersebut akan selalu berbanding lurus dengan gaya tersebut. Sehingga dirumuskan dalam Hukum II Newton yang berbunyi:

"Percepatan yang timbul pada suatu benda berbanding lurus dengan gaya yang bekerja dan berbanding terbalik dengan massa benda itu."

Rumus: $F = m.a$

F = gya yang bekerja (Newton)

m = massa benda (kg)

a = percepatan benda (m/dt^2)

apabila F = 0 ; maka a = 0

Hukum Newton ini mempelajari gerak suatu benda dengan memperhitungkan sebab-sebab yang menimbulkannya.

Contoh Soal

Sebuah benda yang masseya 5 kg bergerak dengan kekecepatan tertentu. Jika gaya yang bekerja pada benda itu adalah 100 N. Berapakah percepatan yang ditimbulkannya?

Penyelesaian:

$m = 5$ kg

$F = 100$ N

$a = ..$?

$a = \frac{F}{m} = \frac{100}{5} = 20$ m/dt^2

2. Sebuah benda massa 2 kg pada bidang datar yang licin kecepatan benda bertambah dari 5 m/dt menjadi 7 m/dt setelah menempuh jarak 6 m. Tentukan besar gaya mendatar yang menyebabkan pertambahan kecepatan benda?

Penyelesaian:

$v_o = 5$ m/dt

$v_t = 7$ m/dt

$s = 6$ m

$m = 2$ kg

$v_t^2 = v_o^2 + 2\,as$

$(7)^2 = (5)^2 + 2\,a.6$

$49 = 25 + 12\,a$

$a = \frac{49-25}{12} = \frac{24}{12} = 2$ m/dt^2

$F = m.a$

$= 2.2$

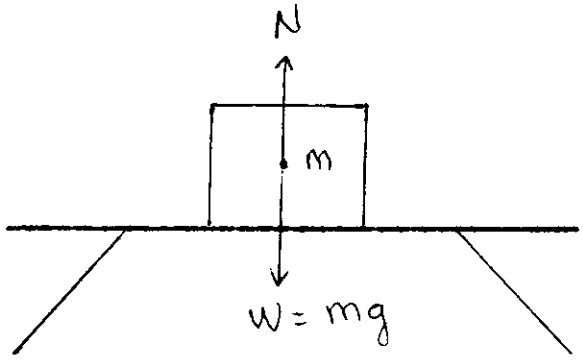
$= 4$ Newton

c. Hukum III Newton

Apabila suatu benda mengerjakan gaya terhadap benda yang lain maka benda yang kedua akan mengerjakan gaya pula terhadap benda yang pertama sama besar dengan arah yang berlawanan.

Gambar ...

Gambar.



Hukum Newton III ini terkenal dengan "Aksi Reaksi" artinya apabila ada reaksi terhdap benda yang kedua maka benda yang kedua tersebut akan memberikan reaksi dengan arah berlawanan. Dari gambar diatas benda dengan massa m dan bekerja gaya gravitasi sebesar g diletakkan diatas meja, maka benda itu memberikan aksi terhadap meja sebesar berat benda, akibat aksi dari benda maka meja memberikan gaya lawan (reaksi) yang disebut **gaya normal (N)** yang arahnya berlawanan.

w = gaya berat

m = massa benda

g = gravitasi bumi

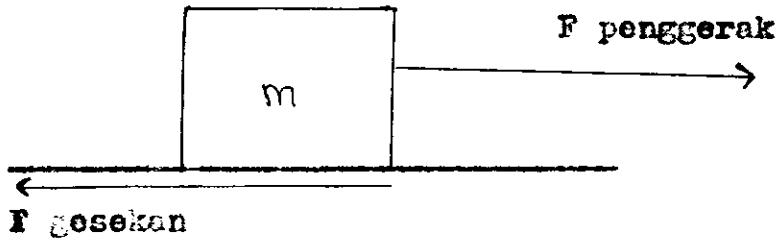
N = gaya normal

Gaya Gesekan

Gaya gesekan akan terjadi apabila dua buah benda bersinggungan atau apabila benda bergerak pada suatu bidang tertentu, sehingga bidang dan benda menimbulkan suatu gaya yang menghalangi gaya penyebab gerak tadi.

Arah gaya gesekan ini berlawanan dengan gaya penyebab gerak dan gaya gesekan inipun merugikan.

Gambar.



Dari gambar diatas dapat kita lihat perlawanan gaya gesekan terhadap gaya penggerak. Dari percobaan ternyata besarnya gaya gesekan ini tergantung pada:

1. kekasaran bidang
2. gaya normal

Gaya gesekan ini dibagi atas dua(2) bagian:

1. gaya gesekan statis
2. gaya gesekan kinetik.

Gaya gesekan **statis** adalah gaya gesekan yang bekerja pada benda diam, sedangkan gaya gesekan **kinetik** (k) tidak tergantung pada luas permukaan bidang tetapi berbanding langsung dengan gaya normal (N):

$$\frac{(f_s)_1}{(f_s)_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{atau} \quad \frac{(f_s)_1}{N_1} = \frac{(f_s)_2}{N_2} = \text{konstant} \quad (1)$$

demikian juga $\frac{(f_k)_1}{N_1} = \frac{(f_k)_2}{N_2} = \text{konstant} \quad (2)$

Hal ini pertama sekali dikemukakan oleh seorang fisikawan bernama "Charles Agustian Coulomb". Harga konstanta persamaan diatas(1) disebut koofisien gesekan statis. Sedangkan pada persamaan (2) disebut harga konstanta

koofisien kinetik yang masing-masing dinyatakan dengan notasi μ_s dan μ_k.

Besar gaya gesekan tersebut adalah:

$$f_g = \mu . N$$

f_g = gaya gesekan (Newton)

μ = koofisien gesekan

N = gaya normal (Newton)

Bila:

$f_g = F$ benda saat akan bergerak

$f_g < F$ benda bergerak

$f_g > F$ benda diam

Gaya gesekan benda diam = $f_s = \mu_s . N$

Gaya gesekan benda bergerak = $f_k = \mu_k . N$

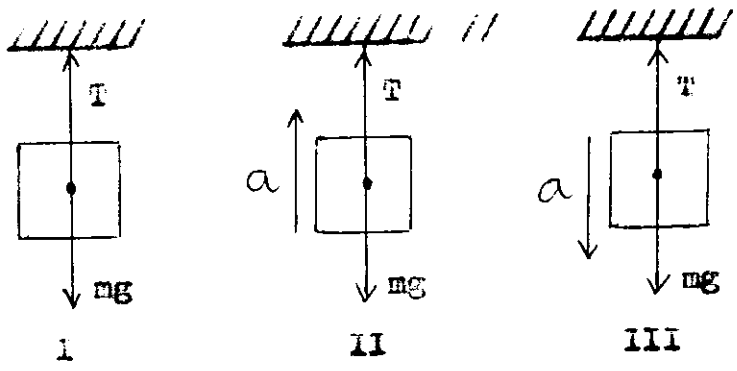
Bila benda bergerak pada bidang licin $\mu = 0$

Bila benda bergerak pada bidang kasar $\mu = 1$

Harga koofisien gesekan: $1 \geq \mu \geq 0$

Aplikasi dari Penggunaan Hukum Newton

1. Menentukan Gaya Tegangan Tali



T = tegangan tali

a = percepatan

a. Apabila benda dalam keadaan diam maka tegangan tali sama dengan berat benda itu.

$T = W = m.g$

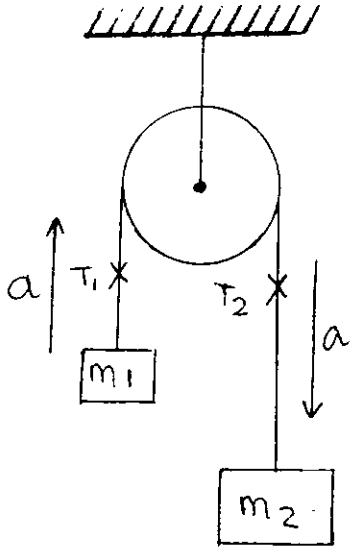
b. Apabila benda bergerak ke atas dan berat benda ke bawah berarti tegangan tali bertambah, maka:

$T = W + m.a$

c. Kalau benda bergerak ke bawah dan berat benda juga ke bawah maka tegangan tali.

$T = W - m.a$

Marilah kita lakukan pada sistem berikut ini:



.pada katrol disampingi digantungkan dua buah benda m_1 dan m_2; m_1 m_2. Apabila massa katrol dan massa tali diabaikan maka sistem akan bergerak ke m_2. Akibat pergerakan timbul percepatan (a) yang mengarah ke m_2. Kalau kita ambil sistem dalam keadaan setimbang maka T_1 akan sama dengan T_2.

Persamaan: $T = T$; $T_1 = w_1 + m_1 a$

$T_2 = w_2 - m_2 a$

$w_1 + m_1 a = w_2 - m_2 a$

$m_1 g + m_1 a = m_2 g - m_2 a$

...

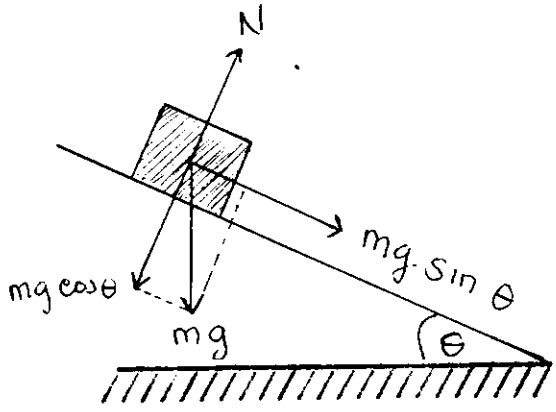
$$m_1 a + m_2 a = m_2 g - m_1 g$$

$$(m_1 + m_2) \cdot a = (m_2 - m_1) \cdot g$$

$$\text{Percepatan} = a = \frac{(m_2 - m_1) \cdot g}{m_1 + m_2}$$

persamaan ini digunakan untuk menetukan percepatan benda yang dihubungkan dengan katrol.

2. Menentukan Gaya pada bidang miring



$N = mg \cos \theta$

Kalau gaya gesekan tidak ada (bidang licin) benda akan meluncur ke dasar bidang, akibat dari mg sin θ.

Dari Hukum Newton II

$$F = m \cdot a \quad ; \quad a = \frac{F}{m} = \frac{mg \sin \theta}{m}$$

$$mg \sin \theta = m.a$$

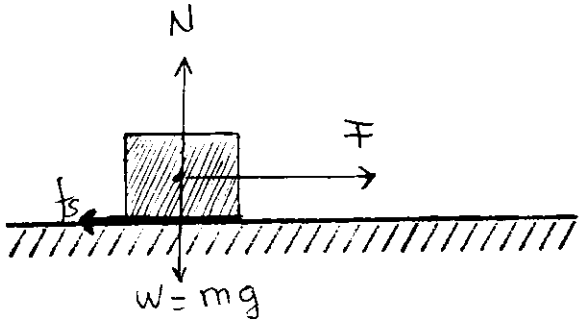
$$a = g \sin \theta$$

a = percepatan benda (m/dt^2)

g = percepatan gravitasi bumi (m/dt^2)

θ = sudut kemiringan bidang.

3. **Menettukan gaya pada bidang datar**



F = gaya penggerak(N)

f_s = gaya gesekan (N)

N = gaya normal

mg = berat benda

= koofisien gesekan

Sesuai dengan Hukum Newton II

$$F = m.a$$

$$F - {}_{ges} = m.a$$

atau

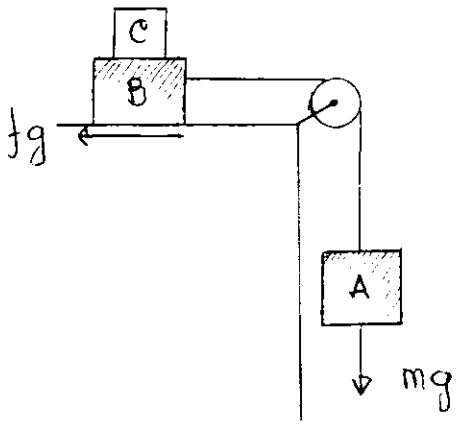
$$a = \frac{F - {}_{g}}{m}$$

$$s = {}_{s}N$$

$$= N$$

Contoh Soal Aplikasi Hukum Newton

1. Gambar



Diketahui $m_A = m_B = 2$ kg

Koofisien gesekan statis antara benda B dengan atasnya 0,8, gesekan antara katrol dan tali diabaikan Tentukan berapa massa C yang diperlukan supaya sistem dalam keadaan saat akan bergerak.

Penyelesaian:

Sistem saat akan bergerak berarti:

$$F_s = F$$

$$f_s = m_A g$$

$$\mu_s N = m_A g$$

$$\mu_s(m_B g + m_C g) = m_A g$$

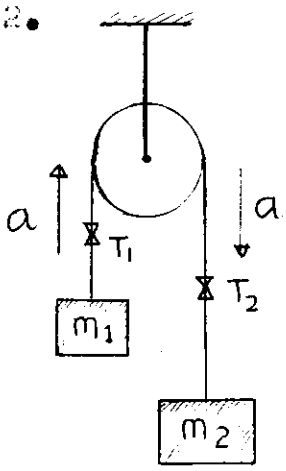
$$0,8(m_B + m_C) = m_A$$

$$0,8(2 + m_C) = 2$$

$0{,}8\ m_c = 2 - 196$

$m_c = 0{,}5$ kg

2.



Massa tali dan massa katrol serta gesekan pada katrol diabaikan, $m_1 = 4$ kg, $m_2 = 8$ kg. Jika benda tersebut bergerak, berapa percepatannya dan berapa tegangan tali?

Penyelesaian:

Anggap benda dalam keadaan setimbang berarti $T_1 = T_2$

$$m_1 g + m_1 a = m_2 g - m_2 a$$

$$m_2 g - m_1 g = m_2 a - m_1 a$$

$$a = \frac{(m_2 - m_1) \cdot g}{m_2 + m_1}$$

$$= \frac{(8-4) \cdot 8}{8+4} = \frac{(4) \cdot (10)}{12} = \frac{40}{12}$$

$$a = 3{,}3 \text{ m/dt}^2$$

Tegangan tali: $T_1 = m_g + m_a = 4.10 + 4.3{,}3 =$

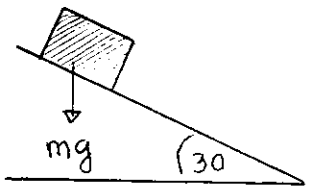
$= 40 + 13{,}2 = 53{,}2$ N

$T_2 = m_g - m_a = 8.10 + 8.(3{,}3)$

$= 80 - 26{,}4 = 53{,}6$ N

Teoritis $T_1 = T_2$

3.



Sebuah benda massanya 1 kg, berada pada sebuah bidang miring dengan sudut kemiringan $\theta = 30^o$. Koefisien gesekan kinetisnya 0,5. Tentukan percepatan yang dialami benda bila $g = 10$ m/dt^2.

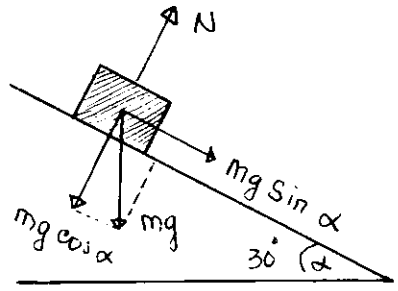
Penyelesaian:

$m = 1$ kg

$k = 0,5$

$\theta = 30^o$

$g = 10$ m/dt^2



Hukum Newton II; $F = m.a$

$$F - f_{ges} = m.a$$

$$F - kN = m.a$$

$$m_g \sin - m_g \cos \cdot k = m.a$$

atau $$a = \frac{F - kN}{m} = \frac{m_g \cos - k m_g \sin}{m}$$

$$a = \frac{1.\cos 30^o - 1.\sin 30^o}{m} = \frac{0,86 - 0,5}{1}$$

$$a = 0,36 \text{ m/dt}^2$$

<u>Soal-soal</u>

1. Sebuah benda massanya 2 kig terletak pada bidang miring dengan sudut tertentu ( ), sin = 3/5, percepatan gravitasi bumi = 10 m/dt^2. Tentukan:
   a. Percepatan benda
   b. Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak 4 m kearah dasar bidang.

2. Sebuah benda pada kaki bidang miring, sudut kemiringan dengan sin = 3/5, massa benda 8 kg, akan bergerak ke atas dengan percepatan 1,2 m/dt^2, $_s$= 0,5 ; $_k$= 0,3 Jarak yang ditempuh benda 6 m. Tentukan:
   a. Dengan gaya berapa benda harus ditarik
   b. Dalam waktu berapa jarak 6 m dapat dicapai?

3. Di kaki bidang miring dengan sudut kemiringan 30° terletak sebuah benda, panjang bidang miring 50 m. Koefisien gesekannya $1/5\sqrt{3}$. Kalau benda diberi kecepatan sebesar 30 m/dt, ke atas bidang miring, dengan kecepatan berapa benda meninggalkan bidang miring itu.

4. Pada sebuah katrol tergantung sehelai tali, ujung yang satu diberi beban 15 kg, ujung yang lain 10 kg, benda tersebut terletak masing-masing 3 m dari tanah. Hitunglah tegangan tali selama bergerak. Kalau setelah bergerak satu detik, tali tersebut putus dengan kecepatan berapa benda-benda sampai di tanah.

oooweno ooo

BAB III

USAHA DAN ENERGI

Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha/kerja, makin besar kita punya energi makin banyak usaha yang timbul atau yang dilakukan.

Macam-macam energi

1. Energi panas
2. Energi potensial
3. Energi kinetik
4. Energi mekanik
5. Energi cahaya
6. Energi bunyi
7. Energi Nuklir
8. Energi Kimia
9. Dsb.

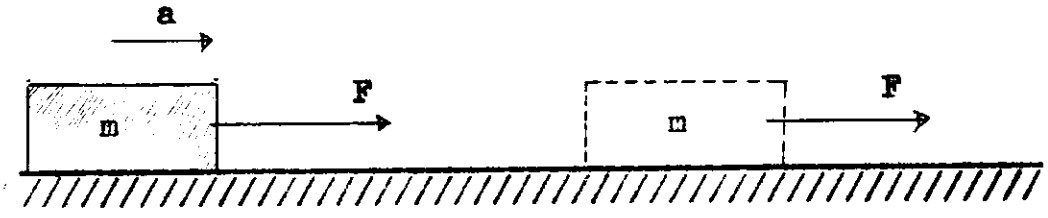
Energi "tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan tapi dapat dirubah dalam bentuk lain", (hukum kekekalan energi).

Contoh perubahan energi:

1. Setrika listrik ... energi listrik — e. panas
2. Lampu pijar ..... energi listrik — e. cahaya
3. Baterai ..... energi kimia — e. cahaya dan listrik

A. Energi Kinetik

Energi Kinetik adalah: energi yang ditimbulkan oleh benda yang bergerak, atau energi pergerakan benda.



Jika gaya F bekerja pada benda m, maka benda m bergerak searah dengan gaya, akibat pergerakan tersebut timbul energi kinetik, jika v = kecepatan benda, m = massa benda, maka energi kinetik benda adalah $Ek = \frac{1}{2} mv^2$

Misalkan suatu gaya F melakukan kerja pada benda bermassa m yang sedang bergerak dengan kecepatan v, maka besarnya usaha adalah:

$W = F \cos \; dx$ .....(1)

Hukum II Newton

$F \cos = m.a = m\frac{dv}{dt}$ ..(2)

$v = dx/dt$ .. $dx = v.dt$

Substitusikan (2) ke (1)

$$W = m \frac{dv}{dt} . v \, dt = \int_{v_1}^{v_2} m.v.dv \quad \text{atau}$$

$$W = \frac{1}{2} mv^2 \Big|_{v_1}^{v_2}$$

$$W = \frac{1}{2} m.v_2^2 - \frac{1}{2} m \, v_1^2$$

Contoh Soal

1. Sebuah benda dengan massa 0,20 kg bergerak pada suatu tempat dengan kecepatan 25 m/dt^2. Berapa usaha yang timbul akibat pergesekan tersebut?

   <u>Penyelesaian</u>:

   $m = 0,2$ kg

   $v = 25$ m/dt

   $Ek = \frac{1}{2} m.v^2$

$$Ek = \frac{1}{2}(0,2).(25)^2$$
$$= \frac{1}{2}(0,2).(625)$$
$$= (0,1).(625)$$
$$= \underline{\underline{62,5}} \text{ Joule}$$

2. Sebuah peluru diluncurkan dengan kecepatan 1000 m/dt dari sebuah senapan mesin, massa peluru 10 gr, berapa energi yang timbul pada peluru?

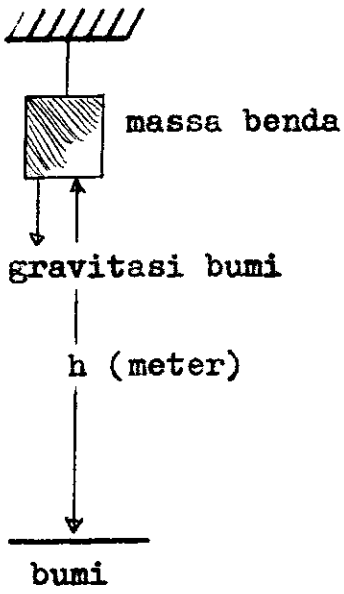
<u>Penyelesaian</u>:

$$m = 10 \text{ gr} = 0,01 \text{ kg}$$
$$v = 1.000 \text{ m/dt}$$
$$Ek = \frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2}(0,01).(1.000)^2$$
$$= (0,05).(1.000.000)$$
$$= 5.10^{-2}.10^6$$
$$= \underline{\underline{5.10^4}} \text{ Joule}$$

B. <u>Energi Potensial Gravitasi</u>

Energi potensial adalah suatu bentuk energi yang dipunyai oleh suatu benda yang belum dimanfaatkan, energi potensial disebut juga energi diam atau energi yang dimiliki oleh benda-benda yang diam.

Kalau sebuah benda terletak pada ketinggian tertentu dari permukaan bumi, maka benda itu telah dikatakan mempunyai enerti potensial, maka energi potensial ini disebut juga energi tempat dan kedudukan tertentu dari permukaan bumi.



Energi Potensial (Ep)

$$Ep = m\ g\ h$$

Satuan Energi potensial(Ep)= Joule

m = massa benda (kg)

g = percepatan grafitasi bumi(m/dt^2)

h = tinggi benda (meter)

Contoh Soal

Benda dengan massa 500 gr terletak 80 meter dari permukaan bumi, akibat tempat dan kedudukan tersebut maka benda memiliki Energi potensial sebesar..

Penyelesaian:

m = 500 gr = 0,5 kg

h = 80 meter

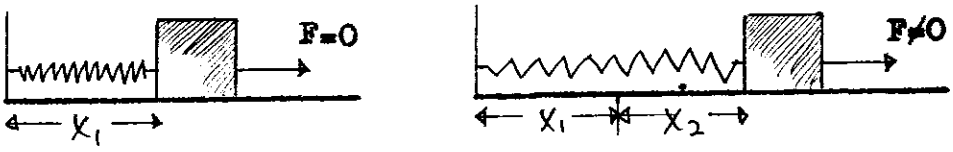
g = 10 m/dt^2

Ep = m g h

= (0,5).(10).(80)

= 400 Joule

C. Energi Potensiah Pegas



Sebuah benda dengan massa m terletak pada suatu bidang seperti gambar. Antara balok dan dinding dihubungkan dengan sebuah pegas (gb.I), apabila pegas

dan benda tidak dipengaruhi maka pegas tersebut tetap pada posisi semua atau jarak x dari bidang tegak lurus (dinding). Untuk merubah letak benda ke posisi x + x diperlukan gaya yang besarnya berbanding lurus dengan pertambahan pegas, artinya: semakin jauh renggangan pegas maka gaya diperlukan semakin besar pula. Besar gaya yang diperlukan untuk menekan benda dan menarik benda sejauh x dari posisi semua adalah:

$$F = k.x \quad ; \quad k = \frac{F}{x}$$

dimana: F = gaya (N)

x = pertambahan panjang pegas (m)

k = konstanta pegas (N/m)

= angka kekakuan pegas

Sesuai dengan hukum Newton III jika pada balon bekerja gaya sebesar F = k.x, maka balok mengadakan gaya aksi sebesar F = -k.x, tanda negatif menunjukkan gaya aksi (lawan arah). Untuk diketahui harga renggangan x ini adalah terbatas, jika pada renggangan maksimal maka suatu saat tidak bisa ke posisi semula lagi maka harga F = k x tak berlaku lagi.

Pada gambar (II) gaya F dihilangkan (F=0) maka akan berlaku hukum Newton II dimana F = ma.

$$F = m\,a$$

$$-k\,x = m.\frac{dv}{dt} = m\,\frac{dv}{dt}.\frac{dx}{dx}$$

$$-k\,x = m\,\frac{dx.dv}{dt.dx} = -kx = m\,v\,\frac{dv}{dx}$$

sehingga: $-kx.dx = mv.dv$

atau: $-\int_{x}^{o} kx\, dx = \int_{o}^{v} mv\, dv$

k dan m adalah konstant,

maka: $\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mv^2$

harga $-\frac{1}{2}kx^2$ bentuk energi yang berhubungan dengan posisi balok (ujung pegas) dari keadaan normalnya dimana dalam keadaan normalnya balok dalam keadaan diam (v=0) maka $\frac{1}{2} mv^2 = 0$. Sehingga energi yang dipunyai oleh pegas adalah sebesar $\frac{1}{2} kx^2$, sehingga energi potensial pegas adalah:

$$Ep = \frac{1}{2} kx^2$$

Contoh Soal

1. Panjang pegas horizontal 15 cm. Pegas itu ditekankan pada salah satu ujungnya sehingga panjangnya menjadi 10 cm. Bila tetapan pegas 10^3 N/m. Tentukan besar Energi potensial pada kedudukan itu?

   Penyelesaian:

   Panjang pegas mula-mula $x_1 = 15$ cm

   Panjang pegas akhir $x_2 = 10$ cm

   Perubahan panjang (x) $= x_1 - x_2$

   $= 15 - 10 = 5$ cm $= 0{,}05$ m

   Konstanta pegas (K) $= 10^3 N/m^2$

D. Energi Mekanik

Dari...

Dari pengertian hukum kekekalan energi bahwa "energi itu tidak bisa diciptakan dimusnahkan oleh manusia tapi bisa dirubah dalam bentuk lain". Dari hukum diatas dapat kita simpulkan bahwa jumlah energi yang disimpan adalah energi potensial dan energi potensial ditambahkan dengan energi kinetik jumlahnya tetap, jumlah energi potensial dan energi kinetik ini disebut energi mekanik, secara umum dapat dirumuskan:

$$E \text{ mekanik} = Ep + Ek$$

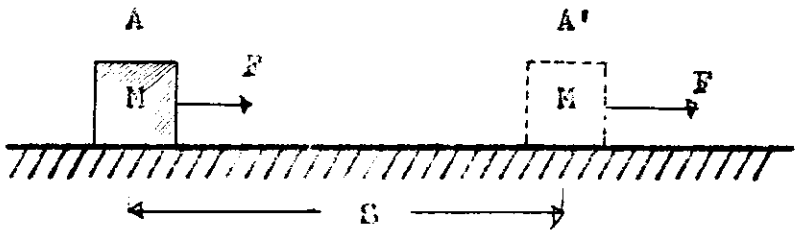
$$Em = Ep + Ek$$

Em = energi mekanik (Joule)

Usaha

Usaha adalah besarnya energi yang dirubah. Jika pada suatu benda bekerja gaya sebesar F menyebabkan benda itu berpindah sejauh "s" maka gaya itu dikatakan telah melakukan usaha terhadap tanda itu, disini lebih ditekankan apabila ada jarak perpindahan benda dari suatu posisi ke posisi lain, maka gaya itu telah melakukan usaha, tapi kalau tidak ada jarak pindah benda maka belum dilakukan usaha. Contoh seekor kuda menarik pedati dan pedati pindah dari suatu tempat ke tempat lain maka kuda sendiri melakukan usaha, tapi kalau sesecrang mendorong tembok sampai pingsan namun tembok tidak berpindah maka orang tersebut belum dikatakan melakukan usaha dalam

kata lain usaha orang tersebut adalah nol (0).



Akibat dari gaya F benda m berpindah dari posisi A ke A' maka besar usaha oleh gaya F adalah sebesar W

$W = F.S$ Joule

W = usaha (Joule)

F = gaya (N)

S = jarak (meter)

Usaha diukur dalam MKS yaitu: Newton x meter = Joule

dalam CGS diukur: 1 Joule = 1 N x 1 m

= 1 $kgm/dt^2.m$

= 1 $kg\ m^3/dt^2$

1 erg = 1 $gr\ cm^3/dt^2$

Bila gaya bekerja pada benda membentuk sudut dengan bidang horizontal:

$W = F.S$

$W = F \cos \alpha .S$

$W = F.S \cos \alpha$

Contoh Soal

Sebuah benda massanya 10 kg bekerja gaya 40 N, akibat gaya tersebut benda berpindah sejauh 20 m,

berapa usah oleh gaya jika:

a. gaya bekerja segaris dan searah dengan pindah benda

b. gaya bekerja membentuk sudut 60° dengan arah horizontal.

Penyelesaian:

F = 40 N

S = 20 m

a. W = F.S = 40 x 20 = 800 Joule

b. W = F.S Cos

= 40 x 20 x cos 60°

= 40 x 20 x ½

= 400 Joule

1

A. Usaha dan Energi Kinetik

Usaha adalah besarnya energi yang dirubah, usaha disebut juga dengan perkalian antara gaya yang bekerja pada benda dengan jarak pindah benda.

Jika usaha (W) = F S

benda bergerak mempunyai $Ek = \frac{1}{2} mv^2$

maka: $F S = Ek_2 - Ek_1$

$$W = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$$

Contoh Soal

Sebuah benda massanya 4 kg, mula-mula dalam keadaan diam pada sebidang lantai yang licin. Kemudian pada benda tersebut bekerja gaya sehingga kecepatannya 8 m/dt. Maka usaha yang dilakukan pada benda adalah..

Penyelesaian:

$v_1 = 0$

$v_2 = 8$ m/dt

$m = 4$ kg

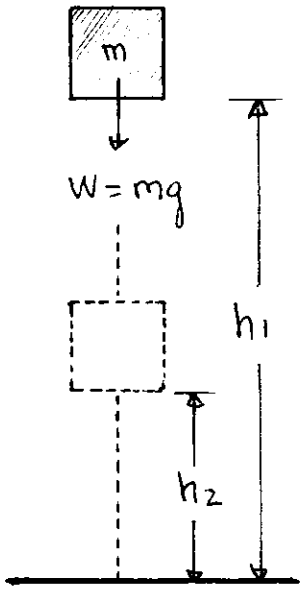
$W = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$

$= \frac{1}{2} (4)(8)^2 - \frac{1}{2} (4)(0)$

$= 2.64 - 2.0$

$= \underline{\underline{128}}$ Joule

B. **Usaha dan Energi Potensial Gravitasi**



Apabila benda dengan massa m mula-mula terletak pada ketinggian h_1 dari tanah, untuk mencapai ketinggian h_2 meter dari bumi, maka gaya akan melakukan usaha sebesar:

$$W = mgh_1 - mgh_2$$

$$W = mg\ (h_1 - h_2)$$

Contoh Soal

Sebuah benda dengan massa 8 kg terletak setinggi 100 m dari permukaan bumi, akibat pengaruh gaya tertentu benda jatuh berapakah usaha dari gaya untuk memindahkan benda setinggi 25 meter dari permukaan bumi

Penyelesaian:

$h_1 = 100$ m

$h_2 = 25$ m

$g = 10$ m/dt

$W = mg\ (h_1 - h_2)$

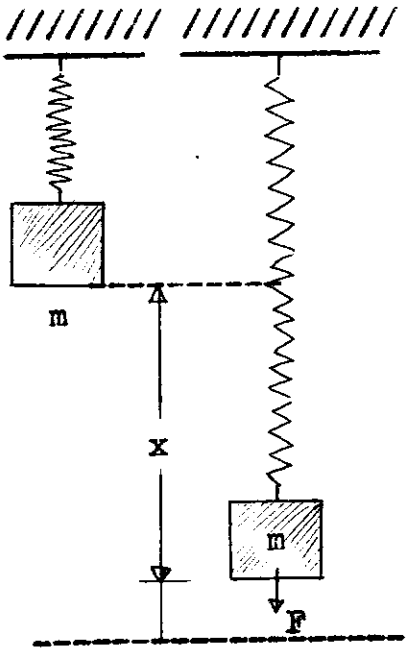
$= 8.10\ (100-25)$

$= 80.75$

$= \underline{\underline{6.000}}$ Joule

Usaha dan Energi Potensial Pegas

Pegas adalah benda yang dapat bersifat elastis. Contoh per, jika kita tarik suatu per maka per itu akan merenggang (lihat contoh gambar)



Sebuah pegas ditarik dengan gaya F, sehingga pegas bertambah panjangnya (x). Pertambahan panjang x berbanding lurus dengan gaya yang bekerja (hukum Hooke) sehingga dapat dituliskan: F

Untuk membuat persamaan diatas harus ada faktor pembanding yaitu "k" yang disebut dengan konstanta kekakuan pegas, sehingga:

$$F = k\,x$$

$$k = \frac{F}{x}$$

dimana:

F = gaya (N)

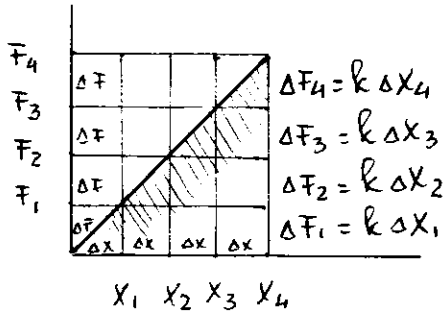
k = konstanta (N/m)

x = pertambahan panjang pegas (m)

Apabila pegas tersebut direnggangkan maka pegas itu mempunyai energi potensial yang disebut dengan energi potensial pegas.

Lihat grafik!

untuk menambah panjang pegas diperlukan gaya:



$F_1 \longrightarrow x_1$

$F_2 \longrightarrow x_2$

$F_3 \longrightarrow x_3$

$F_4 \longrightarrow x_4$

dst

Usaha untuk merenggangkan pegas sama dengan luas segi tiga pada gravik di atas. Segi tiga dengan tinggi kx dan alasnya x, jadi usaha:

W = luas segi tiga

= ½ (alas)x(tinggi)

= ½ x.kx

$W = \frac{1}{2} kx^2$

Apabila pegas mula-mula tidak direnggangkan maka Ep pegas gas = 0(nol) maka usaha yang diberikan pada pegas akan merupakan energi potensial pegas, sehingga:

$Ep = \frac{1}{2} kx^2$

Ep = energi potensial (Joule)

Jika aibat F_1 —— x_1 —— $Ep = \frac{1}{2} kx_1^2$

F_2 —— x_2 —— $Ep = \frac{1}{2} kx_2^2$

Maka Usaha: $Ep_2 - Ep_1$

$W = \frac{1}{2} kx_2^2 - \frac{1}{2} kx_1^2$

<u>Contoh Soal</u>

Pegas dengan konstanta 3/10 N/m direnggangkan oleh gaya, akibat gaya tersebut pegas yang panjangnya mula-mula 7 cm berubah menjadi 10 cm. Berapa usaha gaya

untuk meregangkan pegas tersebut?

Penyelesaian:

$k = 0,3$ N/m

x = panjang akhir - panjang mula-mula

= 10 cm - 7 cm = 3 cm = 0,03 m

$W = \frac{1}{2} kx_2^2 - \frac{1}{2} kx_1^2$

$= \frac{1}{2} k(0,03)^2 - \frac{1}{2} k(0)^2$

$= \frac{1}{2} (0,3)(0,0009) - 0$

$= 0,0000135$ Joule

Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Hukum kekekalan energi berbunyi"tidak bisa diciptakan dan dimusnahkan oleh manusia tapi dapat dirubah dalam bentuk lain.".Kalau kita ambil kesimpulan di atas maka jumlah energi itu adalah tetap, jika energi potensial merupakan energi yang disimpan dan energi kinetik adalah energi yang telah dipergunakan usaha energi mekanik (Em) adalah:

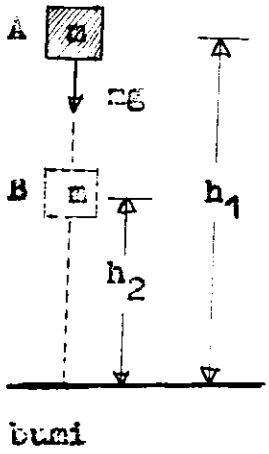
$Em = Ep + Ek$

$Em = mgh + \frac{1}{2} mv^2$

Jika suatu benda dilepaskan dari ketinggian tertentu (titik A) dengan ketinggian h_A dan kecepatan v_A, setelah beberapa saat benda sampai di titik B dengan ketinggian h_B dan dengan kecepatan v_B, maka usaha dari A ke B (seperti gambar)

$W = mgh_A - mgh_B$

$W_{AB} = \frac{1}{2} mv_B^2 - \frac{1}{2} mv_A^2$



Dari persamaan (1) dan (2)

$$mgh_A - mgh_B = \tfrac{1}{2} mv_B^2 - \tfrac{1}{2} mv_A^2$$

$$mgh_A + \tfrac{1}{2}mv_A^2 = mgh_B + \tfrac{1}{2} mv_B^2$$

$$Ep_A + Ek_A = Ep_B + Ek_B$$

Contoh Soal

Hitunglah kecepatan bola yang massanya 4 kg jatuh di tanah yang datar yang dilemparkan horizontal dari ketinggian 12 m dan kecepatan awal 8 m/dt, gesekan udara diabaikan, percepatan gravitasi bumi 10 m/dt^2.

Penyelsaian:

$m = 4$ kg

$h = 12$ m

$v_o = 8$ m/dt

$g = 10$ m/dt^2

tanya $v_t = ?$

$$\tfrac{1}{2} mv_A^2 + mgh_A = \tfrac{1}{2} mv_B^2 + mgh_B$$

$$\tfrac{1}{2}(4)(8)^2 + 4(10)(12) =$$

$$\tfrac{1}{2}(4)(v_B)^2 + 0$$

$$128 + 480 = 2\, v_B^2$$

$$v_B^2 = \frac{608}{2} = 304$$

$$v_B = \sqrt{304} = 17{,}4 \text{ m/dt}$$

Daya

Daya adalah usaha persatuan waktu atau kemampuan melakukan usaha dalam waktu tertentu.

Jika W = usaha (Joule)

t = waktu (detik)

P = daya (joule/dt)

= (watt)

maka $P = \frac{W}{t}$ Satuan untuk daya ini adalah Joule/dt = watt

Hubungan-hubungan satuan

1 MW = 10^6 watt

1 KW = 10^3 watt

Daya adalah besaran skalar

Satuan-satuan lain:

1 HP (Horse Power) = 1 DK (Daya Kuda) = 746 watt

1 KWH (Kilo Watt Hour) = 1.000 watt.jam

= 1.000 x 3.600 dt

= 3,6 x 10^6 watt dt

jadi 1 KWH = $3,6.10^6$ watt dt

Contoh Soal

Setrika listrik hidup pada tegangan 120 volt. Kuat arus pada jaringan listrik tersebut 5 A. Jika energi listrik yang digunakan 20.000 Joule. Berapa lama setrika dipakai?

Penyelesaian:

V = 120 volt W = 20.000 J

i = 5 A t = .. ?

$P = V.i = 120.5 = 600$ watt

$P = \frac{W}{t}$; $t = \frac{W}{P} = \frac{20.000}{600} = 33,3$ dt

oooweneooo

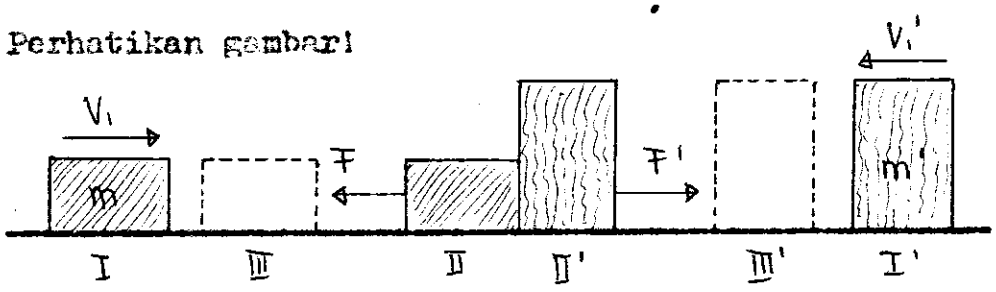
BAB IV

IMPULS DAN MOMENTUM

I. Pengertian Momentum

Pada benda yang bergerak selalu mempunyai momentum

Perhatikan gambar!



Pada gambar di atas memperlihatkan benda yang bergerak saling mendekati dimana benda I bergerak dengan kecepatan v_1 dan benda II bergerak dengan v_1', karena lintasan kedua benda merupakan satu garis lurus sehingga pada suatu keadaan benda I dan I' bertumbukan. II dan II' setelah benda bertumbukan. Kedua benda saling mendapat gaya yang berlawanan sesuai dengan hukum Newton III, $F = -F$, karena pengaruh gaya tersebut maka posisis benda II di III dan benda II ke III'.

Selama tumbukan gaya-gaya tersebut berubah besarnya jika lama bertumbukan dalam selang waktu " t", berdasarkan hukum Newton II dalam selang waktu t berlaku:

$$F = m\frac{dv}{dt} \quad \text{dan} \quad F' = m'\frac{dv}{dt}$$

jika pada t_1 mulai bersinggungan dan t_2 keduanya berpisah maka:

$$\int_{v_1}^{v_2} m\,dv = \int_{t_1}^{t_2} F\,dt \quad \text{dan} \quad \int_{v_1}^{v_2} m'\,dv = \int_{t_1}^{t_2} F'\,dt$$

atau ....

$$mv_2 - mv_1 = \int_{t_1}^{t_2} F\,dt \quad \text{dan} \quad m'v_2' - m'v_1' = \int_{t_1}^{t_2} F'dt$$

Perkalian mv merupakan momentum benda

Jika m = massa benda (kg)

v = kecepatan benda (m/dt)

P = momentum benda (kg m/dt)

maka $\underline{P = m.v}$

Jika suatu benda massa m bekerja gaya F tetap selama t maka pada benda itu berlaku:

$$v_t = v_o + a.\ t \qquad \ldots (1)$$

$$v_t = 0 + \frac{F}{m}.\ t$$

Jika persamaan I dikalikan dengan massa benda

$$mv_t = mv_o + F.\ t$$

atau $F\ t = mv_t - mv_o$

Komponen $F\ t$ ——— $F \int_{t_2}^{t_1} dt$ ——— $F\ (t_2 - t_1)$

$t_1 = 0$ maka $F.t$

disebut Impuls $\underline{I = F.t}$

Pada persamaan $F\ t = mv_t - mv_o$

mv_o = momentum awal

mv_t = momentum akhir

maka Impuls (I) = F.t = perubahan momentum

I = impuls (N.dt)

F = gaya (N)

t = waktu (dt)

Contoh Soal

Sebuah benda massa 1 kg dalam keadaan diam, keadaan diam, kemudian dipukul dengan gaya F, sehingga bergerak dengan kecepatan v = 5 m/dt dan pemukul menyentuk benda selama 0,01 dt. Tentukanlah:

a. Perubahan momentum benda (Impuls)

b. Besarnya gaya, F

Penyelesaian:

a. $I = mv_t - mv_o$

$= 1(5\ m/dt) - 1(0)$

$= 5\ N.dt$

b. $F.t = mv_t - mv_o$

$F.(0{,}01) = 5 - 0$

$F = \frac{5}{0{,}01} = 500\ N$

II. Gaya dan Tumbukan

Apabila dua buah benda bergerak atau salah satunya bergerak dan suatu saat bersinggungan hingga terjadi gaya tolak menolak sebagai reaksi terhadap gaya tekanan terhadap titik singgungnya, maka kedua benda itu dikatakan bertumbukan atau bertabrakan. Tumbukan ini dalam kehidupan sehari-hari banyak kita temui, contoh tabrakan mobil dlsbnya.

Kalau kita amati tumbukan ini dibagi atas dua bagian, yaitu:

I. Tumbukan Sentral (segaris)

II. Tumbukan Sembarangan

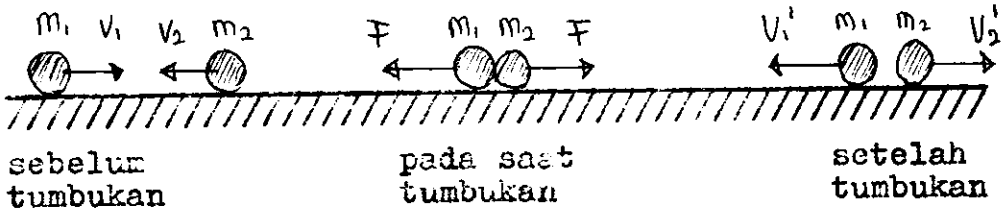
Khusus dalam bab ini yang akan dibicarakan adalah Tumbukan Sentral (segaris). Tumbukan sentral ini di

bagi atas:

1. Lenting Sempurna
2. Lenting Sebagian
3. Tidak Lenting Sama Sekali

ad.1 Lenting Sempurna

Contoh sebuah benda menumbruk benda lain atau kedua benda saling bertumburan. Setelah tumbukan kedua benda akan terpisah.



Momentum benda sebelum tumbukan $m_1v_1 + m_2v_2$

Momentum benda sesudah tumbukan $m_1v_1' + m_2v_2'$

Akan berlaku hukum Kekekalan Momentum

"Momentum benda sebelum tumbukan sama dengan momentum benda sesudah tumbukan".

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

Tumbukan Lenting Sempurna (elastis) apabila jumlah energi sebelum dan sesudah tumbukan sama, maka:

$$\tfrac{1}{2} m_1v_1^2 + \tfrac{1}{2} m_2v_2^2 = \tfrac{1}{2} m_1v_1'^2 + \tfrac{1}{2} m_2v_2'^2$$

atau

$$\tfrac{1}{2} m_1v_1^2 - \tfrac{1}{2} m_1v_1'^2 = \tfrac{1}{2} m_2v_2'^2 - \tfrac{1}{2} m_2v_2^2$$

$$m_1v_1^2 - m_1v_1'^2 = m_2v_2'^2 - m_2v_2^2$$

$$m\,(v_1^2 - v_1'^2) = m_2(v_2'^2 - v2^2)$$

...

$$m_1(v_1-v_1') = \frac{m_2(v_2'^2 - v_2^2)}{(v_1+v_1')} \quad \ldots\ldots (1)$$

Dari persamaan diatas:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

$$m_1v_1 - m_1v_1' = m_2v_2' + m_2v_2$$

$$m_1(v_1-v_1') = m_2(v_2'-v_2) \quad \ldots\ldots (2)$$

digabung (1) dan (2)

$$m_2(v_2'-v_2) = \frac{m_2(v_2'^2-v_2^2)}{(v_1 + v_1')}$$

$$(v_2'-v_2)(v_1+v_1') = (v_2'^2-v_2^2)$$

$$(v_2'-v_2)(v_1+v_1') = (v_2'^2+v_2^2)(v_2'-v_2)$$

$$(v_1+v_1') = (v_2'+v_2)$$

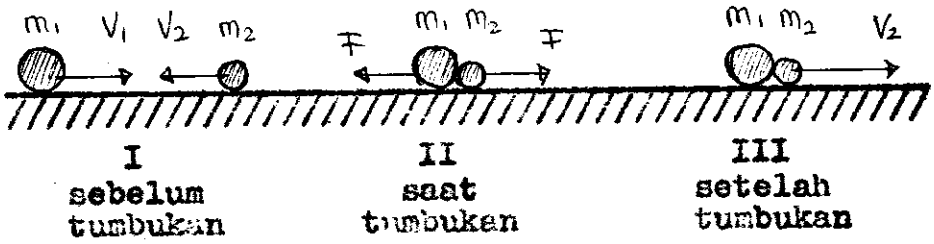
$$v_1'-v_2' = -v_1+v_2$$

$$\frac{v_1'-v_2'}{v_1-v_2} = -1 \qquad \frac{-v_1'-v_2'}{v_1-v_2} = 1$$

Persamaan di atas dikatakan persamaan Restituti, kalau koefisien restitusi = 1 maka benda dikatakan lenting sempurna.

ad.2 Lenting Sebagian

Tumbukan lenting sebagian ini terjadi apabila dua buah benda saling bertubrukan dan setelah tumbukan benda terpisah melainkan tetap melengket dan kedua benda bergerak secara bersamaddan menyatu.



Pada tumbukan jenis ini hanya berlaku hukum Kekekalan Momentum dan tidak berlaku hukum Kekekalan Energi kinetik. Sehingga rumus menyangkut dengan hukum kekekalan Energi kinetik tidak berlaku, karena energi kinetik sesudah tumbukan lebih kecil dari pada sebelum tumbukan.

Persamaan: $$\frac{-v_1' - v_2'}{v_1 - v_2} = e$$

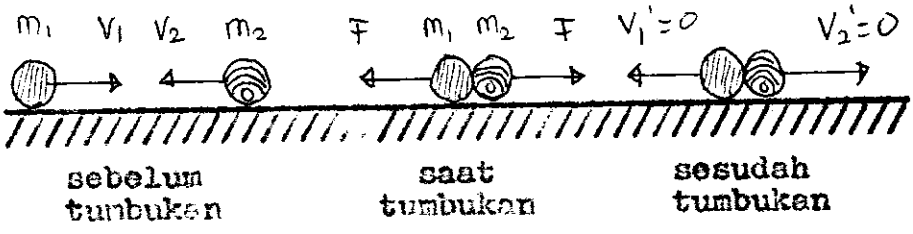
e = koefisien restitusi

0 e 1 = lenting sebagian

ad.3 Tidak Lenting Sama Sekali

Tumbukan tidak lenting sama sekali adalah setelah benda bertubrukan benda menyatu dan tidak bergerak (diam).

gambar



Persamaan: $$\frac{-v_1' - v_2'}{v_1 - v_2} = 0$$

Persamaan yang berlaku pada tumbukan tak lenting sama sekali hanya berlaku hukum Kekekalan Momentum.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1+m_2).v'$$

Contoh Soal

1. Gerbong kereta api massa 20 ton dalam keadaan diam ditabrak gerbong lain massanya 30 ton. Setelah tabrakan kedua gerbong terikat dan bergerak secara bersama-sama dengan kecepatan 0,6 m/dt. Berapa kecepatan gerbong yang menumbuk gerbong pertama?

Penyelesaian:

Hukum Kekekalan Momentum

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1+m_2).v'$$

$$20.0 + 30.v_2 = (20+30).0,6$$

$$v_2 = 1 \text{ m/dt}$$

jadi kecepatan gerbong kedua = 1 m/dt

2. Seorang massanya 45 kg membawa senapan massanya 5 kg dan didalamnya ada sebutir peluru yang massanya 0,05 kg. Orang tersebut berdiri pada lantai yang licin. Pada saat peluru ditembakkan dengan kecepatan 100 m/dt orang tersebut terdorong ke belakang. Tentukan kecepatan orang tersebut pada saat peluru dilepaskan?

Penyelesaian:

Hukum Kekekalan Momentum

mo = massa orang = 45 kg

ms = massa senapan = 5 kg

mp = massa peluru = 0,05 kg

v_p = kecepatan peluru = 100 m/dt

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

$$v.(m_o+m_s+m_p) = (m_o+m_s)v_o + m_pv_p$$

$$0 = (45+5)v_0 + 0{,}05.100$$

$$-50v_o = 5$$

$$v_o = -\frac{5}{50} = \underline{\underline{-0{,}1}}\ m/dt$$

Kecepatan orang tersebut adalah 0,1 m/dt. Tanda (-) berarti orang tersebut bergerak berlawanan anak dengan arah gerak peluru.

Soal-soal

1. Sebuah bola yang massanya 0,06 kg bergerak dengan arah horizontal dengan kecepatan 30 m/dt. Dipukul dengan sebuah tongkat hingga kecepatannya menjadi 35 m/dt, dengan arah yang berlawanan. Hiutnglah:
   a. Impuls dari pemukul
   b. Jika dipukul dengan gaya 3.900 N, berapa lama tongkat menyentuh bola?
2. Seseorang yang massanya 60 kg berdiri di atas lantai yang licin menembak dengan senapan yang massanya 3 kg, peluru yang massanya 0,03 kg meluncur dengan kecepatan 350 m/dt.
   a. Hitung kecepatan mundur orang itu sesaat setelah menembak
   b. Bila peluru itu mengenai sepotong kayu yang massanya 1,97 kg dan lengket didalamnya, hitung kecepatan kayu tersebut.

3. Si Ali yang massanya 75 kg berdiri di atas lantai yang licin, lalu melemparkan benda yang massanya 0,015 kg dengan kecepatan 50 m/dt. Hitung kecepatan orang tersebut setelah melempar.

4. Seorang ayah massanya 60 kg dan putranya 30 kg bersepatu roda dan berlari di atas lantai yang licin kedua orang tersebut saling mendorong, ternyata sang ayah bergerak dengan kecepatan 5 m/dt. Hitung kecepatan putranya dan kemana arahnya.

5. Sebuah peluru massanya 0,03 kg ditembakkan dengan kecepatan 600 m/dt, pada sepotong kayu dari 3,57 kg yang digantungkan pada seutas tali. Jika ternyata peluru masuk kedalam kayu. Hitung kecepatan kayu.

6. Sebuah sampan yang massanya 100 kg. Si Ali yang massanya 60 kg berdiri di atas sampan dalam keadaan diam. Tiba-tiba si Ali melompat ke muka dengan kecepatan 5 m/dt. Hitung kecepatan sampan setelah Ali melompat.

7. Seorang naik sekoci yang bergerak dengan kecepatan 2 m/dt. Massa sekoci dan orang masing-masing 200 kg dan 50 kg. Kemudian orang tadi melompat dengan kecepatan 6 m/dt. Searah dengan gerak sekoci. Hitung kecepatan sekoci sesaat orang sesudah melompat.

8. Dua buah benda massanya sama, masing-masing kecepatannya 10 m/dt dan 20 m/dt, datang dari arah

berlawanan. Tentukan kecepatan masing-masing setelah tumbukan tersebut.

oooweooo

BAB V

FLUIDA BERGERAK

Pengertian

Zat idbagi atas dua bahagian kalau ditinjau dari wujudnya yaitu:

1. padat
2. cair
3. gas.

Wujud cair dan wujud gas dapat mengalir dan dinamakan zat alir atau fluida. Dalam bab ini akan dibahas tentang Fluida yang bergerak, dengan anggapan bahwa Fluida tidak "konfrensible" artinya volume tidak berubah karena tekanan. Untuk jelasnya kita tinjau dulu berbagai sifat-sifat fluida ini.

A. Kohesi dan Adhesi

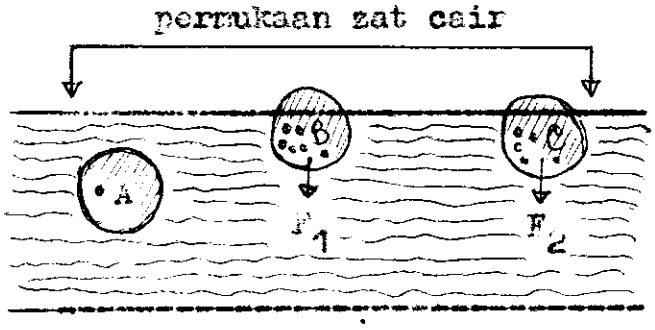
Zat terdiri dari atomatom yang membentuk molekul-molekul, kemudian molekul ini dapat berpindah kesegala arah. Tiap partikel ini dikelilingi oleh partikel lain dalam jarak dekat, partikel itu saling mempengaruhi. Kalau kedua zat tersebut sama dan dalam selang tarik menarik disebut "kohesi", sedangkan "Adhesi" adalah gaya tarik menarik dua zat yang tak sejenis. Contoh adhesi adalah melekatnya kapur di papapntulis, dsbnya.

Bila kita teteskan air di atas kaca, maka air akan memecah (melebar) itu pertanda kohesi air lebih kecil dari adhesi, sedangkan air raksa kita teteskan di atas kaca maka khohesinya besar dari adhesi, buk-

tinya air raksa akan membentuk bulatan-bulatan.

B. Tegangan Permukaan

Di permukaan kaca tetesan air raksa menyerupai bola, berupa bulatan-bulatan. Pisau Gillette(silet) dapat diapungkan di atas permukaan air dengan menempatkan penampang hamparannya secara perlahan-lahan, serangga berlari di atas permukaan air. Pada keadaan contoh diatas air tampak seolah-olah "tertekan" ke bawah karena menahan berat benda tersebut, permukaan zat cair tampak seperti kulit yang tegang.
Tegangan permukaan dapat diterangkan dengan cara meninjau gaya-gaya yang dialami partikel zat cair.
Gambar:

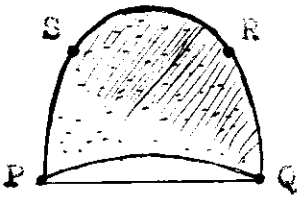


Pada gambar dilukiskan partikel berupa titik. Partikel-partikel disekeliling bola mempengaruhi partikel di pusat. Partikel-partikel di luar bola dianggap tidak mempengaruhi lagi.

1. Pada partikel A berpengaruh ke segala arah, karena itu A dalam keadaan setimbang.
2. Partikel B ditarik ke bawah. Gaya ke bawah lebih besar dari pada gaya ke atas.
3. Partikel C gaya ke bawahnya sangat besar se-

partikel tersebut hampir tenggelam.

Partikel-partikel diatas karena gaya kohesi, partikel zat cair cenderung ditarik ke dalam, akibatnya zat cair cenderung membuat permukaan sekecil-kecilnya. Tegangan permukaan akan di jelas dengan gambar dibawah ini.



PQ dapat bergerak bebas.

Kawat PQRS dicelupkan kedalam sabun ternyata kawat PQ dalam keadaan diam karena pengaruh sabun tersebut.

PQ = L (panjang kawat)

Besarnya tegangan permukaan sabun:

$$= \frac{W}{2\,L} \quad ; \quad W = F = \text{berat kawat PQ } (F)$$

= tegangan permukaan

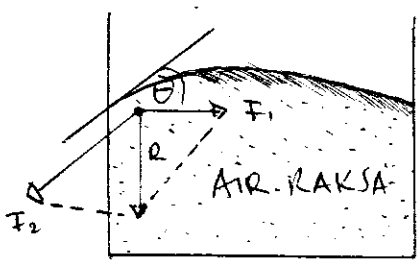
(N/m).(dyne/cm) = $/m^2$

= dapat dianggap gaya persatuan panjang kawat atau energi persatuan luas yang dipunyai oleh permukaan sabut tersebut.

C. Kapilaritas

Apabila pipa kapiler kita masukkan kedalam air maka permukaan air akan naik tapi kalau dalam air raksa maka permukaan air raksa akan turun. Pipa kapiler adalah pipa kaca yang mempunyai diameter yang kecil. "Gejala naik turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler disebut Kapilaritas".

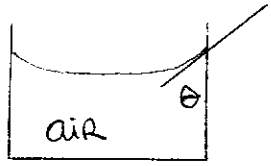
B. Pengertian Sudut Kontak



Permukaan zat cair cekung θ 90°

kohesi adhesi

$F_1 < F_2$



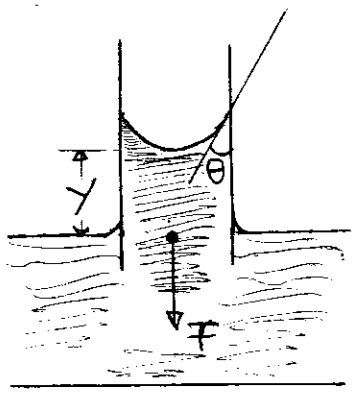
F = gaya kohesi

F = gaya adhesi

R = resultan gaya

Permukaan zat cair akan cembung jika θ 90° kohesi adhesi.

Untuk permukaan cekung



Sepanjang garis permukaan zat cair menarik dinding dengan gaya sebesar tiap satuan panjang, dengan sudut θ terhadap dinding ke bawah sebagai reaksi dinding menarik zat cair dengan gaya:

2 R cos θ ke atas.

Gaya ini diimbangi oleh berat zat cair yang naik.

Jadi: $2 R \cos \theta = R^2 Y \rho g$

jika 2 R = keliling pipa

= tegangan permukaan

Y = tinggi zat cair

g = gravitasi bumi

R = jari-jari pipa

maka:

$$Y = \frac{2 \cos \theta}{\rho g R}$$

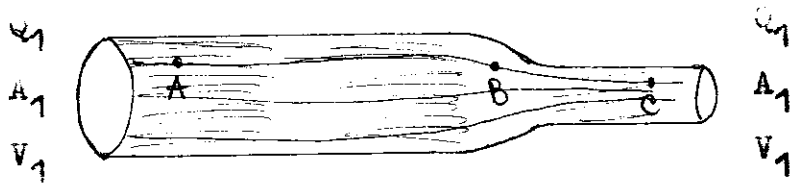
Kenaikan Y mempunyai harga negatif (-) jika θ 90° artinya zat cair dalam pipa kapiler turun, contoh pada air raksa.

E. Fluida Ideal

Fluida ideal adalah fluida yang tidak mengalami perubahan volume dan gaya gesekan selama mengalir. Fluida ini tidak kompresible artinya:

1. volume tidak berubah karena pengaruh tekanan
2. tidak mengalami gaya gesekan pada dinding tempat mengalir
3. aliranya stasioner artinya tiap partikel mempunyai garis alir tertentu dan untuk luas penampang yang mempunyai kecepatan yang sama.

Gambar:



Persamaan Kontinuitas

Jika penampang pipa = A dan fluida mengalir dengan kecepatan V, maka volume aliran tiap satuan waktu didefinisikan sebagai Debit Aliran.

Dapat ditulis $Q = A.V$

Q = debit aliran (m^3/dt)

A = penampang tabung (m^2)

V = kecepatan alir (m/dt)

Jika fluida mengalir pada penampang yang berbeda, se-

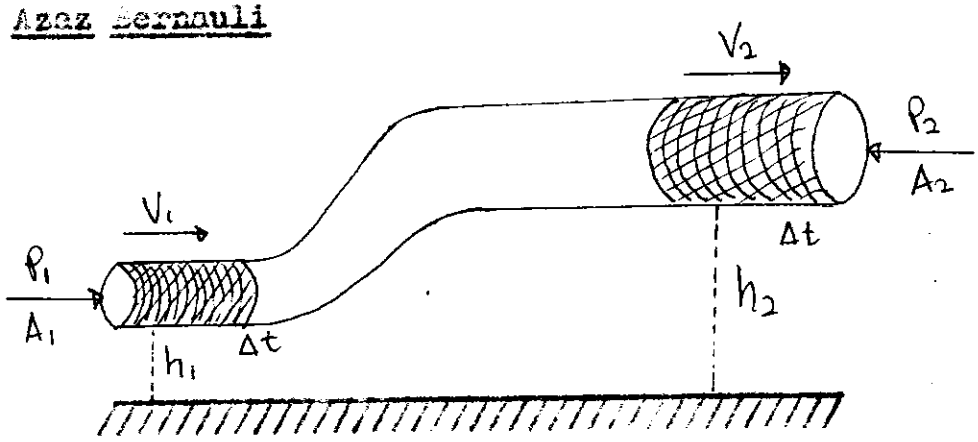
perti gambar diatas, maka persamaannya:

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1V_1 = A_2V_2 \qquad \text{atau } A.V = C$$

Persamaan ini disebut persamaan Kontiniutas.

F. Azaz Bernauli



Usaha yang dilakukan oleh P_1 pada A_1 adalah $W_1 = P_1V$

$W_2 = -P\ V$

$W_2 = -P\ (A\ V\ \ t)$ tanda(-) karena melawan arah gesekan fluida.

Usaha total yang dilakukan fluida:

$W = W_1 + W_2$

$W = P_1A_1\ t + P_2A_2V_2\ t$

Dari penampang A_1 ke A_2 terjadi perubahan energi mekanik sebesar:

$$E = Ek + Ep$$
$$= (\tfrac{1}{2}mv_2^2 - \tfrac{1}{2}mv_1^2) + (mgh_2 - mgh_1)$$

Hukum Kekekalan Energi Mekanik

$$W = \Delta m$$

$$P_1A_1V_1\ t - P_2A_2V_2\ t = \tfrac{1}{2}\ mv_2^2 - \tfrac{1}{2}mv_1^2 + mgh_2 - mgh_1 \qquad \ldots (1)$$

$$P_1V_o - P_2V_o = \tfrac{1}{2}mv_2^2 - \tfrac{1}{2}mv_1^2 + mgh_2 - mgh_1$$

Bila persamaan (1) dibagi dengan V, maka:

$$P_1 - P_2 = \tfrac{1}{2}\frac{M}{V}\cdot v_2^2 - \tfrac{1}{2}\frac{M}{V}\cdot v_1^2 + \frac{M}{V}gh_2 - \frac{M}{V}gh_1$$

$$P - P = \tfrac{1}{2}v_2^2 - \tfrac{1}{2}v_1^2 + gh_2 - gh_1$$

$$P_1 + \tfrac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = P_2 + \tfrac{1}{2}v_2^2 + gh_2$$

$$P + \tfrac{1}{2}v^2 + gh = \text{constant}$$

Persamaan ini disebut persamaan Bernauli.

dimana: P = tekanan (N/m^2)

v = kecepatan aliran (m/dt)

g = gravitasi bumi (m/dt^2)

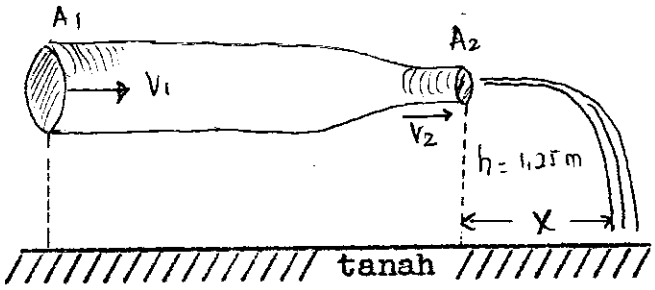
h = tinggi pipa kapiler dari tanah (m)

= massa jenis zat cair (fluida) (kg/m^3)

Contoh Soal

Sebuah pipa mendatar PQ dialiri air dari ujung P ke ujung Q pada penampang A_1 di P mempunyai ketinggian 125 cm dari tanah, bila luas A_1 = 25 cm^2 dan penampang pada Q = A_2 dengan luas 10 cm^2, jatuh air dari tanah 4 m dari tanah. Hitung banyaknya air jatuh di Q selama 1 menit.

Penyelesaian:



$h_o = 125$ cm $= 1{,}25$ m $\qquad A_2 = 10\ cm^2 = 10^{-3}\ m^2$

$x = 4$ m $\qquad g = 10\ m/dt^2$

$A_1 = 25\ m^2 = 25.10^{-4}\ m^2$

$$h_o = \tfrac{1}{2}\, gt^2 \qquad x = v_2.t$$

$$1{,}25 = \tfrac{1}{2}\, 10t^2 \qquad 4 = v_2.0{,}5$$

$$t^2 = 0{,}25 \qquad v_2 = 8\ m/dt$$

$$t = 0{,}5\ dt$$

Debet Air

$$Q = A_2 v_2 = 10^{-3}.8 = 8.10^{-3}\ m^3/dt$$

$$Q = \frac{V}{T}\ ;\ V = R.t = 8.10^{-3}.60\ m^3$$

$$= 48.10^{-2}\ m^3 = 4{,}8 \text{ liter}$$

Jadi banyak air yang keluar= <u>4,8</u> liter.

<u>Soal-soal</u>

1. Sebuah pipa mendatar PQ dialiri air dari ujung P ke Q, luas penampang P = 40 cm^2 dan penampang Q = 20 cm^2. Jika debit air di Q = 1 liter tiap detik hitung kecepatan air di P dan di Q.

2. Suatu fluida mengalir dengan kecepatan 3 m/dt melalui pipa yang bergaris tengah masing-masing 4 cm, 6 cm, 8 cm. Hitung kecepatan air pada pipa yang bergaris tengah 6 cm dan 8 cm.

3. Suatu bejana berbentuk silinder diisi dengan air dan diberi lubang kecil pada salah satu sisi dindingnya.
   Hitunglah kecepatan air yang keluar dari lubang itu dan jarak jatuh air di tanah.

4. Sebuah pipa kapiler dengan jari-jari 0,2 cm, dimasukkan kedalam zat cair yang mempunyai sudut kontak 60° dan zat cair tersebut naik setinggi 0,5 cm didalam pipa kapiler. Massa jenis zat cair 0,895/ cm^2 dan kecepatan gravitasi bumi $10m/dt^2$. Tentukan tegangan permukaan zat cair tersebut!

5. Suatu bak berbentuk silinder terisi air yang tingginya 6,25 m. Luas penampang bak sangat luas. Pada salah satu dinding bak terdapat lubang kebocoran yang tingtinya 5 m di atas tanah. Tentukan letak kebocoran yang kedua supaya air yang memancar dari kedua lubang itu jatuh di tanah ditempat yang sama. (gravitasi bumi 10 m/dt^2)

oooweneooo

BAB VI

LISTRIK TAK MENGALIR

A. Muatan-muatan Listrik dan Hukum Coulomb

Elektrostatika adalah ilmu yang mempelajari peristiwa kelistrikan untuk muatan-muatan yang tak bergerak (statis).

Adanya muatan-muatan listrik diam ini dapat diperlihatkan secara sederhana pada rambut kita dalam waktu tertentu kemudian kita dekatkan pada sobekan-sobekan kertas yang kecil, maka kertas itu akan tertarik kearah sisir ini pertanda pada sisir ada sesuatu sehingga kertas itu tertarik. Sesuatu ini apa yang disebut gaya yang disebabkan muatan-muatan listrik.

Permasalah ini telah lama diketahui oleh seorang bangsa Yunani yang bernama Thalles. Thalles menemukan sebuah batu yang dapat menarik batu lain bila digosok. Batu itu disebutnya "Elektron".

Benda yang mempunyai muatan yang sama tolak menolak dan yang berlainan tarik menarik.

Jenis muatan listrik itu dibagi atas dua bahagian

1. Muatan Positif:

   yaitu sejenis dengan muatan kaca yang telah digosok dengan kain sutera (elektron kaca masuk ke kain sutera.

2. Muatan Negatif

   yaitu sejenis muatan ebonit yang telah digosok dengan kain wol (elektron-elektron wol masuk ke ebonit).

- **Hukum Coulomb**

Kalau benda-benda yang mempunyai muatan sejenis akan tolak menolak dan muatan yang berlainan akan tarik menarik. Besarnya gaya tarik dan gaya tolak ini diselidi oleh seorang fisikawan Perancis yang bernama Albert Cristian Coulomb. Coulomb menyelidikinya dengan mempergunakanaalat yang disebut dengan "neraca puntir". Dari hasil percobaannya dikeluarkan suatu hukum yang berbunyi

"Besarnya gaya tarik menarik atau tolak menolak antara dua benda bermuatan listrik adalah sebanding dengan besar muatan masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara benda itu".

Jika benda bermuatan masing-masing dengan Q_1 dan Q_2 serta jarak antara r maka gaya tolak menolak dan tarik menarik F di udara adalah:

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Q = muatan listrik (coulomb)

r = jarak muatan benda (meter)

k = konstanta pembanding besarnya: $9.10^9 Nm^2/c^2$

F = gaya tolak/tarik muatan (newton)

Dalam Sistem Internasional Satuan F adalah Newton. r dalam meter dan Q dalah coulomb. Dalam satuan ini besar $k = 9.10^9$: "k disebut tetapan perbandingan".

Jadi jika ada muatan positif masing-masing 1 cou -

lomb yang terletak di udara pada jarak 1 meter satu sama lainnya maka gaya tolak yang timbul adalah:

$$F = 9.10^9 . \frac{1x1}{1^2} = 9 \times 10^9 \text{ Newton}$$

Jika dalam sistem cgs dimana:

F dalam dyne

Q dalam stc harga k = 1 dyne cm^2/stc^2

r dalam cm

Hubungan satuan:

1 N = 10^5 dyne

1 c = 3.10^9 stc

B. **Konduktor dan Isolator**

- Konduktor adalah zat/benda yang dapat menghantarkan listrik. Misalnya tembaga, besi; logam pada umumnya dari elektrolit.
- Isolator atau Penyekat adalah zat/benda yang tidak menghantarkan listrik. Misalnya kayu kering, karet, kaca, porselen, udara dsb.

Bumi adalah penghantar yang besar sekali kapasitasnya. Artinya bumi dapat menerima muatan negatif sebanyak-banyaknya dari bumi mampu menyimpan muatan ini sehingga mampu memberikan mampu memberikan muatan listrik positif.

- Ada suatu sifat antara konduktor dan isolator disebut "semi konduktor" suatu penghantar yang cenderung bersifat konduktor dari pada isolator.

C. Teori Elektron

A. Teori Lorene Tentang Elektron

Telah banyak teori yang mencoba menerangkan sifat-sifat dan timbulnya muatan listrik. Teori yang cukup dipandang baik adalah teori Lorentz. Lorentz (1853-1928) seorang profesor di kota Leiden yang telah mendapat hadiah Nobel buat ilmu pengetahuan tahun 1902.

Teorinya berbnyi:

1. Segala benda terdiri dari proton yang bermuatan positif dan elektron bermuatan negatif.
2. Pada benda-benda netral jumlah protonya sama dengan jumlah elektronnya.
3. Benda-benda yang jumlah elektronnya lebih banyak dari protonnya dinamakan bermuatan negatif. Kalau jumlah protonnya lebih banyak dari pada elektronnya dikatakan bermuatan positif.
4. Elektron mudah bergerak dari suatu tempat ke tempat lain tapi proton tetap diam di tempatnya.
5. Didalam konduktor elektron mudah bergerak dan dalam benda isolator elektron boleh dikatakan tidak bergerak.

Dengan teori elektron diatas diterangkan mengapa plastik digosok dengan rambut menjadi negatif, yaitu elektron rambut pindah ke plastik, sehingga plastik menjadi negatif dan rambut menjadi positif.

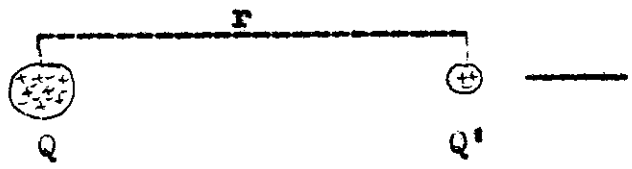
Dengan teori ini pula dapat diterangkan kenapa konduktor dapat mengalirkan listrik didalam konduktor tidak ada muatan listrik, muatan listrik berada pada permukaan luar mudah berpindah atau bergerak.

D. **Kuat Medan Listrik (E)**

Suatu benda bermuatan Q berada pada suatu ruangan, jika benda lain jugg bermuatan Q didekatkan, maka akan mengalami gaya (F).

Benda yang bermuatan listrik Q tadi menimbulkan medan listrik yang besarnya: gaya tiap muatan.

Gambar



jadi $E = \frac{F}{Q}$

$$E = k \frac{\frac{Q_1 \cdot Q_2'}{r^2}}{Q'} \qquad E = k \frac{Q}{r^2}$$

E = kuat medan listrik (N/c)

Q = muatan listrik (coulomb)

r = jarak antara dua muatan (meter)

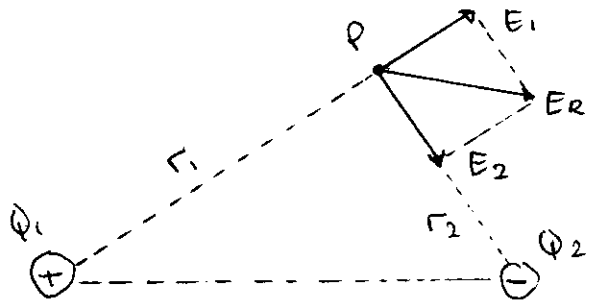
k = konstanta pembanding = 9.10^9 Nm^2/c^2

Gaya Elektrostatis (F) kuat medan listrik (E) kedua-duanya merupakan besaran vektor.

Kita tinjau gambar berikut ini.

Contoh:

Contoh



Kuat medan $E_1 = k \frac{Q_1}{r_1^2}$ dan $E_2 = k \frac{Q_2}{r_2^2}$

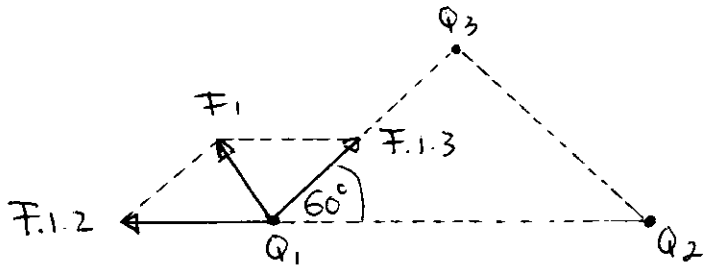
$$Ep = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos}$$

Contoh Soal

1. Pada titik sudut dari sebuah segi tiga sama sisi ditempatkan muatan-muatan listrik sebesar Q_1 = +1 c, Q_2 = +2 c dan Q_3 = -3 c, panjang sisi segi tiga itu 30 cm. Tentukan besarnya gaya yang bekerja pada muatan I.

   Penyelesaian:

   gambar



   Q_1 dengan Q_2 tolak menolak

   Q_1 dengan Q_3 tarik menarik

   Sudut antara $F_{1.2}$ dengan $F_{1.3}$ —— $\theta = 120^o$

   r = 30 cm = 0,3 m

   1 c = 10^{-6} c

Gaya antara Q_1 dan Q_2

$$F_{1.2} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 9.10^9 \frac{(10^{-6})(2.10^{-6})}{(0,3)^2}$$

$$= 9.10^9 \frac{2.10^{-12}}{9.10^{-2}} = 2.10^{-1} \text{ Newton}$$

$$= 0,2 \text{ Newton}$$

Gaya antara muatan Q_1 dan Q_3

$$F_{1.3} = k \frac{Q_1 Q_3}{r^2} = 9.10^9 \frac{(10^{-6})(3.10^{-6})}{(0,3)^2}$$

$$= 9.10^9 \frac{3.10^{-12}}{9.10^{-2}} = 3.10^{-1} \text{ Newton}$$

$$= 0,3 \text{ Newton}$$

Sehingga resultannya di Q_1 ——— F_1

$$F_1 = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos}$$

$$F_1 = \sqrt{(0,2)^2 + (0,3)^2 + 2(0,2)(0,3) \cos 120^\circ}$$

$$F_1 = \sqrt{0,04 + 0,09 + 2(0,2)(0,3) \cos 120^\circ}$$

$$F_1 = \sqrt{0,13 - 0,06}$$

$$F_1 = \sqrt{0,07}$$

$$F_1 = \underline{\underline{0,26}} \text{ Newton}$$

2. Sebuah muatan listrik yang dapat dianggap sebagai muatan titik besarnya +25 c. Tentukan kuat medan listrik pada jarak 50 cm dari muatan itu.

Penyelesaian:

$Q = +25 \quad c = 25.10^{-6}\ c$

$r = 50\ cm = 0,5\ m$

$$E = k\frac{Q}{r^2} = 9.10^9\ \frac{25.10^{-6}}{(0,5)^2} = 9.10^9\ \frac{25.10^{-6}}{25.10^{-2}}$$

$$= 9.10^5\ N/c$$

Soal-soal

1. Pada suatu garis lurus terdapat 3 titik A_1B_1 dan C sehingga AB dan BC = 1 m, pada titik A_1B_1C masing-masing terdapat muatan listrik sebesar:

   $A = +18.10^9c \quad B = -2.10^9c$ dan $C = -3.10^9c$

   $k = 9.10^9\ Nm^2/c^2$.

2. Muatan A menolak muatan B, muatan B menolak muatan C dan muatan C menarik muatan D. Jika muatan D positif tentukan muatan A.

3. Jarak antara muatan A dan B yang masing-masing 2.10^{-3} c dan 8.10^{-3} c adalah 6 cm. Tentukan berapa newton gaya yang bekerja pada muatan -10^{-3} c yang ditempatkan dipertengahan antara A dan B.

4. Muatan A = 4 Q dan B = -Q (AB= 10 cm) dimana letak titik c pada garis yang melalui A dan B hingga tiap muatan yang ditempatkan di titik C menerima gaya-gaya yang setimbang.

5. Dua buah muatan saling menolak dengan gaya $6,75.10^{-5}$N pada jarak 6 cm, satu sama lain. Setelah kedua muatan disentuhkan kemudian diberik jarak antara

6 cm lagi. Bila ternyata keduanya saling menolak dengan gaya 9.10^{-5}N. Tentukan berapa coulomb muatan masing-masing sebelum disentuhkan.

6. Pada sebuah garis terletak titik A,B dan C hingga AB = BC = 60 cm. Pada titik A terdapat muatan +100 c, pada B muatan -51,2 c dan pada C muatan -100 c. Tentukan besar kuat medan di titik yang berjarak sama dari A dan C masing-masing 1 m

7. Muatan +4 c diletakkan pada titik A dan B yang berjarak 0,5 m, dimana letak sebuah titik pada garis melalui A dan B yang mempunyai kuat medan=0

8. Pada titik sudut siku-siku A dari segi tiga ABC (AB=4 cm BC= 8 cm), terdapat muatan +3,2 c. Hitung muatan di C agar arah kuat medan di B sejajar AC.

oooweneoo

BAB VII

ELEKTRODINAMIKA

LISTRIK ARUS SEARAH

Elektrodinamika adalah ilmu yang mempelajari tentang arus listrik yang bergerak atau yang mengalir dalam suatu rangkaian. Yang akan dibicarakan disini adalah arus listrik searah atau Direct Curent (DC).

A. Sumber-sumber Arus Searah

Sumber-sumber arus searah adalah sebagai sumber listrik yang dapat menimbulkan arus listrik yang konstan (tetap) terhadap waktu.

Contoh sumber arus searah:

a. elemen-elemen elektrokimia

b. generator arus searah

c. termo elemen

d. dll.

ad.a **Elemen Elektrokimia**

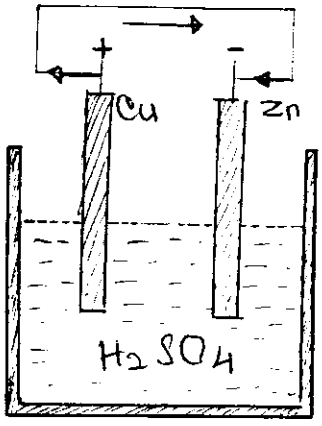
Dalam reaksi Reduksi-Oksidasi (Redoks) akan menyangkut transfer elektron. Bila perpindahan ini secara spontan akan menghasilkan arus searah, yaitu arus listrik. Arus listrik ini dinamakan Elektrokimia. Dalam elemen akan terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik.

1. **Elemen Volta**

Luigi Galvani(1780) dan Alessandro Volta(1800)

telah menemukan prinsip pembentukan dari energi kimia menjadi energi listrik, yang dikenal dengan sel volta.

Gambar

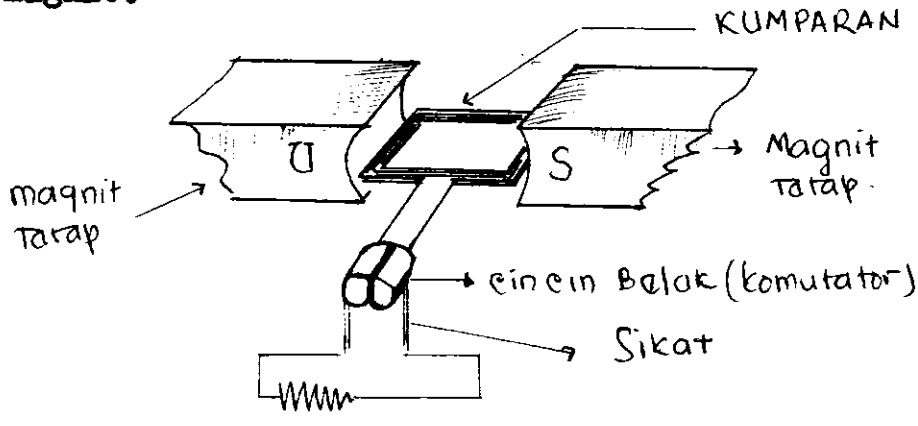


Kutub positif(+) adalah logam Cu(Cuprum), kutub negatif(-) adalah logam Zn(Zinkum). Larutan yang digunakan adalah asam sulfat(H_2SO_4). Pada rangkaian terjadi aliran arus listrik dari kutub positif ke kutub negatif dan aliran elek (-) ke proton(+).

Pada keadaan ini terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik.

ad.b **Generator Arus Searah**

Generator arus searah adalah alat yang bisa merubah energi mekanik(gerak) menjadi energi listrik, alat ini dinamakan generator arus searah. Generatur ini berprinsip pada peristiwa induksi magnit.



Apabila kumparan diputar sampai kutub utara kumparan berhadapan dengan kutub selatan magnet tetap dan kutub selatan kumparan berhadapan dengan kutub utara magnet, maka kumparan itu timbul gerak gaya listrik (GGL Induksi) yang arahnya tetap. GGL ini searah dan menimbulkan arus listrik searah(DC).

ad.c **Termo Element**

Pada tahun 1826 Thomas Johann Seebach menemukan terjadinya arus listrik karena perbedaan suhu. Kalau sebatang logam suhu ujung-ujungnya tidak sama maka elektron akan berpindah dari ujung satu ke ujung lain, perpindahan elektron itu dinamakan arus termolistrik. GGLnya dinamakan Gerak Gaya Listrik (GGL) Listrik Seebach. Dalam hal ini terjadi perubahan energi panas(kalor) menjadi energi listrik.

B. **Arus Listrik**

Apabila pada suatu penghantar terjadi beda potensial antara ujung-ujungnya maka akan terjadi pindahan elektron dari satu ujung ke ujung lain, beda potensial ini disebabkan oleh beda muatan yang dikandung oleh ujung-ujung penghantar tersebut. Elektron itu akan berpindah dari potensial yang rendah ke potensial yang tinggi, sedangkan proton berpindah dari potensial yang tinggi ke potensial yang rendah. Arus listrik itu dikatakan arah perpindahan muatan positif dan berlawanan dengan arah gerak elektron. Sebenarnya dalam suatu penghantar yang berpindah hanya

muatan negatifnya, sedangkan proton tetap berada ditempatnya. Selisih potensial antara ujung-ujung penghantar ini diukur dengan voltmeter. Satu volt adalah: titik A dan B mempunyai selisih potensial satu volt, apabila sumber arus mengeluarkan energi 1 joule untuk memindahkan muatan satu qoulomb.

Jika usaha yang dilakukan= w joule, dari titik A dan B berpindah muatan sebesar q coulomb dalam waktu t detik maka:

$$V = \frac{W_{AB}}{Q} \quad \text{atau} \quad W_{AB} = V.Q$$

karena perpindahan muatan Q dalam waktu t, maka akan timbul arus listrik sebesar:

$$i = \frac{Q}{t} = \text{coulomb/detik} = \text{Amper}$$

arus listrik diukur dengan Amper meter
satu amper adalah: apabila muatan berpindah dalam suatu penghantar dalam waktu satu detik.

C. Hambatan Penghantar

Masing-masing kawat berbeda daya hantarnya, contoh logam besi dengan tembaga, tembagai lebih baik dari pada besi, perbedaan ini disebabkan oleh hambatan jenis dari berbagai jenis kawat. Hambatan jenis itu adalah hambatan yang terjadi untuk satu satuan panjang kawat.

Jika hambatan jenis kawat (Rh_o) dan panjang kawat 1, luas penampang kawat (A) maka hambatan ka-

wqt untuk panjang l adalah R, sehingga:

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

R = hambatan kawat (ohm)
= hambatan jenis (ohm.m)
A = luas penampang (m^2)
l = panjang kawat (m)

Hambatan kawat ini tergantung pada:

1. Hambatan Jenis ( )
2. Panjang kawat (l)
3. Luas penampang kawat (A)

D. **Hukum Ohm**

Pada tahun 1789-1854 seorang fisikawan Jerman telah berhasil menyelidiki antara besarnya beda potensial (v) dengan besarnya arus yang mengalir(i). Kesimpulan Ohm menelorkan suatu hukum yang disebut hukum ohm.

Hukum Ohm berbunyi:

"Kuat arus yang mengalir pada suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar itu, asal suhu penghantar tetap".

Hukum ini dapat dituliskan:

$v \sim i$ (v sebanding dengan i)

Perbandingan ini harus disertai dengan suatu faktor yang disebut dengan hambatan kawat (R).

maka $v = i.R$

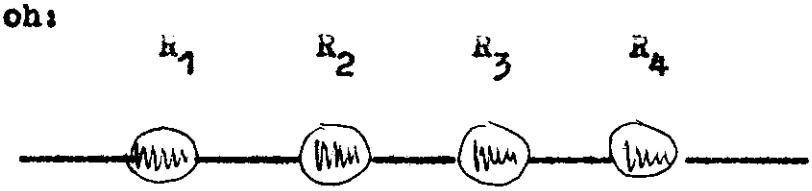
v = beda potensial (volt)
i = kuat arus (amper)
R = hambatan (ohm) ( )

B. Rangkaian Arus Searah

1. Rangkaian Susunan Seri

Rangkaian susunan seri adalah rangkaian hambatan atau sumber arus yang disusun secara berderetan.

Contoh:



untuk R pengganti (Rs) adalah:

$$Rs = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

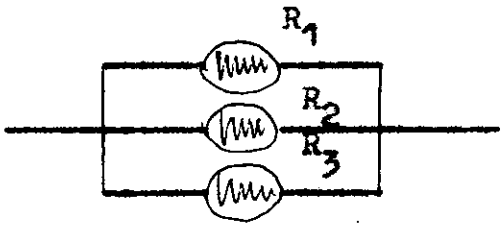
$$Rs = Rn \qquad ...,\ n = 1,2,3,....$$

Untuk hambatan seri kuat arus listrik yang mengalir untuk tiap-tiap hambatan adalah sama.

2. Rangkaian Susunan Paralel

Rangkaian susunan paralel adalah rangkaian hambatan yang disusun secara berdampingan, untuk susunan paralel tegangan atau beda potensial listriknya untuk tiap-tiap hambatan adalah sama.

Contoh:



Untuk R pengganti adalah: Rp

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

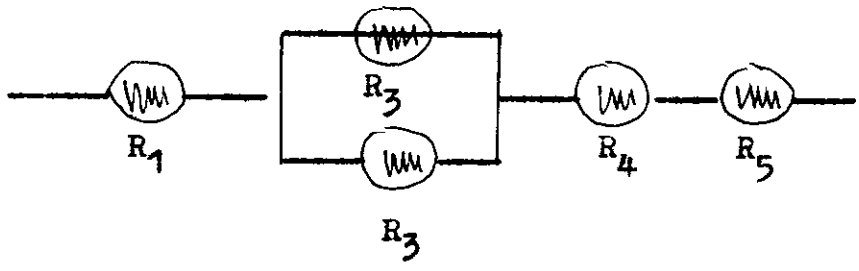
atau $\frac{1}{Rp} = \frac{1}{Rn}$

$n = 1,2,3,.....$

3. Susunan Campuran

Susunan campuran(compound) adalah dalam suatu rangkaian terdapat susunan seri dan susunan paralel dalam suatu rangkaian listrik.

Contoh:



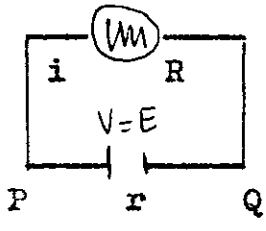
untuk mencarkan nilai R-nya harus dilihat sistem rangkaian dan dari mana yang mudah diserikan dulu atau diparalelkan duku dari contoh diatas dapat kita selesaikan:

langkah I : paralelkan R_2 dan R_3

langkah II : hasil paralel R_2 dan R_3 = Rp maka dia akan seri terhadap R_1+R_4 dan R_5 maka R-total adalah:

$$R_{total} = R_1 + R_p + R_4 + R_5$$

F. <u>Rangkaian Listrik Sederhana</u>



Diluar sumber tegangan arus mengalir dari P ke Q melalui hambatan R, didalam sumber tegangan arus mengalir dari Q ke P disana juga mengalami hambatan. Hambatan ini disebut "hambatan dalam" r. Beda potensial sebelum mengalir disebut v_{sumber} = = GGL

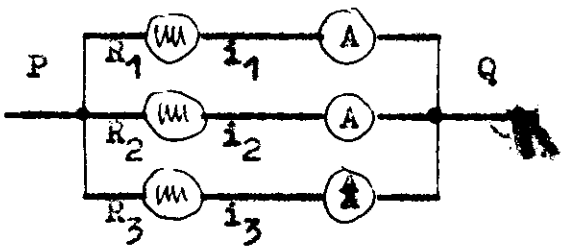
Bila arus mengalir melalui suatu hambatan R maka hambatan seluruhnya yang dialami arus adalah R + r , arus yang mengalir:

$$i = \frac{V}{R} \quad \ldots\ldots \text{ hukum ohm}$$

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

G. Rangkaian Listrik Bercabang

Hukum Kirchoff I



Suatu rangkaian bercabang di P dan arus terbagi menjadi i_1, i_2 dan i_3 yang masing-masing melalui hambatan R_1, R_2 dan R_3. Arus itu kembali bersatu di Q.

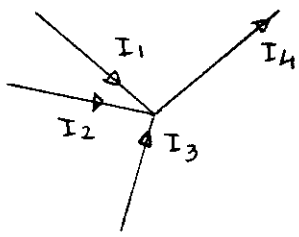
Bila arus yang masuk di P = i pada cabang-cabangnya berturut-turut i_1, i_2 dan i_3. Maka arus di titik Q sama dengan arus di titik P.

Secara matematika: $i_P = i_1 + i_2 + i_3 = i_Q$

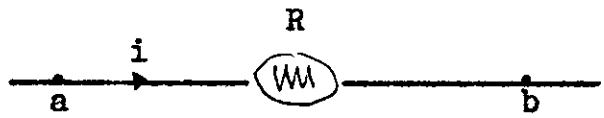
Kesimpulan dari percobaan diatas disimpulkan yang terkenal dengan hukum Kirchoff yang berbunyi:

"Kuat arus yang masuk ketitik percabangan sama besarnya dengan kuat arus yang keluar dari titik percabangan itu".

Contoh lain: $i_4 = i_1 + i_2 + i_3$



H. Energi dan Daya Listrik



Arus i mengalir melewati penghantar dengan hambatan R terjadi beda potensial antara a dan b V_{ab}. Dalam waktu t berpindah muatan sebesar Q_1 dalam waktu dt muatan berpindah sebesar dQ.

$$dQ = i.dt$$

Jika daya adalah usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan untuk memindahkan muatan dari satu ujung ke ujung lain (dw), maka:

$$dw = V.dQ$$

Daya adalah besarnya usaha yang dilakukan tiap satuan waktu.

$$P = \frac{dw}{dQ} \quad ; \quad P = \frac{w}{Q}$$

$$w = Q.V$$

$$w = i.t.V \quad \ldots \quad Q = i.t$$

$$w = V.i.t$$

karena $V = i.R$ maka $\underline{w = i.r.i.t}$

$$\underline{w = i^2.R.t}$$

Dari hubungan diatas dapat kita simpulkan:

- energi yang dikeluarkan sebanding dengan kuadrat kuat arus
- energi yang dikeluarkan sebanding dengan hambatan R

- energi yang dikeluarkan sebanding dengan waktu t.

Kalau seluruh energi berubah menjadi panas atau kalor maka dapat kita tuliskan:

$$w = 0{,}24 . i^2 \, Rt \text{ kalori}$$

1 kalori = 4,18 joule

$$1 \text{ joule} = \frac{1}{4{,}18} = 0{,}24 \text{ kalori}$$

Contoh Soal Arus Listrik

1. Suatu penghantar dilewati oleh muatan sebesar 200 c aliran muatan tersebut berlangsung selama 1 detik. Jika muatan berpindah dari A ke B. Berapa kuat arus yang ditimbulkannya?

   Penyelesaian:

   diket: $Q = 200 \text{ c} = 200.10^{-6} \text{ Q}$

   $= 2.10^{-4} \text{ Q}$

   $t = 1$ detik

   $$i = \frac{Q}{t} = \frac{2.10^{-4}}{1} = 2.10^{-4} \text{ Amper}$$

   $= 0{,}0002$ A

2. Untuk memindahkan muatan 80 coulomb dibutuhkan energi 160 joule. Berapakah beda potensial antara ujung-ujung penghantar tersebut?

   Penyelesaian:

   Diket: Q = 80 coulomb

   w = 160 joule

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{160 \text{ Joule}}{80 \text{ coulomb}} = 2 \text{ volt}$$

Contoh Soal Hambatan Penghantar

Suatu kawat penghantar panjangnya 10 m dengan diameter 2 mm. Kawat tersebut mempunyai hambatan jenis $3{,}14.10^{-5}$ ohm m. Berapa hambatan kawat?

Penyelesaian:

Diket: $\rho = 3{,}14.10^{-5}$ ohm m

(jari-jari) R = ½ diameter = ½ x 2 mm = 1 mm = 10^{-3}m

$l = 10$ m

$A = \pi R^2 = (3{,}14)(10^{-3})^2 = 3{,}4.10^{-6}$

$$R = \rho \frac{l}{A} = 3{,}4.10^{-5} \frac{10}{3{,}14.10^{-6}10^{-1}}$$

$$= \underline{\underline{100}} \text{ ohm}$$

Contoh Soal Hukum Ohm

Pada suatu penghantar mengalir arus sebesar 5 amper, arus tersebut dilewatkan pada hambatan sebesar 80 ohm berapa beda potensial antara ujung-ujung penghantar?

Penyelesaian:

Diket: i = 5 amper

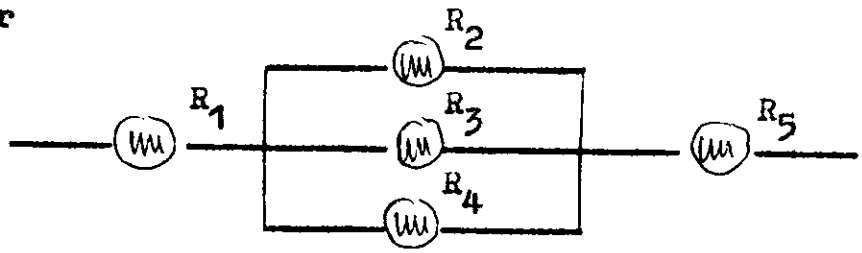
R = 80 ohm

$V = i.R = 5.80 = \underline{\underline{400}}$ volt

Contoh Soal Susunan Hambatan

Lima(5) hambatan berharga dua(2) amper dan kelima hambatan tersebut masing-masing R_1, R_2, R_3, R_4 dan R_5 disusun seperti gambar. Hitunglah R penganti.

Gambar



Penyelesaian:

$$R_p = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

$$R_p = \frac{3}{2}$$

$$R_{total} = R_1 + R_p + R_5$$

$$= 2 + \frac{2}{3} + 2$$

$$= \frac{6}{3} + \frac{2}{3} + \frac{6}{3} = \frac{14}{3}$$

$$R_{total} = \frac{14}{3}$$

Contoh Soal Rangkaian Tertutup

Diantara kutub-kutub sebuah sumber tegangan (E = 6 volt) (R = 0,5 ohm) dipasng sebuah alat yang mempunyai hambatan sebesar 2,5 ohm. Berapa besar arus yang dialirkan oleh sumber tegangan itu?

Penyelesaian:

Diket: E = 6 volt

R = 2,5 ohm

r = 0,5 ohm

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

$$i = \frac{6}{2,5+0,5} = \frac{6}{3} = 2 \text{ Amper}$$

Contoh Soal Rangkaian Listrik Bercabang

Arus listrik mengalir dalam suatu penghantar melewati hambatan yang disusun paralel, besar hambatan masing-masing 4 ohm, 2 ohm, 8 ohm dan 1 ohm, jika beda potensial antara titik awal percabangan 120 volt, berapa kuat arus yang keluar dari percabangan?

Penyelesaian:

Diket: $V = 120$ volt

$R_1 = 5$ ohm $\quad R_3 = 3$ ohm

$R_2 = 2$ ohm $\quad R_4 = 1$ ohm

$$i_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{120}{4} = 30 \text{ amper}$$

$$i_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ amper}$$

$$i_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{120}{8} = 15 \text{ amper}$$

$$i_4 = \frac{V}{R_4} = \frac{120}{1} = 120 \text{ amper}$$

maka arus dititik sesudah percabangan

$$i_{total} = i_1 + i_2 + i_3 + i_4$$

$$= 30 + 60 + 15 + 120$$

$$= \underline{\underline{225}} \text{ amper}$$

Contoh Soal Energi dan Daya Listrik

Suatu pesawat televisi menggunakan arus sebesar 0,5 A dengan tegangan 12 volt. Berapa energi yang digunakan jika pesawat televisi itu dihidupkan 5 jam?

Penyelesaian:

Diket: $V = 12$ volt $\quad t = 5$ jam $= 540.000$ detik

$i \quad i = 0,5$ A

$$W = V\ i\ t$$

$$= 12 \times 0{,}5 \times 540.000$$

$$= \underline{\underline{3.240.000}} \text{ joule}$$

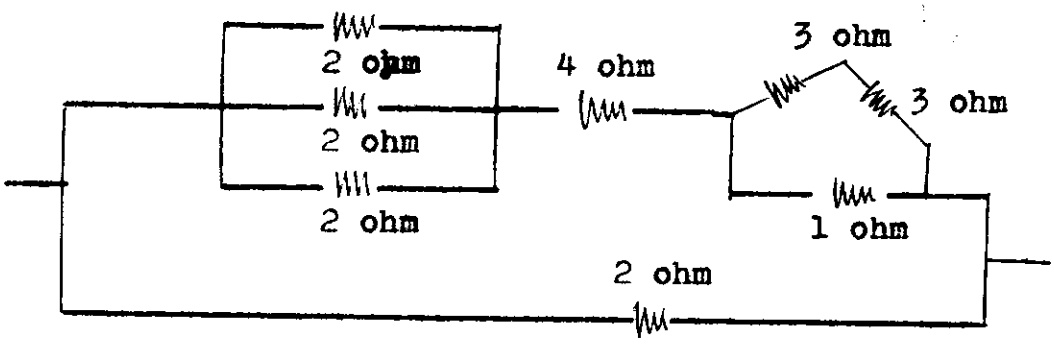
Soal-soal Latihan

1. Sebuah milli amper dapat mengukur arus paling tinggi 10 mA (0,001 A). Hambatan dalam mili amper itu 10 ohm, milli amper ini dapat mengukur arus yang besar dengan suatu hambatan paralel dengan milli amper itu. Misalkan milli amper itu hendak mengukur arus sebesar 1 A. Berapa besar hambatan yang diusahakan agar milli amper dapat berfungsi?

2. Diantara kutub-kutub sebuah sumber tegangan (E = 3 v, r = 0,5 ohm) dipasang sebuah alat yang mempunyai hambatan 9,5 ohm. Berapa besar arus yang dialirkan sumber tegangan itu?

3. Sebuah sumber tegangan E = 6 volt, r = 0,4 ohm dihubungkan dengan sebuah penghambat 6 ohm dan dua buah penghambat paralel yang besarnya berturut-turut 4 ohm dan $2\frac{2}{3}$ ohm.
   a. gambarlah rangkaian
   b. tentukan kuat arus bahagian yang tak bercabang pada rangkaian itu
   c. tentukan tegangan jepit sumber tegangan
   d. hitung kuat arus dalam penghambat 4 ohm dan $2\frac{2}{3}$ ohm.

4. Hitung R_{total} dari gambar



5. Dua kawat membawa arus listrik masuk ke suatu simpul. Kawat yang satu berarus 10 A yang lain 50 A, sari simpul keluar 3 arus melalui 3 kawat. Kawat I kuat arusnya 50 A, kawat kedua 7 A. Berapa kuat arus listrik yang mengalir kuat arus III ?

oooweneooo

BAB VIII

K E M A G N E T A N

Kata magnet berasal dari nama daerah di Asia kecil yaitu magnesia. Di daerah itu kira-kira 4.000 tahun yang lalu ditemukannya suatu jenis batu yang mempunyai sifat dapat menarik besa dan baja. Sekarang magnet telah dapat dibuat dari besi, baja dan campuran logam lainnya.

A. Gejala Kemagnetan

Kita sering mengabakan bahwa gunting, tang, obeng,dll dapat menarik benda-benda kecil yang terbuat dari besi ditarik ini menandakan pada alat tersebut adanya gejala kemagnetan.

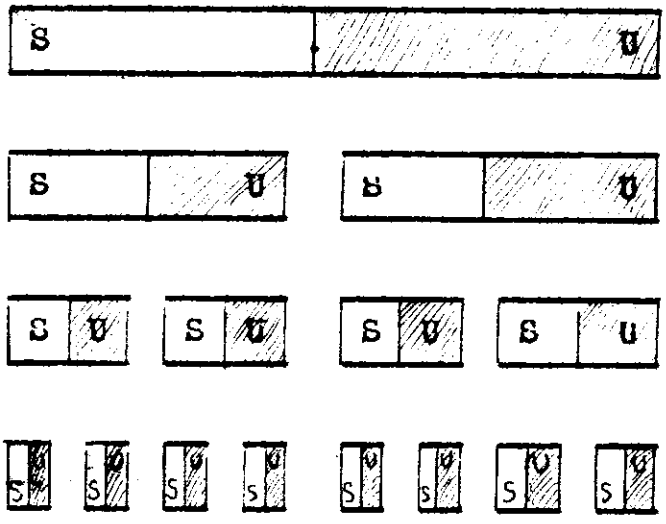
B. Sifat-sifat Magnet

Gaya magnet dapat bersifat aktraktif dan repulsif, gaya terkuat dapat dirasakan pada daerah kutub-kutubnya. Sebuah magnet yang bebas selalu menuju ke satu arah, kutub magnet yang menuju ke kutub utara bumi di sebut kutub utara magnet, yang menuju ke kutub selatan bumi disebut kutub selatan magnet. Karena bumi merupakan benda yang mempunyai sifat kemagnetan yang besar, pada kutub utara bumi terletak kutub selatan magnet bumi dan pada kutub selatan bumi terletak kutub utara magnet bumi.

Sebuah magnet walau bagaimana bentuknya selalu mempunyai kutub-kutub yang ganda, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub magnet tidak dapat berdiri sendiri walaupun magnet ini dibagi atas magnet-magnet

kecil.

Contoh sebatang magnet



Gambar diatas memperlihatkan sepotong magnet dipotong-potong, namun magnet hasil pemotongan itu akan tetap mempunyai kutub yang genap. Sama seperti listrik, kutub magnet yang senama tolak menolak dan kutub magnet yang berbeda tarik menarik.

Kekuatan gaya tolak menolak dan gaya tarik menarik ini secara mahematika dapat dihitung:

$$F = k \frac{m_1 \; m_2}{r^2}$$

F = gaya coulomb

m = kuat kutub magnet

k = konstanta pembanding

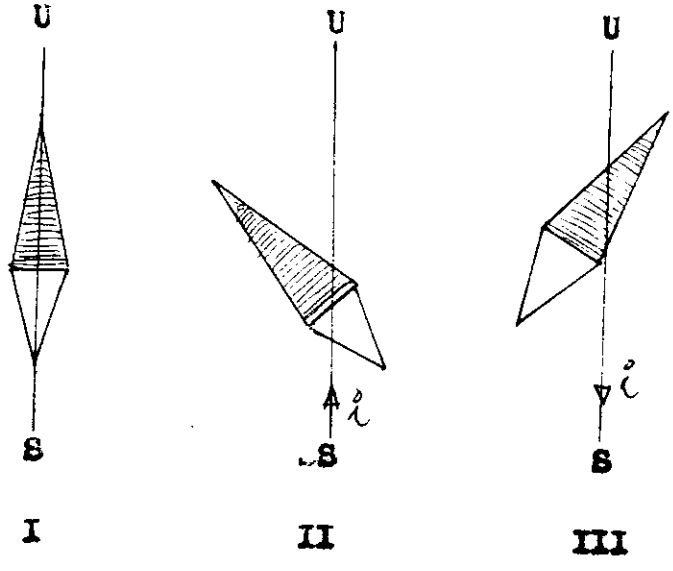
r = jarak antara dua magnet

3. Percobaan Orsted

Apabila suatu penghantar dialiri arus listrik maka disekitar penghantar itu akan timbul medan magnet. Hal ini pertama sekali diketahui oleh Orsted dengan mengadakan percobaan.

Hasil percobaan Orsted

Gambar



Keterangan Gambar

I. Kawat tidak dialiri arus listrik, magnet jarum tetap pada posisi normal yaitu posisi utara dan selatan.

II. Kawat dialiri listrik dari selatan ke utara maka magnet menyimpang ke kiri.

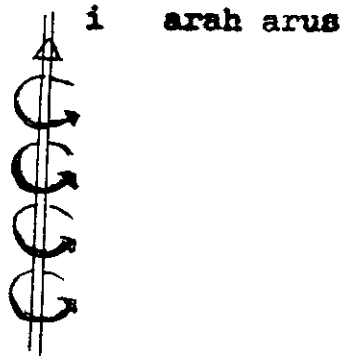
III. Kawat dialiri arus listrik dari utara ke selatan magnet menyimpang ke kanan.

Dari percobaan diatas Orsted dapat penentukan arah penyimpangan magnet ini, dan mengambil kesimpulan disekitar kawat yang berarus ada "medan magnet".
Arah penyimpangan magnet ini ditentukan dengan kaidah tangan kanan orsted.

Kaidah Tangan Kanan

"Arah ibu jari menunjukkan arah arus listrik arah lipatan keempat jari yang lain menunjukkan arah putaran garis gaya magnet".

Gambar

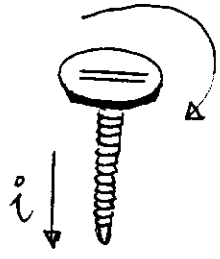


Dasar-dasar Kemagnetan

1. Apabila suatu muatan bergerak akan menimbulkan medan magnet.
2. Apabila kawat konduktor dialiri arus listrik medan magnet akan mengalami suatu gaya.
3. Apabila suatu konduktor yang diletakkan dalam medan magnet akan mengalami suatu gaya.

Dari dasar-dasar kemagnetan diatas dapat disimpulkan perpindahan muatan listrik menimbulkan medan magnet "Maxwell" menentukan dengan arah pencabut gabus.

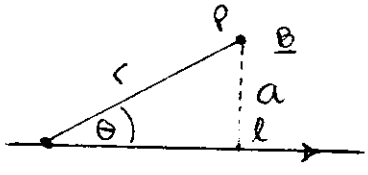
Gambar



1. Perputaran maju searah dengan medan magnet.
2. Arah pencabut gabus merupakan arah arus.
3. Arah garis gaya adalah arah jari-jari.

Besarnya induksi magnetik pertama sekali diselidiki oleh "Laplace" dengan perhitungan matematika:

$$B = K \frac{i\,L}{op^2}$$



B = induksi magnetik (w/m^2)

K = konstanta dalam Si = 10^{-7} w/amper

i = kuat arus (amper)

L = panjang kawat (meter)

r = jarak ke titik yang dihitung (m)

Untuk elemen arus yang kecil:

$$B = K \frac{i \cdot L}{op^2}$$

Dalam hal ini Laplace manganggap bahwa arus akan selalu tegak lurus dengan elemen arus, secara teoritis Laplace menyimpulkan:

"Besar induksi magnetik (B) di P disebabkan oleh elemen arus adalah:

1. berbanding lurus dengan arus (i)
2. berbanding lurus dengan panjang kawat (L)
3. berbanding terbalik dengan jarak kuadrat (op)
4. arah induksi tegak lurus arah bidang yang melalui element arus".

Oleh Burt menganggap arus tak akan selalu tegak lurus dengan elemen arus maka dari anggapan Orsted rumus dari orsted dapat disempurnakan:

$$\Delta B = K \frac{i \ L \sin \theta}{r^3}$$

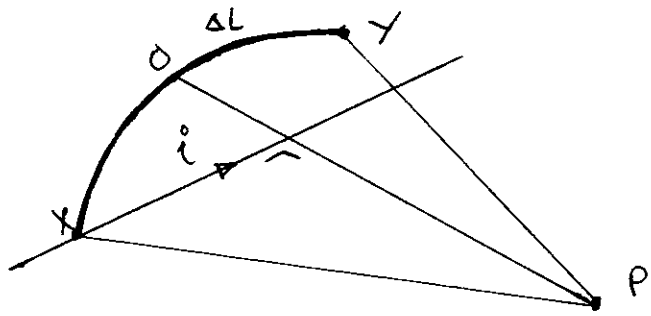
Simpangan maksimum $\theta = 90^0$

Hal ini terkenal dengan rumus Amper

Gambar.

.....

Gambar

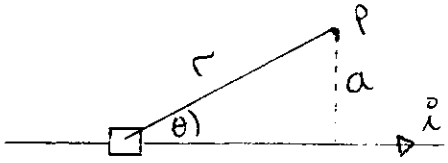


Harga $k = \frac{\mu_o}{4\pi}$ μ_o = permeabilitas ruangan hampa.

$\mu_o = 4\pi k$

$\mu_o = 4\pi\, 10^{-7}$ w/amper

Kuat medan magnet pada kawat lurus yang berarus:



$$dB = \frac{i\, dL \sin \theta}{r^2}$$

dB = induksi manet di titik P karena elemen kawat d yang berarus listrik i dan berjarak r

Dari persamaan Amper yang sesungguhnya dirumuskan Burt

$$k = \frac{o}{4} = 10^{-7} \text{ w/amper meter}$$

$$dB = \frac{o}{4} \cdot \frac{i\, dL \sin \theta}{r^2}$$

$$\frac{a}{r} = \sin \theta \quad ; \quad r = \frac{a}{\sin \theta} = a \operatorname{cosec} \theta$$

$$\frac{L}{a} = \operatorname{cotg} \theta \quad ; \quad L = a \operatorname{cotg} \theta$$

$$dL = -a \operatorname{cosec} \quad a\, d\theta$$

$$dB = \frac{o}{4} \; \frac{i\,(-a \cos^2\theta)\, d\theta \sin \theta}{(a.\operatorname{cosec} \theta)^2}$$

$$dB = -\frac{o}{4}\ \frac{i \sin\theta\, d\theta}{a}$$

Bila kita tentukan nilai B secara integral:

$$B = \quad dB = \quad {}_{o} \quad -\frac{o}{4}\ \frac{i \sin\theta\, d\theta}{a}$$

$$B = \frac{o\ i}{4\ \ a} \quad {}_{o} \quad \sin\theta\, d\theta$$

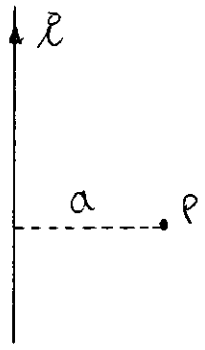
$$B = \frac{o}{4}\ \frac{i}{a} \cos\theta \quad {}_{o} = \frac{o\ i}{4\ \ a} (\cos 0 - \cos\theta)$$

$$\text{maka} \quad B = \frac{o\ i}{2\ \ a}$$

Contoh Soal

Seutas kawat lurus panjang dialiri arus sebesar 5 A berada dirmang hampa. Tentukan induksi magnet pada sebuah titik yang berada sejauh 10 cm sebelah kanan kawat, bila kawat itu vertikal. Kemana arah induksi magnetnya?

Penyelesaian:



$i = 5$ A

$a = 10$ cm

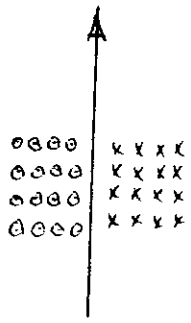
$$B = \frac{o\ i}{4\ \ a}$$

$$= \frac{4\ .10^{-7}.5}{2\ \ .0,1}$$

$$= 2.10^{-7}.50 = 10^{-5} \text{ weber/m}^2$$

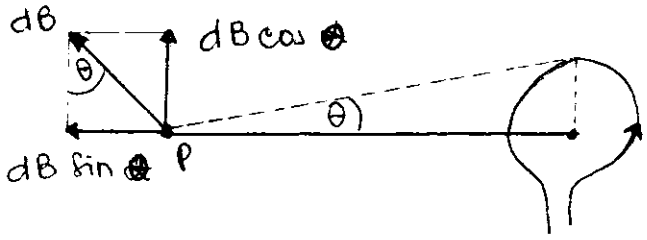
Arah induksinya (kaidah tangan kanan)

arah induksi magnet disebelah:



- kiri kawat keluar bidang kertas
- kanan kawat masuk bidang kertas
- • tanda keluar
- x tanda masuk

Medan magnit di pusat arus melingkar



$$dB = \frac{\mu}{4} \frac{i\, dL \sin \theta}{r^2}$$ ..... kawat lurus

Untuk kawat yang melingkar panjang kawat adalah keliling lingkaran, jika titik yang dipengaruhi berada x meter seperti gambar maka dB cos θ saling meniadakan yang tinggal adalah dB sin θ yang selalu tegak lurus pada penampang lingkaran.

$$dB = \frac{\mu}{4} \frac{i.dL}{r^2}$$

Untuk yang membuat sudut $dB = \frac{\mu}{4} \frac{i\, dL \sin \theta}{r^2}$

Untuk kawat yang berupa lingkaran: $L = 2\ a$

$$B = \frac{\mu.i.2\ a.\sin \theta}{4\ r^2} \quad ; \quad B = \frac{\mu.i}{2r}$$

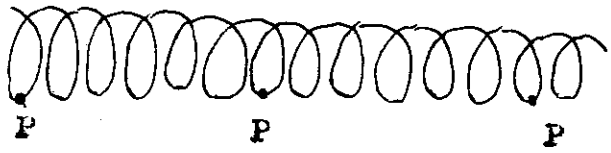
$$\theta = 90^\circ;\ \sin 90^\circ = 1$$

Medan Magnet pada Solenoida

Solenoida adalah kawat yang mempunyai lilitan dan pan-

jang L, arus i.

Gambar



N = jumlah lilitan

L = panjang kawat

n = jumlah lilitan/satuan panjang ; $n = \frac{N}{L}$

Pada titik P di sumbu Solenoida :

$$dB = \frac{o}{2} \frac{Nia}{Lr^2} \sin \theta \, d\theta$$

θ = sudut antara r dan x

$$\frac{a}{r} = \sin \theta \quad ; \quad r = \frac{a}{\sin \theta} = a \operatorname{cosec} \theta$$

$$\frac{x}{a} = \operatorname{cotg} \theta \quad ; \quad x = a \operatorname{cotg} a$$

$$dx = -\operatorname{cosec}^2 \theta \, d\theta$$

$$dB = -\frac{oni}{2} \sin \theta \, d\theta$$ "substitusi persamaan diatas"

Besar induksi magnet di P oleh seluruh panjang kawat

$$B = dB = \int_{\theta_2}^{\theta_1} -\frac{oni}{2} \sin \theta \, d\theta$$

$$B = -\frac{oni}{2} \int_{\theta_2}^{\theta_1} \sin \theta \, d\theta \quad ; \quad B = -\frac{oni}{2} \left. -\cos \theta \right|_{\theta_2}^{\theta_1}$$

$$B = -\frac{oni}{2} \int_{\theta_2}^{\theta_1} \sin d\theta \quad ; \quad B = \frac{oni}{2} (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)$$

Bila solenoidanya panjang sehingga batas $\theta_1 = 0^o$ dan $\theta_2 = 180^o$ ditengan-tengah solenoida, maka induksi magnetiknya:

$$B = \frac{\mu_o\, in}{2} (\cos \theta - \cos 180^o)$$

$$B = \frac{\mu_o in}{2} (1 + 1)$$

$$B = \mu_o in$$ di pusat solenoida

Contoh Soal

Solenoida panjangnya 2 m dengan 800 lilitan. Bila solenoida itu dialiri arus sebesar 0,5 A. Tentukan induksi magnet pada ujung solenoida yang berjari-jari 2 cm.

Penyelesaian:

Diket: N = 800 lilitan $n = \frac{800}{2} = 400$ lilitan/m

L = 2 meter

$\mu_o = 4 \quad 10^{-7}$ w/amper m

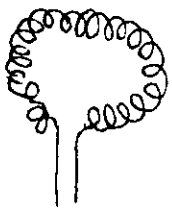
$B = \mu_o in$

$= (4 \,.10^{-7})(0,5)(400)$

$= 4 \,.10^{-5}$ weber/m^2

Induksi magnet pada Toroida

Toroid adalah soleinoida yang dilengkungkan



Besar induksi magnet pada toroida

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

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad Sanjaya,Ir; Tatang Rugandi,Ir; Muhartopo,Drs; Bimbingan Fisika Test Masuk Perguruan Tinggi, 1983.
2. Allonso Marcelo, University Physics, Addison Wesley Publishing Company, Menlo Park, 1968.
3. Francis Weston Sears, Mekanika Panas dan Bunyi.
4. I Made Padri,Drs, Buku Materi Pokok Fisika I, Universitas Terbuka, 1986.
5. Kamajaya, Drs dan Suardhana Linggih,Drs; Penuntun Pelajaran Fisika Berdasarkan Kurikulum 84, Jilid I,II,III.
6. Kaplan Irving, Nuclear Physics, Addison Wesley Publishing Co Inc, Tokyo, 1963.
7. Sutrisno, Seri Fisika Dasar Mekanika, ITB, 1981
8. Sutrisno, Seri Fisika Dasar Listrik Magnet, ITB, 1981.

oowenoo