

## BAB V

### HUKUM NEWTON TENTANG GERAK

Ilmuwan yang sangat berjasa dalam mempelajari hubungan antara gaya dan gerak adalah Isaac Newton, seorang ilmuwan Inggris. Newton mengemukakan tiga buah hukumnya yang dikenal dengan Hukum Newton I, Newton II dan Hukum Newton III

#### 5.1 Pengertian Gaya

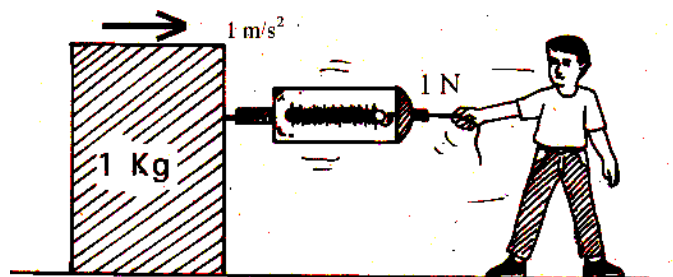
Dalam kehidupan sehari-hari, tiap orang sebenarnya punya konsep dasar tentang gaya. Misalnya pada waktu kita menarik atau mendorong suatu benda atau kita menendang bola, kita mengatakan bahwa kita mengerjakan suatu gaya pada benda itu.

Gaya dapat mengubah arah gerak suatu benda, gaya dapat mengubah bentuk suatu benda serta gaya juga dapat mengubah ukuran suatu benda dengan syarat gaya yang kita berikan cukup besar.

Gaya menyebabkan percepatan. Arah gaya searah dengan arah percepatan. Dari sini dapat disimpulkan bahwa gaya adalah besaran yang mempunyai besar dan arah. Ini berarti, gaya dapat digolongkan sebagai sebuah vektor.

##### 5.1.1 Satuan Gaya

Satuan gaya adalah Newton, satu Newton adalah besarnya gaya yang diperlukan untuk menimbulkan percepatan  $1 \text{ m/s}^2$  pada benda bermassa  $1 \text{ kg}$



Gambar 6.1 Gaya satu Newton

Disamping Newton, satuan gaya sering ditulis juga dalam bentuk  $\text{kg m/s}^2$ .

$$1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg m/s}^2$$

Dalam sistem satuan lain seperti cgs, satuan gaya dinyatakan dalam 1 dyne

$$1 \text{ dyne} = 1 \text{ gr cm/s}^2$$

Hubungan antara *dyne* dan *Newton* adalah :

$$1 \text{ Newton} = 10^5 \text{ dyne}$$

Newton sering disingkat dengan N.

## 5.2 Hukum Newton I

Benda yang diam akan bergerak jika diberi gaya. Benda yang sudah bergerak dengan kecepatan tertentu, akan tetap bergerak dengan kecepatan itu jika tidak ada gangguan (gaya). Hal diatas merupakan dasar dari Hukum Newton I yang dapat dituliskan sebagai berikut:

Jika gaya total yang bekerja pada benda itu sama dengan nol, maka benda yang sedang diam akan tetap diam dan benda yang sedang bergerak lurus dengan kecepatan tetap akan tetap bergerak lurus dengan kecepatan tetap. Secara sederhana Hukum Newton I mengatakan bahwa percepatan benda nol jika gaya total (gaya resultan) yang bekerja pada benda sama dengan nol. Secara matematis dapat ditulis.

$$\Sigma F = 0 \qquad 5.1$$

Sebenarnya pernyataan hukum Newton I di atas sudah pernah diucapkan oleh Galileo beberapa tahun sebelum Newton lahir Galileo mengatakan: Kecepatan yang diberikan pada suatu benda akan tetap dipertahankan jika semua gaya penghambatnya dihilangkan.

## 5.3. Hukum Newton II

Hukum Newton II akan membicarakan keadaan benda jika resultan gaya yang bekerja tidak nol. Bayangkan anda mendorong sebuah benda yang gaya F dilantai yang licin sekali sehingga benda itu bergerak dengan percepatan a. Menurut hasil percobaan, jika gayanya diperbesar 2 kali ternyata percepatannya menjadi. 2 kali lebih besar. Demikian juga jika gaya diperbesar 3 kali percepatannya lebih besar 3 .kali lipat. Dan sini kita simpulkan bahwa percepatan sebanding dengan resultan gaya yang bekerja.

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

Kedua kesimpulan yang diperoleh dari eksperimen tersebut dapat diringkaskan dalam Hukum Newton II : Percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gaya yang bekerja dan berbanding terbalik dengan massanya, matematik hukum ini ditulis :

$$a = \frac{F}{m} \text{ atau } \Sigma F = m \cdot a \qquad 5.2$$

- $\Sigma F$  = resultan gaya yang bekerja
- $m$  = massa benda
- $a$  = percepatan yang ditimbulkan

Jika dalam bentuk vektor maka penulisannya adalah :

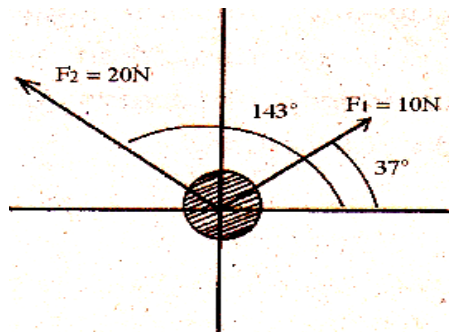
- $\Sigma F_x = m \cdot a_x$
- $\Sigma F_y = m \cdot a_y$
- $\Sigma F_z = m \cdot a_z$

Contoh :

1. Sebuah bola bilyard diletakkan pada permukaan yang licin sekali (anggap gesekannya tidak ada). Dua gaya bekerja pada bola ini seperti pada Gb. Hitung percepatan tersebut jika massanya, 0,5 kg.

Penyelesaian:

Kita urai gaya-gaya yang bekerja pada arah sumbu x dan y seperti pada Gb. Kemudian baru kita hitung komponen dari percepatan yang disebabkan oleh gaya-gaya ini.



Diketahui :

- $F_1 = 10 \text{ N}$
- $F_2 = 20 \text{ N}$
- $\theta_1 = 37^\circ$
- $\theta_2 = 143^\circ$

Ditanya :  $a$ ?

Jawab :

$$\begin{aligned} F_{1x} &= F_1 \cos \theta_1 \\ &= 10 \cos 37^\circ \\ &= 8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{1y} &= F_1 \sin \theta_1 \\ &= 10 \sin 37^\circ \\ &= 6 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2x} &= F_2 \cos \theta_2 \\ &= 20 \cos 143^\circ \\ &= -16 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{2y} &= F_2 \sin \theta_2 \\ &= 20 \sin 143^\circ \\ &= 12 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_x &= F_{1x} + F_{2x} \\ &= 8 - 16 \\ &= -8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_y &= F_{1y} + F_{2y} \\ &= 6 + 12 \\ &= 18 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_x &= \frac{F_x}{m} \\ &= \frac{-8}{0.5} \\ &= -16 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_y &= \frac{F_y}{m} \\ &= \frac{18}{0.5} \\ &= 36 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \\ &= \sqrt{(-16)^2 + 36^2} \\ &= 39,4 \text{ m.s}^{-2} \end{aligned}$$

2. Sebuah mobil bermassa 10 000 kg, bergerak dengan kecepatan 20 m/s. Mobil direm dan berhenti setelah menempuh jarak 200 m. Berapakah gaya pengeremannya?

Penyelesaian :

Diketahui :

$$m = 10\,000 \text{ kg}$$

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = 200 \text{ m}$$

Ditanya : F?

Jawab :

$$\begin{aligned}
 F &= m \cdot a \\
 v^2 &= v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x \\
 a &= \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot \Delta t} \\
 &= \frac{0^2 - 20^2}{2 \cdot (200)} \\
 &= -1 \text{ m/s}^2 \text{ (diperlambat)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F &= m \cdot a \\
 &= 10\,000 \cdot (-1) \\
 &= -10\,000 \text{ N (berlawanan arah kecepatan mobil)}
 \end{aligned}$$

#### 5.4 Hukum Newton III

Hukum Newton III berbunyi :

Jika suatu benda mengerjakan gaya pada benda lain, maka benda yang kedua ini mengerjakan gaya pada benda yang pertama yang besarnya sama dengan gaya yang diterimatapi arahnya berlawanan.

$$F_{\text{aksi}} = - F_{\text{reaksi}} \quad 5.3$$

$$\begin{aligned}
 F_{\text{aksi}} &= \text{gaya yang bekerja pada benda} \\
 F_{\text{reaksi}} &= \text{gaya reaksi benda akibat gaya aksi}
 \end{aligned}$$

Hukum ketiga menyatakan bahwa tidak ada gaya timbul di alam semesta ini, tanpa keberadaan gaya lain yang sama dan berlawanan dengan gaya itu. Jika sebuah gaya bekerja pada sebuah benda (aksi) maka benda itu akan mengerjakan gaya yang sama besar namun berlawanan arah (reaksi). Dengan kata lain gaya selalu muncul berpasangan. Tidak pernah ada gaya yang muncul sendirian!

Contoh :

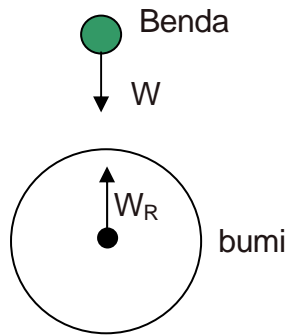
##### 1. Gaya gravitasi bumi

Gaya aksi adalah berat benda itu  $W = mg$ . Gaya ini dialami benda akibat tarikan bumi (abaikan gaya-gaya lain).

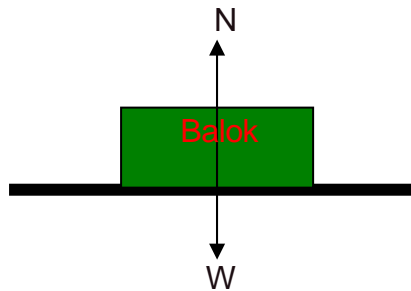
Gaya reaksinya adalah gaya pada bumi akibat tarikan benda itu,  $W_R = -W$ .

Gaya reaksi  $W_R$  ini akan memberik

an percepatan pada bumi mendekati benda sama seperti gaya  $W$  menarik benda ke permukaan akibat gaya reaksi sangat kecil sekali, sehingga boleh diabaikan bumi boleh dianggap tetap diam).



2. Sebuah balok diletakkan di atas lantai. Balok memberikan gaya pada lantai sebesar gaya beratnya  $W$ . Balok tidak melesak ke dalam lantai karena lantai memberikan gaya reaksi yang sama besar dengan gaya berat  $W$ . Gaya reaksi ini sering disebut gaya normal ( $N$ ) yang arahnya tegak lurus permukaan lantai.



3. Sebuah balok terletak pada suatu bidang miring. Balok ini diikat oleh sebuah tali. Jika tali diputuskan apa yang terjadi pada balok ini? Perhatikan gambar dibawah ini :

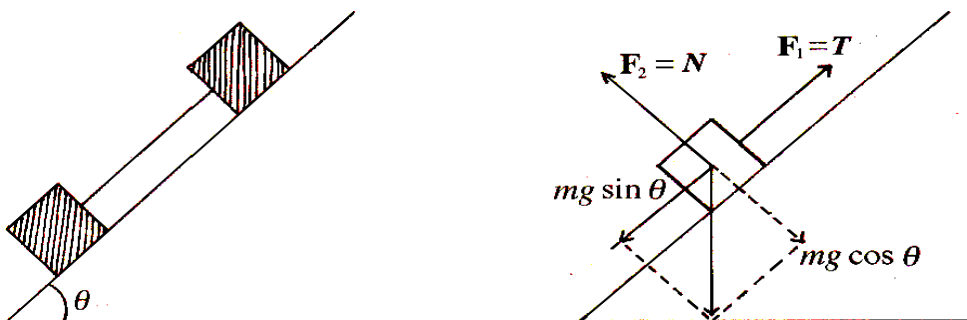
Penyelesaian:

Mari kita lihat gaya-gaya yang bekerja pada benda.

Ada 3 buah gaya yang bekerja pada benda ini.

$F$  gaya reaksi tali akibat gaya aksi yang diberikan oleh benda pada tali.  $F_1$  sering dinamakan sebagai gaya tegang tali yang diberi simbol  $T$

$W$  gaya berat benda akibat tarikan gravitasi. Reaksinya adalah gaya sebesar  $W$  pada bumi.



$F_2$  gaya reaksi bidang miring pada benda, akibat gaya aksi yang diberikan benda itu pada bidang miring.  $F_2$  dinamakan *gaya normal*, sering diberi simbol  $N$ . Karena benda diam, maka percepatan benda sama dengan nol, sehingga menurut Hukum Newton II :

$$\begin{aligned} \Sigma F &= m \cdot a \\ F_1 + F_2 + W &= 0 \\ T + N + m \cdot g &= 0 \end{aligned}$$

Kita ambil sumbu  $x$  sepanjang bidang miring dan sumbu  $y$  tegak lurus bidang miring. Komponen  $x$  dan  $y$  persamaan di atas adalah,

$$\begin{aligned} F_x &= T - mg \sin \theta = 0 \\ \text{Dan} \\ F_y &= T - mg \cos \theta = 0 \end{aligned}$$

Jika tali dipotong maka  $T$  tidak ada, gaya resultan pada balok sama dengan nol lagi, balok akan bergerak dipercepat. Jika  $a_x$  dan  $a_y$  adalah percepatan arah sumbu  $x$  dan  $y$ , maka;

$$\begin{aligned} F_x &= ma_x \\ 0 - mg \sin \theta &= ma_x \\ a_x &= -g \sin \theta \\ \text{dan} \\ F_y &= ma_y \\ T - mg \cos \theta &= ma_y \\ 0 &= ma_y \\ a_y &= 0 \end{aligned}$$

Jadi kesimpulannya adalah ketika tali putus maka benda bergerak dengan percepatan  $-g \sin \theta$  arah ke bawah sejajar bidang miring.

4. Suatu benda dijatuhkan dari atas bidang miring yang licin dan sudut kemiringan  $30^\circ$ . Tentukanlah percepatan benda tersebut jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$  dan massa benda  $4 \text{ kg}$

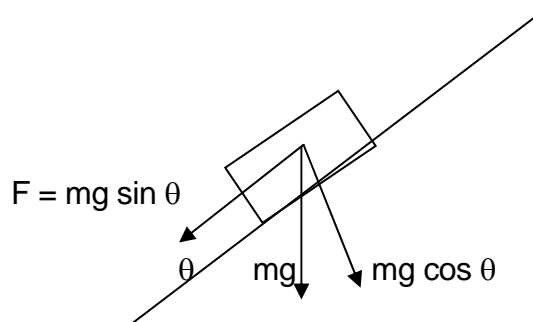
Penyelesaian :

Diketahui :

$$\begin{aligned} m &= 4 \text{ kg} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ \theta &= 30^\circ \end{aligned}$$

Ditanya :  $a$  ?

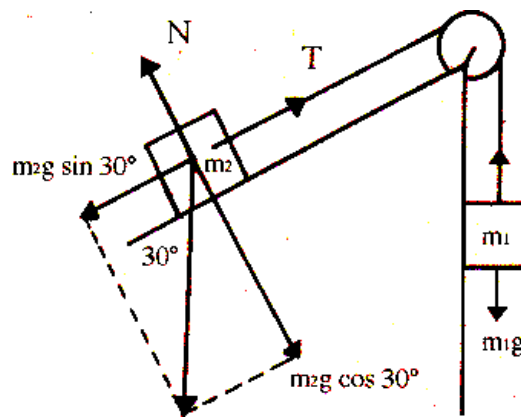
Jawab :



$$F = -mg \sin \theta = ma$$

$$\begin{aligned} a &= -g \sin \theta \\ &= -10 \sin 30^\circ \\ &= -10 \cdot (0,5) \\ &= 5 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

5. Perhatikan gambar dibawah



Massa benda satu dan dua masing-masing 6 kg dan 2 kg. Hitung percepatan dan tegangan tali jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$

Penyelesaian :

Untuk penyelesaian soal diatas, sitem kita tinjau untuk masing masing benda

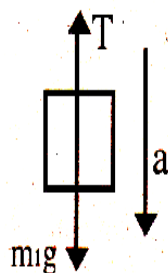
Diket :

$$\begin{aligned} m_1 &= 6 \text{ kg} \\ m_2 &= 2 \text{ kg} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

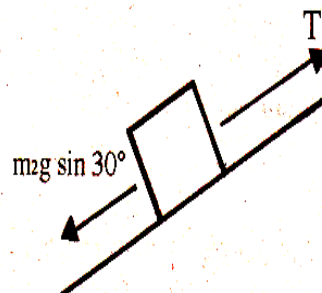
Ditanya : T?, a?

Jawab :

Karena benda satu lebih berat dari benda dua maka benda bergerak kebawah



Gb. Benda satu



Gb. Benda dua



Untuk benda satu :

$$\begin{aligned} T - W_1 &= m_1 a_1 \\ T - 60 &= -6 a \end{aligned} \quad (1)$$

Untuk benda dua :

$$\begin{aligned} T - W_2 \sin 30^\circ &= m_2 a_2 \\ T - 20 (0,5) &= 2 a_2 \\ T - 10 &= 2 a \end{aligned} \quad (2)$$

Dari persamaan (1) dan (2)

$$\begin{array}{rcl} T - 60 & = & -6 a \\ T - 10 & = & 2 a \quad - \\ \hline 50 & = & 8a \end{array}$$

$$a = 6,25 \text{ m/s}^2$$

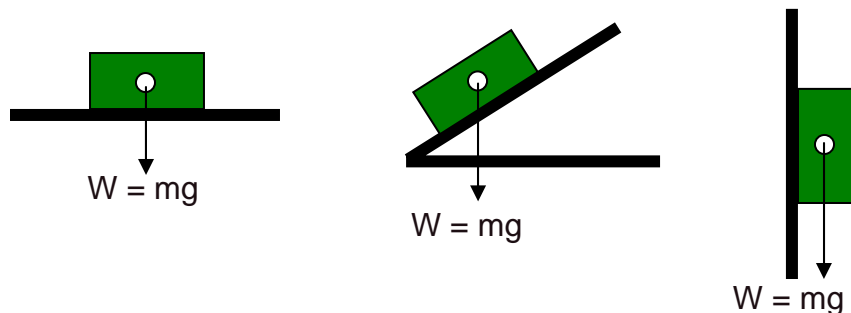
$$\begin{aligned} T - 10 &= 2 a \\ T &= 2(6,25) + 10 \\ &= 22,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Percepatan benda :  $6,25 \text{ m/s}^2$  dan gaya tegangan tali :  $22,5 \text{ N}$

## 5.5 Macam – macam gaya

### 5.5.1 Gaya berat

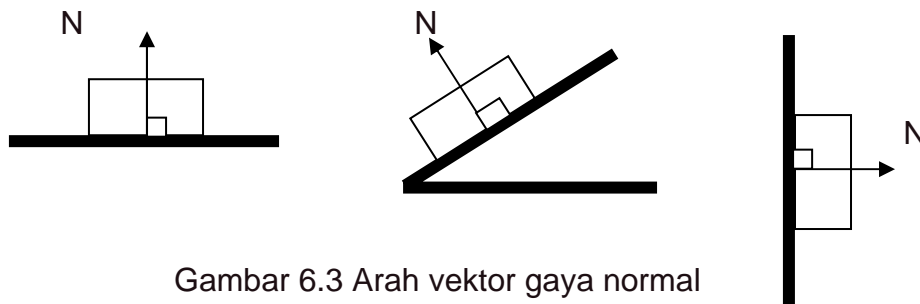
Gaya berat ( $W$ ) adalah gaya gravitasi bumi yang bekerja pada suatu benda. Gaya berat selalu tegak lurus kebawah dimana pun posisi benda diletakkan, apakah dibidang horizontal, vertical ataupun bidang miring



Gambar 6.2. Arah vektor gaya berat

### 5.1.2.2. Gaya Normal

Gaya normal adalah gaya yang bekerja pada bidang sentuh antara dua permukaan yang bersentuhan, dan arahnya selalu tegak lurus bidang sentuh.

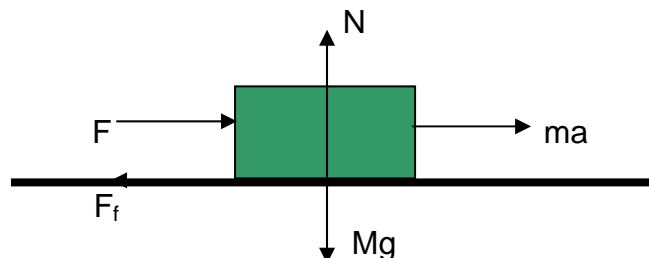


Gambar 6.3 Arah vektor gaya normal

### 5.5.2 Gaya Gesek

Gaya gesek termasuk gaya normal gaya ini muncul jika permukaan dua benda bersentuhan secara langsung secara fisik. Arah gesekan searah dengan permukaan bidang sentuh dan berlawanan dengan arah kecendrungan gerak. Gaya gesek ada dua macam yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek statis. Bila bidang sentuh tidak licin, maka gaya kontak mempunyai komponen sepanjang bidang sentuh yang disebut gaya gesekan statik, dan gaya gesekan untuk benda dalam keadaan bergerak disebut gaya gesekan kinetik. Arah gaya gesekan ini selalu sepanjang bidang sentuh dan berusaha melawan gerak relatif bidang sentuhnya.

Besar gaya gesek statik mempunyai batas maksimum, nilai maksimumnya sebanding dengan gaya normal  $N$  dan konstanta perbandingan  $=\mu_s$  disebut koefisien gesekan statik  $f_{smax} = \mu_s N$ .

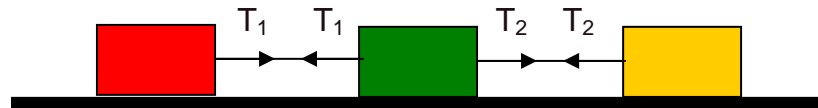


Gambar 6.4 Arah vektor gaya gesek

Jenis gesekan	Persamaan	Keterangan
Kinetik	$F_K = \mu_k \cdot N$	Gaya berlawanan dengan kecepatan. Selalu lebih kecil dari gaya gesek statik Digunakan untuk benda yang meluncur/sliding.
Statik	$FS = \mu_s \cdot N$	Gaya harus lebih besar dari gaya gesek maksimum ini untuk membuat benda bergerak dari keadaan diam. Digunakan untuk objek yang diam. Arah gaya gesek berlawanan dengan arah gaya yang bekerja pada benda.

### 5.5.3. Gaya tegang tali

Gaya tegangan tali disebut juga tegangan tali adalah gaya yang bekerja pada ujung-ujung tali karena tali itu tegang. Jika tali dianggap ringan maka gaya tegangan tali pada kedua ujung tali yang sama dianggap sama besarnya.



Gambar 6.5 Gaya Tegangan Tali

### 5.6 Inersia (*Kelembaman*)

**Inersia** adalah kecenderungan suatu benda untuk tetap diam atau tetap bergerak lurus dengan kecepatan tetap. (bergerak lurus beraturan)

Hukum Newton I sering disebut Hukum Inersia karena hukum Newton I ini menyatakan bahwa suatu benda cenderung tetap diam atau tetap bergerak dengan kecepatan tetap, asalkan tidak ada gaya yang mengganggu.

Hukum Newton I hanya berlaku pada suatu kerangka acuan yang disebut kerangka inersia. Kerangka inersia didefinisikan sebagai suatu kerangka acuan yang tidak dipercepat. Kerangka inersia ini dapat berupa kerangka diam atau kerangka yang bergerak beraturan dengan kecepatan tetap. Semua hukum Fisika yang berlaku dalam suatu kerangka inersia berlaku juga pada kerangka inersia yang lain.

Contoh :

1. Anggap bumi adalah kerangka inersia. Dan anggap anda sedang berada di sebuah kereta api yang bergerak dengan kecepatan tetap  $v$  diukur oleh pengamat yang sedang di atas tanah. Sebuah benda di dalam kereta diberi gaya  $F$ . Waktu anda amati benda ini bergerak dipercepat dengan percepatan  $a$ . Berapakah percepatan benda oleh pengamat yang berdiri di atas tanah?



Gambar . Penumpang Diatas KA.

Jawab:

Karena bumi adalah kerangka inersia, maka kereta api juga adalah kerangka inersia (kereta api ini tidak bergerak dipercepat terhadap bumi). Karena semua hukum Fisika berlaku dalam semua kerangka inersia, maka gaya (ataupun percepatan) yang dialami oleh suatu benda yang diamati oleh pengamat disuatu kerangka inersia sama besar jika diamati oleh pengamat pada kerangka inersia yang lain. Jadi percepatan benda diukur oleh pengamat yang berdiri diatas tanah adalah  $a$ .

2. Pada contoh diatas anggap di dalam kereta terdapat sebuah lampu yang tergantung seimbang tidak bergerak. Apa yang akan terjadi pada lampu itu setelah 2 detik dilihat oleh pengamat dalam kereta (Anda) dan pengamat yang berdiri di atas tanah (namakan pengamat ini Tono)?

Jawab :

Pada contoh diatas kita sudah menyimpulkan bahwa Anda dan Tono berada dalam kerangka inersia. Menurut hukum Newton I, Anda akan tetap melihat lampu dalam keadaan diam tidak hanya setelah 2 detik tapi selama lampu tersebut tidak diganggu. Sedangkan Tono yang melihat kereta dan lampu bergerak bersama dengan kecepatan  $v$  akan tetap melihat lampu itu bergerak melewatinya dengan kecepatan  $v$  tidak mengalami percepatan atau perubahan kecepatan (ini sesuai dengan hukum Newton I).

### 5.7 Massa

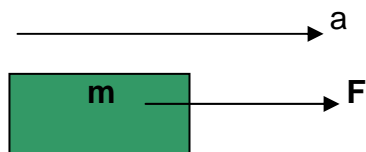
Misalkan kita mempunyai 2 benda berukuran sama dalam keadaan diam. Yang satu terbuat Besi dan yang lain dari kayu. Jika kita ingin menggerakkan benda ini, kita membutuhkan gaya yang lebih besar untuk besi dibandingkan kayu.



Gambar 2.6 Dua benda yg berbeda jenis

Hal ini disebabkan besi mempunyai inersia (kecenderungan untuk tetap diam) yang besar dibandingkan kayu. Dengan kata lain besi lebih sulit digerakkan dibandingkan kayu. Semakin besar inersia suatu benda semakin cenderung benda ini ingin mempertahankan posisi diamnya, akibatnya untuk menggerakkan benda yang lebih besar inersianya

dibutuhkan gaya yang lebih besar. (Catatan: pengertian inersia sebenarnya bukan untuk benda yang diam saja, tapi juga untuk benda yang bergerak dengan kecepatan tetap). Massa inersia (atau lebih dikenal dengan massa) didefinisikan sebagai ukuran inersia. Massa suatu benda menunjukkan berapa besar kecenderungan suatu benda untuk tetap diam atau bergerak lurus beraturan. Satuan massa dalam SI adalah kg. Dari definisi massa kita boleh mengatakan bahwa lebih sulit mempercepat benda yang bermassa besar dibandingkan benda yang bermassa kecil. Dengan gaya yang sama kita mampu mempercepat benda yang massanya 6 kg dua kali lebih besar dibandingkan dengan benda yang massanya 3 kg.



Gambar 2.7. Benda dengan massa  $m$

Massa suatu benda dapat ditentukan dengan membandingkan percepatan yang dihasilkan oleh suatu gaya pada benda-benda yang berbeda. Anggap suatu gaya bekerja pada suatu benda (kita anggap massanya  $m_1$ ). Percepatan yang dihasilkan adalah  $a_1$ . Anggap gaya yang sama bekerja pada benda lain (yang massanya kita anggap  $m_2$ ) dan percepatan yang dihasilkan adalah  $a_2$ . Dari hasil eksperimen diperoleh bahwa perbandingan kedua massa merupakan perbandingan terbalik dari besarnya percepatan kedua benda itu.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} \quad 5.4$$

Jika massa dari salah satu benda diketahui (misalnya massa standard, 1 kg) maka massa benda yang lain dapat diketahui.

Contoh :

Suatu massa standard diberi gaya  $F$  sehingga bergerak dipercepat dengan percepatan  $2 \text{ m/s}^2$ . Hitung massa sebuah benda yang jika mendapat gaya  $F$  akan percepatan  $4 \text{ m/s}^2$

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\begin{aligned} m_1 &= 1 \text{ kg} \\ a_1 &= 2 \text{ m/s}^2 \\ a_2 &= 4 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Ditanya:  $m_2$ ?

Jawab :

dari rumus di atas kita peroleh

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

sehingga

$$\begin{aligned} m_2 &= \frac{a_1}{a_2} m_1 \\ &= \frac{2}{4} \cdot 1 \\ &= 0,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Ternyata dengan gaya yang sama massa yang lebih kecil mendapatkan percepatan yang lebih besar.

## 5.8 Berat

Berat adalah gaya yang dilakukan oleh bumi terhadap sebuah benda. Jika bumi kita anggap bulat arah gaya ini adalah ke pusat bumi. Definisi yang lebih tepat mengenai berat : *Berat* suatu benda adalah resultan gaya gravitasi pada benda itu akibat benda-benda di alam semesta ini.

Jadi berat benda sesungguhnya tidak hanya tergantung pada gaya gravitasi bumi saja. juga gravitasi dari bintang dan planet-planet. Namun dalam perhitungan, berat benda di bumi kita cukup menghitung gaya gravitasi akibat tarikan bumi saja. Kontribusi gaya akibat tarikan bintang-bintang sangat kecil karena jarak bintang sangat jauh.

Kita sudah pelajari bahwa benda yang jatuh bebas mengalami percepatan jatuh bebas  $g$ . Dengan menggunakan definisi berat diatas dan menggunakan hukum Newton II  $a = g$ , kita peroleh :

$$W = mg \quad 5.5$$

karena berat,  $W$  tergantung pada  $g$  maka berat suatu benda tergantung pada dimana benda itu berada. Ini berbeda dengan massa. Massa benda seiaui sama. manapun benda itu diletakkan.

Contoh :

1. Seorang bermassa 50 kg, beratnya bisa 490 N permukaan laut, dengan  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  atau 488 N di atas gunung, dengan  $g = 9,76 \text{ m/s}^2$ .
2. Seorang anak menimbang dengan timbangan berat, ternyata skala menunjukkan 60 kg Anggap anak tersebut jalan-jalan ke bulan dan membawa timbangan yang sama. Skala berapa yang ditunjukkan pada timbangan itu? Gravitasi di bulan adalah 1/6 kali gravitasi bumi. Anggap

percepatan jatuh bebas benda hanya disebabkan oleh gaya gravitasi dimana benda itu berada.

Jawab :

Yang diukur timbangan sebenarnya adalah berat anak tersebut. Yang ditunjukkan pada skala timbangan adalah berat benda dibagi dengan percepatan jatuh bebas di tempat anak itu berada, mari kita namakan bilangan yang ditunjukkan oleh timbangan sebagai massa semu,  $m_s = W/g_{\text{bumi}}$ , untuk membedakan dengan massa inersia. Berbeda dengan massa inersia, massa semu berubah-ubah nilainya tergantung lokasi. Satuan massa semu adalah kg.



Gambar .Anak sedang menimbang.

Dibulan berat anak tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 W &= m \cdot g_{\text{bulan}} \\
 g_{\text{bulan}} &= \frac{1}{6} \cdot g_{\text{bumi}} \\
 W_{\text{bulan}} &= m \cdot \frac{1}{6} \cdot g_{\text{bumi}} \\
 &= \frac{1}{6} W_{\text{bumi}}
 \end{aligned}$$

Berat anak di bulan ternyata 1/6 kali berat di bumi. Jadi massa semu anak ini di bulan 1/6 kali massa semu di bumi. Sehingga skala timbangan akan menunjukkan skala :  $\frac{1}{6} 60 = 10$  kg.

---



---

**SOAL – SOAL LATIHAN**
**A. PILIHAN GANDA :**

- Gaya ( $f$ ) sebesar 12 n bekerja pada sebuah benda yang massanya  $m_1$  menyebabkan percepatan  $m_1$  sebesar  $8 \text{ ms}^{-2}$ . Jika  $f$  bekerja pada benda yang bermassa  $m_2$  maka percepatan yang ditimbulkannya adalah  $2 \text{ ms}^{-2}$ . Jika  $f$  bekerja pada benda yang bermassa  $m_1 + m_2$ , maka percepatan benda ini adalah :
 

A. $1,2 \text{ ms}^{-2}$	D. $3,0 \text{ ms}^{-2}$
B. $1,6 \text{ ms}^{-2}$	E. $3,6 \text{ ms}^{-2}$
C. $2,4 \text{ ms}^{-2}$	
- Mobil 700 kg mogok di jalan yang mendatar. Kabel horizontal mobil derek yang dipakai untuk mengereknya akan putus jika tegangan didalamnya melebihi 1400 n. Percepatan maksimum yang dapat diterima mobil mogok itu dari mobil derek adalah :
 

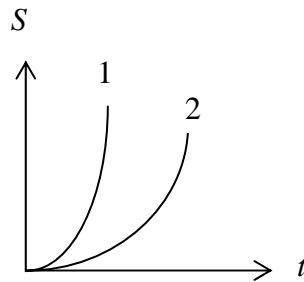
A. $2 \text{ m/s}^2$	D. $7 \text{ m/s}^2$
B. $8 \text{ m/s}^2$	E. $0 \text{ m/s}^2$
C. $10 \text{ m/s}^2$	
- Sebuah benda massa 4 kg bergerak dengan kecepatan  $2 \text{ ms}^{-1}$ . 6 detik kemudian benda itu bergerak dengan kecepatan  $5 \text{ ms}^{-1}$ . Resultan gaya yang dikerjakan pada benda selama 6 detik tersebut adalah :
 

A. $\frac{1}{2} \text{ N}$	D. 4 N
B. 1 N	E. 8 N
C. 2N	
- Benda dengan massa 50 kg bergerak dengan kecepatan 4 m/s. Besar gaya perlawanan yang diperlukan agar benda tersebut dapat tepat berhenti 10 meter dari tempat semula gaya mulai beraksi adalah :
 

A. 0,8 N	D. 40 N
B. 10 N	E. 80 N
C. 20 N	
- Pada dua buah benda massa  $m_1$  dan  $m_2$  bekerja gaya yang sama besar. Gambar berikut adalah grafik jarak yang ditempuh  $s$  terhadap waktu  $t$  untuk benda tadi, dimana lengkungan 1 untuk benda  $m_1$  dengan percepatan  $a_1$  dan lengkungan 2 untuk benda  $m_2$  dengan percepatan  $a_2$ . Dari grafik dapat diambil kesimpulan bahwa :
 

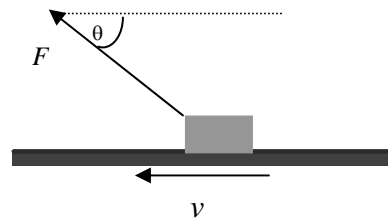
A. $a_1 > a_2$ dan $m_1 < m_2$
B. $a_1 > a_2$ dan $m_1 > m_2$
C. $a_1 < a_2$ dan $m_1 < m_2$
D. $a_1 < a_2$ dan $m_1 > m_2$
E. $a_1 > a_2$ dan $m_1 = m_2$





6. Contoh gesekan yang bermanfaat bagi manusia adalah :
- (1) kita dapat berjalan tanpa dapat terpeleset
  - (2) kendaraan beroda dapat bergerak
  - (3) hancurnya benda langit saat jatuh ke bumi
  - (4) gesekan air saat berenang
- pernyataan yang benar tentang manfaat gesekan adalah.....
- A. (1), (2) dan (3)
  - B. (1) dan (3)
  - C. (2) dan (4)
  - D. (4) saja
  - E. (1), (2), (3) dan (4)

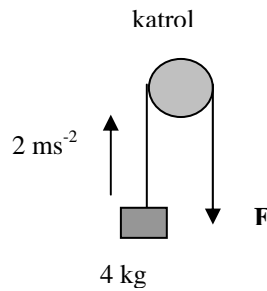
7. Balok yang beratnya  $w$  ditarik sepanjang permukaan mendatar dengan kelajuan konstan  $v$  oleh gaya  $F$  yang bekerja pada sudut  $\theta$  terhadap horizontal. Besarnya gaya normal yang bekerja pada balok oleh permukaan adalah :



- A.  $w + F \cos \theta$
  - B.  $w + F \sin \theta$
  - C.  $w - F \sin \theta$
  - D.  $w - F \cos \theta$
  - E.  $w$
8. Untuk menggerakkan sebuah balok kayu dengan kecepatan konstan diperlukan sebuah gaya 10 N. Bila gaya 30 N diberikan, balok itu bergerak dengan percepatan  $4 \text{ ms}^{-2}$ . Jika sebuah balok yang sejenis diletakkan diatas balok yang pertama dan gaya 30 N tetap diberikan, maka percepatan balok adalah:
- A.  $4 \text{ ms}^{-2}$
  - B.  $2 \text{ ms}^{-2}$
  - C.  $1 \text{ ms}^{-2}$
  - D.  $0,5 \text{ ms}^{-2}$
  - E.  $0,4 \text{ ms}^{-2}$

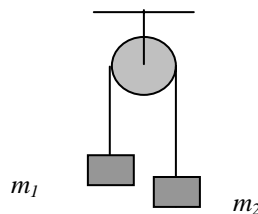
9. Gambar dibawah ini menunjukkan sebuah katrol tanpa gesekan yang digunakan untuk mengangkat sebuah beban. Gaya  $F$  yang diperlukan untuk mengangkat beban 4 kg supaya beban itu dinaikkan dengan percepatan  $2 \text{ ms}^{-2}$  adalah :

- A. 4 N
- B. 8 N
- C. 40 N
- D. 42 N
- E. 48 N



10. Dua buah balok bermassa  $m_1 = 5 \text{ kg}$  dan  $m_2 = 10 \text{ kg}$  dihubungkan dengan seutas tali melalui sebuah katrol licin, seperti tampak pada gambar dibawah ini. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , maka jarak yang ditempuh benda  $m_1$  dalam 1,2 sekon pertama adalah :

- A. 5,0 m
- B. 3,6 m
- C. 2,4 m
- D. 1,8 m
- E. 1,2 m

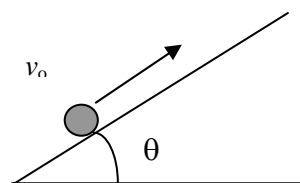


11. Besar gaya yang diperlukan untuk mendorong sebuah balok kayu seberat 150 N sehingga mendaki sepanjang bidang miring licin yang membentuk sudut  $30^\circ$  terhadap arah mendatar dengan percepatan  $3,0 \text{ m/s}^2$  adalah :

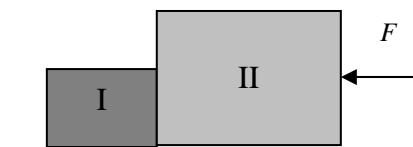
- A. 45 N
- B. 75 N
- C. 100 N
- D. 120 N
- E. 150 N

12. Sebuah bola dilemparkan dengan kelajuan  $v_0$  ke atas mendaki suatu bidang miring tanpa gesekan jika sudut bidang miring terhadap arah mendatar adalah  $\theta$  (lihat gambar) maka perpindahan paling jauh yang ditempuh oleh bola tersebut adalah :

- A.  $\frac{v_0^2}{2g \sin \theta}$
- B.  $\frac{v_0^2}{g \sin \theta}$
- C.  $\frac{2v_0^2 \sin \theta}{2g}$
- D.  $\frac{v_0^2 \sin \theta}{g \sin \theta}$
- E.  $\frac{2v_0 \sin \theta}{g}$

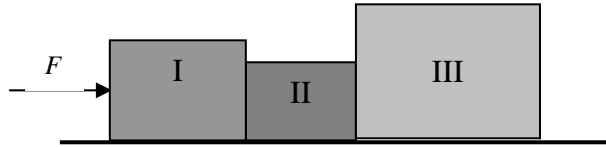


13. Tatik menimbang berat benda dengan menggunakan suatu neraca pegas dalam sebuah lift. Sebelum lift bergerak, pembacaan skala menunjukkan 50 N. Lift bergerak ke bawah dan kemudian berhenti. Bacaan pada skala :
- 50 N dalam keseluruhan gerakannya
  - lebih dari 50 N ketika lift mulai bergerak, dan tetap sampai lift berhenti.
  - lebih kecil dari 50 N ketika lift mulai bergerak, dan tetap sampai lift berhenti.
  - lebih dari 50 N ketika lift mulai bergerak, dan lebih kecil dari 50 N ketika lift akan berhenti.
  - lebih kecil dari 50 N ketika lift mulai bergerak, dan lebih besar dari 50 N ketika lift akan berhenti.
14. Sewaktu berada dalam lift yang diam berat Sandi adalah 500 N. percepatan gravitasi =  $10 \text{ m/s}^2$ . Sewaktu lift dipercepat, berat sandi menjadi 750 N. dengan demikian percepatan lift adalah :
- $5,0 \text{ ms}^{-2}$
  - $7,5 \text{ ms}^{-2}$
  - $10,0 \text{ ms}^{-2}$
  - $12,5 \text{ ms}^{-2}$
  - $15,0 \text{ ms}^{-2}$
15. Seorang dengan massa 60 kg berada dalam lift yang sedang bergerak ke bawah dengan kecepatan  $3 \text{ ms}^{-2}$ . Jika percepatan gravitasi bumi =  $10 \text{ ms}^{-2}$ , maka gaya desakan kaki orang pada lantai lift adalah :
- 420 N
  - 570 N
  - 600 N
  - 630 N
  - 780 N
16. Seorang anak berada di dalam lift yang bergerak ke atas dengan percepatan  $4 \text{ ms}^{-2}$ . jika massa anak 40 kg dan percepatan gravitasinya  $10 \text{ ms}^{-2}$ , maka gaya normal (N) yang bekerja pada anak tersebut adalah :
- 40 N
  - 160 N
  - 240 N
  - 400 N
  - 560 N
17. Balok I massanya 1 kg dan balok II massanya 2 kg terletak diatas lantai licin seperti pada gambar. Jika gaya  $F = 6 \text{ N}$  maka gaya kontak antara kedua balok adalah :
- 0 N
  - 1 N
  - 2 N
  - 6 N
  - 18 N



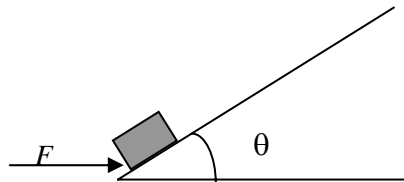
18. Balok I, II dan III massanya berturut-turut 5 kg, 4 kg dan 8 kg, terletak di atas lantai licin seperti pada gambar. Jika besar gaya kontak antara balok I dan II disebut  $P$  dan besar gaya kontak antara balok II dan III disebut  $Q$ , maka nilai perbandingan  $P$  dan  $Q$  adalah :

- A. 2 : 5  
 B. 3 : 5  
 C. 5 : 4  
 D. 3 : 2  
 E. 2 : 1



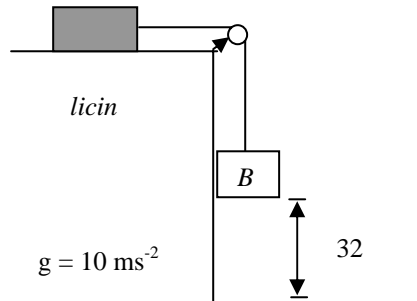
19. Sebuah balok bermassa 2,0 kg ditahan diam pada bidang miring yang membentuk sudut  $\theta = 60^\circ$  terhadap arah mendatar oleh gaya  $F$ , seperti ditunjukkan pada gambar. Besar  $F$  dalam Newton adalah : ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- A.  $20\sqrt{3}$   
 B.  $20\sqrt{2}$   
 C. 20  
 D.  $10\sqrt{3}$   
 E.  $10\sqrt{2}$



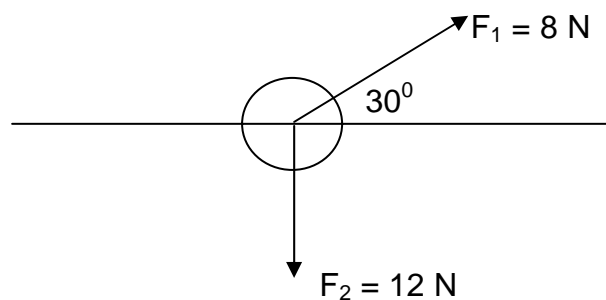
20. Balok A massanya 3 kg, balok B massanya 2 kg. Balok B mula-mula diam, lalu bergerak ke bawah sehingga menyentuh lantai. Selang waktu yang diperlukannya adalah :

- A. 2 sekon  
 B.  $\sqrt{5}$  sekon  
 C. 5 sekon  
 D. 4 sekon  
 E. 3 sekon



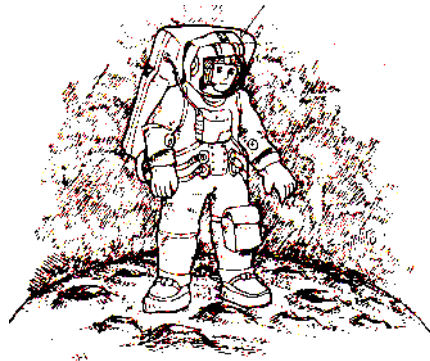
**B. ESSAY :**

1. Sebuah gaya bekerja pada sebuah benda bermassa  $m_1$  sehingga benda tersebut dipercepat dengan percepatan  $2 \text{ m/s}^2$ . Gaya yang sama bekerja pada benda lain bermassa  $m_2$ . Percepatan yang ditimbulkan adalah  $3 \text{ m/s}^2$ . Hitung perbandingan kedua massa tersebut. Jika kedua massa digabung hitung percepatan yang dihasilkan dengan menggunakan gaya yang sama !
2. Sebuah benda bergerak dengan percepatan  $2 \text{ m/s}^2$ , jika massa benda itu  $5 \text{ kg}$ . Berapa resultan gaya yang bekerja pada benda ini?
3. Suatu massa standard diberi gaya  $F$  sehingga bergerak dipercepat dengan percepatan  $5 \text{ m/s}^2$ . Jika gaya sama diberikan pada benda lain yang ternyata percepatan yang ditimbulkan adalah  $8 \text{ m/s}^2$ . Hitung massa benda ini !



4. Sebuah bola bilyard diletakkan pada permukaan yang licin sekali (anggap gesekannya tidak ada). Dua gaya bekerja pada bola ini seperti pada Gb.diatas. Hitung percepatan bola tersebut dimana massa bola  $3 \text{ kg}$  !
5. Suatu balok ditarik dengan gaya  $5 \text{ N}$ . Balok berada di atas lantai licin sekali. Hitung percepatan yang dialami benda ini. Anggap tali tidak bermassa. Massa balok  $2 \text{ kg}$  !
6. Sebuah benda dari  $3 \text{ kg}$  bergerak dari keadaan diam dan menempuh jarak  $5 \text{ m}$  dalam waktu  $2 \text{ s}$  akibat pengaruh gaya  $F$ . Hitung  $F$ ?
7. Sebuah peluru massanya  $5 \text{ gram}$  ditembakkan dari sebuah senapan. Kecepatan keluar peluru dari senapan adalah  $300 \text{ m/s}$ . Panjang senapan  $1 \text{ m}$ . Hitung berapa gaya rata-rata yang dialami peluru ini? (petunjuk: gaya rata-rata adalah massa dikalikan dengan percepatan. Percepatan dicari dengan menganggap bahwa peluru mula-mula diam lalu setelah menempuh jarak  $1 \text{ m}$  kecepatannya  $300 \text{ m/s}$ ).

8. Suatu benda bermassa 3 kg mengalami percepatan  $a = 2i + 3j$ . Hitung resultan gaya yang bekerja! Hitung juga besar resultannya!
9. Berapa massa seorang astronot yang beratnya dibulan adalah 150 N? Percepatan akibat gravitasi di bulan  $1,63 \text{ m/s}^2$ .

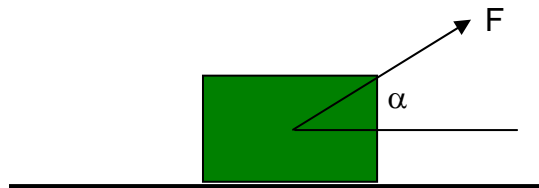


Gambar Astonot

10. Dua buah gaya  $F_1$  dan  $F_2$  bekerja pada benda bermassa 12 kg. Besar gaya  $F_1 = 6 \text{ N}$  arah ke timur sedangkan  $F_2 = 5 \text{ N}$  membentuk sudut  $53^\circ$  arah timur ke utara. Hitung besar dan arah percepatan benda ini ! (petunjuk: hitung dulu  $a_x$  dan  $a_y$  dengan menggunakan gaya pada arah sumbu x dan y, kemudian baru hitung besar dan arah percepatan ini).
11. Dua gaya  $F_1 = (3i - j) \text{ N}$  dan  $F_2 = i + j$  bekerja pada benda bermassa 2 kg. Berapa besar dan arah percepatan?
12. Suatu benda bermassa 4 kg mempunyai kecepatan  $4i \text{ m/s}$ . Enam detik kemudian kecepatannya menjadi  $6i + 2j \text{ m/s}$ . Anggap benda itu mengalami gaya tetap  $F$ . Hitung komponen-komponen gaya ini dan besar dari gaya  $F$  ini. (petunjuk: hitung dulu komponen-komponen dari percepatan benda)
13. Sebuah elektron bergerak lurus dalam suatu tabung hampa dari ujung katoda ke ujung anoda. Kedua ujung ini berjarak 2 cm. Elektron mula-mula diam di ujung katoda. Akibat dipercepat oleh medan listrik, kecepatan elektron menjadi  $6,0 \times 10^6 \text{ m/s}$  ketika tiba di anoda. Jika percepatan elektron konstan hitung gaya yang menyebabkan percepatan ini. Gaya penyebab ini dinamakan gaya listrik. Coba kamu bandingkan besar gaya ini dengan berat (gaya gravitasi) dari elektron! Massa elektron =  $9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
14. Suatu inti atom terdiri dari beberapa neutron dan proton. Anggap ada sebuah neutron yang bergerak dengan kecepatan  $1,5 \times 10^7 \text{ m/s}$ . Neutron ini mendekati sebuah inti atom. Begitu ia dekat sekali dengan

inti atom, ia memperoleh gaya yang menolaknya. Neutron ini kemudian berhenti setelah menempuh jarak  $8,9 \times 10^{-15}$  m. Hitung berapa gaya yang dirasakan oleh neutron ini. Gaya ini dinamakan gaya kuat. Coba bandingkan dengan gaya gravitasi (berat) neutron ini! Massa neutron  $1,67 \times 10^{-27}$  kg.

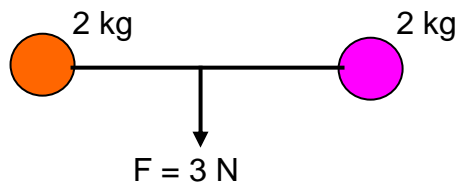
15. Seberkas sinar laser mampu memberikan gaya sebesar  $3,0 \times 10^{-5}$  N. Anggap suatu benda yang massanya 0.002 kg disinari laser selama 5 s. Hitung berapa jauh benda itu berpindah?
16. Sebuah balok bermassa 10 kg berada di atas lantai tanpa gesekan (lihat gambar dibawah). Balok ditarik oleh gaya  $F = 18$  N membentuk sudut  $60^\circ$  terhadap sumbu mendatar Hitung percepatan balok ini dalam arah mendatar (catatan: komponen gaya arah sumbu y tidak menyebabkan benda bergerak ke arah sumbu y karena besarnya belum cukup untuk mengimbangi berat balok). Gaya  $F$  ini kemudian ditambah perlahan-lahan, hitunglah sampai seberapa besar gaya  $F$  ini agar benda mau terangkat dari lantai. Berapa percepatan benda sesaat sebelum ia terangkat!



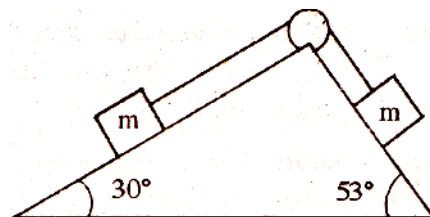
17. Sebuah lift dan penumpangnya bermassa 1.800 kg. Hitung tegangan kabel pada lift ketika lift mula-mula bergerak kebawah dengan kecepatan 10 m/s kemudian berhenti setelah menempuh jarak 30 m !
18. Seekor ikan terletak pada sebuah neraca yang tergantung pada atap sebuah lif. Timbangan menunjukkan 80 N ketika lift diam. Hitung berapa pembacaan skala pada timbangan lift bergerak ke atas dengan percepatan  $3 \text{ m/s}^2$  !
19. Sebuah pesawat tempur terbang membentuk sudut  $30^\circ$  dengan bidang mendatar dipercepat dengan percepatan  $2,7 \text{ m/s}^2$ . Berat pesawat itu 80.000 N. Hitung daya dorong pesawat. Hitung juga besar gaya angkat pesawat yang arahnya tegak lurus bidang mendatar.



20. Sebuah bola bergerak dari dasar sebuah bidang miring ke atas dengan kecepatan awal 4 m/s. Sudut bidang miring  $\alpha$  ( $\tan \alpha = 3/4$ ). Hitung berapa jauh bola ini bergerak sebelum berhenti. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketinggian itu. Berapa kecepatan benda ketika kembali jatuh ke dasar bidang miring.  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
21. Dua benda titik masing-masing massanya 2 kg (lihat gambar) dihubungkan dengan tali tak bermassa dengan panjang 1 m. Suatu gaya konstan dan terus menerus  $F = 3 \text{ N}$  diberikan dititik tengah tali ( $x = 0$ ), tegak lurus posisi mula-mula tali. Hitung percepatan arah tegak lurus gaya dari benda bermassa itu.



22. Dua buah balok bermassa sama, 2 kg (lihat gambar) dihubungkan dengan seutas tali dan ditempatkan pada bidang miring melalui sebuah katrol yang tidak bermassa. Hitung percepatan benda dan tegangan tali!  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$



23. Berapa gaya resultan dari sebuah benda yang bermassa 10 kg bergerak dipercepat dengan percepatan  $2,5 \text{ m/s}^2$ .
24. Suatu gaya sebesar 100 dyne memberikan percepatan sebesar  $50 \text{ cm/s}^2$ . Hitung massa benda yang dipercepat itu.



25. Hitung gaya yang dibutuhkan suatu mobil (mula-mula diam) yang massanya 2.000 kg untuk mencapai kecepatan 15 m/s dalam waktu 6 detik?
26. Hitung percepatan sebuah benda yang bermassa 2 kg akibat gaya sebesar 80 dyne?
27. Hitung gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan suatu benda yang massanya 20 kg sepanjang bidang miring ke atas, dengan percepatan  $1 \text{ m/s}^2$  jika sudut bidang miringnya  $60^\circ$ .  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
28. Sebuah lift naik ke atas. Massa total lift dan penumpang 1.500 kg. Grafik kecepatan lift sebagai fungsi waktu (lihat gambar) :
- Hitung tegangan kabel yang menggantung lift pada saat 2 s, 8s, dan 11 s
  - Hitung ketinggian yang dicapai lift pada ?
  - Berapa kecepatan dan percepatan rata-rata lift pada seluruh gerakan,  $g=10\text{m/s}^2$

