

## HUKUM NEWTON

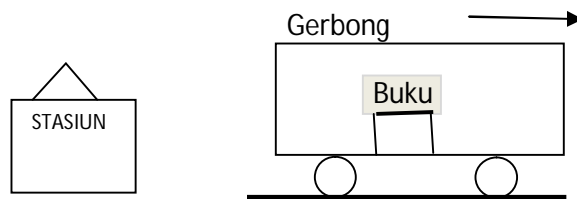
Hukum Newton menghubungkan percepatan sebuah benda dengan massanya dan gaya-gaya yang bekerja padanya. Ada tiga hukum Newton tentang gerak, yaitu Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton.

## HUKUM I NEWTON

*Sebuah benda tetap pada keadaan awalnya yang diam atau bergerak dengan kecepatan tetap kecuali ia dipengaruhi oleh suatu gaya tidak seimbang atau gaya eksternal neto (Gaya neto = gaya resultan)*

Hukum I Newton juga disebut *Hukum Kelembaman*

Perhatikan bahwa hukum I Newton tidak membuat perbedaan antara benda diam dan yang bergerak dengan kecepatan konstan. Sebuah benda dikatakan diam atau bergerak dengan kecepatan konstan tergantung dari kerangka acuan dimana benda itu diamati. Perhatikan gambar berikut;



Gambar 1. Gerak suatu benda relative terhadap benda lain

Gambar di atas menunjukkan sebuah buku berada di atas meja dalam sebuah gerbong kereta. Pada saat gerbong berhenti di stasiun, maka gerbong dan buku dikatakan diam terhadap stasiun. Jika gerbong bergerak meninggalkan stasiun, maka buku dikatakan bergerak relative terhadap stasiun, dan buku dikatakan diam relative terhadap gerbong. Jadi jika kerangka acuannya stasiun, maka buku dikatakan bergerak, tetapi jika kerangka acuannya gerbong maka buku dikatakan tetap diam.

Sebuah kerangka acuan di mana hukum –hukum Newton berlaku dinamakan *kerangka acuan inersia*

## GAYA, MASSA DAN HUKUM II NEWTON

**Gaya** adalah suatu pengaruh pada suatu benda yang menyebabkan benda mengubah kecepatannya. Besarnya gaya adalah hasil kali *massa benda* dan *besarnya percepatan* yang dihasilkan gaya itu

**Massa** adalah sifat intrinsic sebuah benda yang mengukur resistansi terhadap percepatan. Rasio dua massa dapat didefinisikan sebagai berikut; Jika gaya  $F$  dikerjakan pada benda bermassa  $m_1$ , dan menghasilkan percepatan  $a_1$ , maka

$$F = ma_1 \quad (1)$$

Jika gaya yang sama dikerjakan pada benda kedua yang massanya  $m_2$  dan menghasilkan percepatan  $a_2$ , maka

$$F = ma_2 \quad (2)$$

Dari (1) dan (2) diperoleh

$$ma_1 = ma_2 \quad (3)$$

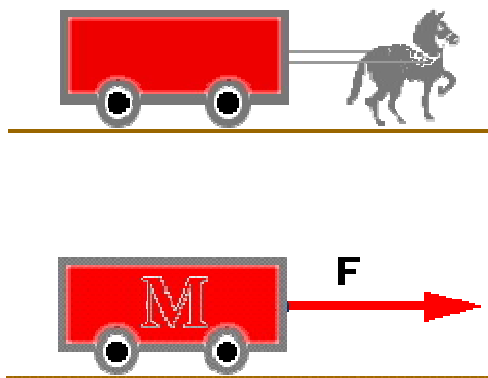
atau

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (4)$$

Dari persamaan (4) dapat dinyatakan bahwa jika sebuah benda lebih "massif" dibandingkan benda lainnya, maka akan didapatkan bahwa sebuah gaya menghasilkan percepatan lebih kecil pada benda yang lebih masif. Secara eksperimen didapatkan bahwa rasio percepatan — yang dihasilkan oleh gaya yang sama yang bekerja pada dua benda tidak tergantung dari *besar* maupun *arah* gaya. Rasio juga tidak tergantung dari jenis gaya yang bekerja (misal gaya pegas, gaya tarik gravitasi gaya listrik, dll).

## HUKUM II NEWTON

*Percepatan sebuah benda berbanding terbalik dengan massanya dan sebanding dengan gaya eksternal neto yang bekerja padanya*



Gambar 2. Sebuah benda bergerak akibat pengaruh gaya F

Perlu diingatkan lagi disini bahwa persamaan diatas adalah persamaan vektor, karena itu persamaan tersebut setara dengan tiga buah persamaan skalar yaitu

$$F_x = ma_x; F_y = ma_y; \text{ dan } F_z = ma_z$$

Gaya sebesar 1 Newton diartikan sebagai besarnya gaya yang bila dikerjakan pada benda bermassa 1 kilogram akan menghasilkan percepatan  $1 \text{ ms}^{-2}$ .

#### 4. BERAT DAN MASSA

Berat sebuah benda adalah gaya gravitasional yang dilakukan oleh bumi padanya. Berat termasuk gaya, karena itu berat merupakan besaran vector dengan arah sesuai dengan arah gaya gravitasi yaitu menuju ke pusat bumi.

Jika sebuah benda massanya  $m$  dijatuhkan bebas maka percepatannya adalah percepatan gravitasi  $g$  dan gaya yang bekerja padanya adalah gaya berat  $\vec{W}$ . Jika hukum II Newton  $\vec{F} = m\vec{a}$  diterapkan untuk benda jatuh bebas maka  $\vec{W} = m\vec{g}$ . Karena arah  $W$  dan  $g$  sama yaitu ke pusat bumi, maka gaya berat dapat dinyatakan:

$$W = mg$$

Contoh. 1.

Sebuah balok 4 kg diam saat  $t = 0$ . Sebuah gaya tunggal konstan yang horisontal  $F$ . Pada  $t = 3 \text{ s}$  balok berpindah 2,25 m. Hitunglah gaya  $F$ .

Diketahui :  $m = 4 \text{ kg}$ ,  $\Delta x = 2,25 \text{ m}$ ,  $t = 3 \text{ s}$ ,  $v_0 = 0$

Di tanyakan :  $F$

Jawab :

Karena gaya  $F$  konstan, maka percepatan balok juga konstan, sehingga besarnya kecepatan dapat dihitung sebagai berikut;

$F = ma$ ,  $a$  dihitung menggunakan persamaan;

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2$$

$$a = \frac{2\Delta x}{t^2} = \frac{2(2,25 \text{ m})}{(3 \text{ s})^2} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma = 4 \text{ kg} \times 0,5 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ N}$$

#### HUKUM III NEWTON

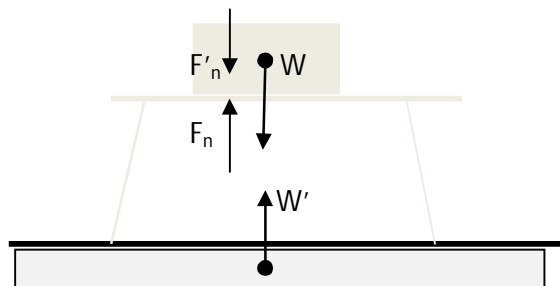
Setiap gaya mekanik selalu muncul berpasangan sebagai akibat saling tindak antara dua benda. Bila benda A dikenai gaya oleh gaya B, maka benda B akan dikenai gaya oleh benda A. Pasangan gaya ini dikenal sebagai pasangan aksi-reaksi.

Setiap gaya mekanik selalu muncul berpasangan, yang satu disebut aksi dan yang lain disebut reaksi, sedemikian rupa sehingga aksi = - reaksi. Yang mana disebut aksi dan yang mana yang disebut reaksi tidaklah penting, yang penting kedua-duanya ada.

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

Sifat pasangan gaya aksi-reaksi adalah sebagai berikut

- (1) sama besar,
- (2) arahnya berlawanan, dan
- (3) bekerja pada benda yang berlainan (satu bekerja pada benda A, yang lain bekerja pada benda B).
- (4) terletak pada satu garis lurus (*merupakan sifat tambahan*)

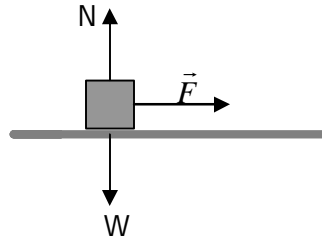


Gambar 3. Pasanagn Gaya aksi –reaksi

Gambar 3 menunjukkan pasangan aksi-reaksi, yaitu  $W$  adalah gaya yang dikerjakan pada balok oleh bumi (gaya tarik bumi) dan  $W' = -W$  adalah gaya yang dikerjakan oleh balok pada bumi. Meja yang menyentuh balok akan memberikan gaya ke atas  $F_n$ . Balok terhadap meja juga memberikan gaya  $F'_n = -F_n$  yang arahnya ke bawah. Pasangan  $F_n$  dan  $F'_n$  juga merupakan pasangan aksi reaksi.

Contoh 2.

sebuah balok massanya  $m$  ditarik sepanjang bidang datar licin oleh gaya  $F$  mendatar (lihat gambar).



- Jika massa balok 2 kg, berpakah gaya normal (N)nya?
- Berapa gaya F yang dibutuhkan agar balok mendapat kecepatan horizontal 4m/s dalam tempo 2 s mulai dari keadaan diam?

Penyelesaiann:

- Dari hokum II Newton dengan  $a_y = 0$ , maka :

$$\vec{F}_y = ma_y, \text{ atau } N - W = 0, \text{ sehingga } N = W = mg = 2\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2 = 20\text{N}$$

- Dari gambar, balok akan bergerak searah sumbu x, maka menurut hukum II Newton;

$$\vec{F} = ma_x \text{ sementara itu}$$

$v = v_0 + at$ , karena  $v_0 = 0$ ,  $v = 4 \text{ m/s}$  dan  $t = 2 \text{ s}$ , maka

$$4 = 0 + a \cdot 2, \text{ sehingga } a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$F_x = ma_x = 20\text{kg} \cdot 0,2 \text{ m/s}^2 = 4 \text{ N}$$

#### GAYA-GAYA DI ALAM

Berbagai gaya yang diamati di alam dapat dijelaskan lewat empat interaksi dasar yang terjadi antara partikel-partikel elementer;

- Gaya gravitasi, misalnya gelombang pasang disebabkan gaya gravitasi yang dikerjakan antara bulan dan matahari
- Gaya elektromagnetik, misalnya kilatan –kilatan petir adalah hasil gaya elektromagnet
- Gaya nuklir kuat, misalnya ledakan bom hidrogen
- Gaya nuklir lemah, misalnya interaksi lemah antara muon dan electron digambarkan oleh foto bilik awan dengan warna palsu yang menunjukkan jejak sinar kosmik muon (hijau) dan sebuah electron (merah) yang dikeluarkan dari sebuah atom

Contoh-contoh pasangan sistem dan lingkungan beserta hukum gaya yang berlaku :

- Pasangan dua benda titik sistem, pasangan satelit-bumi : Gaya gravitasi.
- Benda di dekat permukaan bumi : Gaya berat.  
Benda diikat dengan tali : Tegangan tali.
- Benda bersentuhan dengan lantai: gaya kontak, gaya normal, gaya gesekan.

- Benda diikat pada pegas: gaya Hooke
- Benda terbenam dalam fluida: gaya apung Archimedes
- Benda bermuatan q bergerak dalam medan listrik E dan medan Magnet B : gaya Lorentz

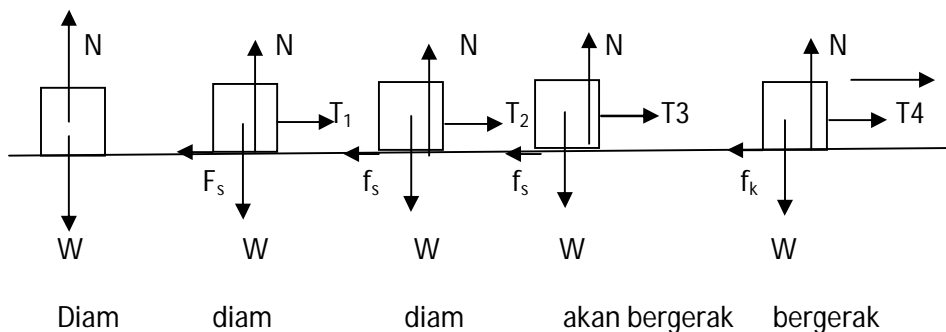
Pertanyaan:

1. Jika sebuah benda tak mempunyai percepatan dapatkah Anda menyimpulkan bahwa tidak ada gaya yang bekerja pada benda itu ?
2. Jika hanya ada satu gaya yang bekerja pada benda, apakah benda mengalami percepatan? Apakah benda pernah mengalami kecepatan nol?
3. Sebuah benda mengalami percepatan  $4 \text{ m/s}^2$  ketika gaya  $F_0$  bekerja padanya..Berapakah percepatannya bila gaya menjadi  $2X$ ?
4. Sebuah gaya  $15 \text{ N}$  dikerjakan pada benda bermassa  $m$ . Benda bergerak dalam garis lurus dengan kelajuan yang bertambah  $10 \text{ m/s}$  setiap  $2 \text{ s}$ . Hitunglah massa benda!
5. Sebuah benda  $5 \text{ kg}$  ditarik sepanjang permukaan horizontal yang licin oleh gaya horizontal  $10 \text{ N}$ .
  - a. Jika benda diam pada  $t = 0$ , berapakah kecepatan benda setelah  $3 \text{ s}$ ?
  - b. Berapakah jarak yang ditempuh sejak dari  $t = 0$  sampai  $t = 3 \text{ s}$ ?
6. Sebuah gaya tunggal  $10 \text{ N}$  bekerja pada partikel bermassa  $m$ . Partikel berangkat dari keadaan diam dan bergerak dalam garis lurus sejauh  $18 \text{ m}$  dalam  $6 \text{ s}$ . Hitunglah massa partikel!
7. Carilah berat anak perempuan yang bermassa  $50 \text{ kg}$
8. Gaya gravitasi yang dikerjakan oleh bumi pada benda yang ketinggiannya  $h$  di atas permukaan bumi dinyatakan dengan persamaan,

$$F = mg \frac{R_E^2}{(R_E+h)^2}$$

Dengan  $R_E$  adalah jari-jari bumi =  $6370 \text{ km}$  dan  $g$  percepatan gravitasi. (a) Hitunglah berat wanita yang massanya  $80 \text{ kg}$  di permukaan bumi, (b) Hitunglah berat wanita itu pada ketinggian  $300 \text{ km}$  di atas permukaan bumi,

GESEKAN

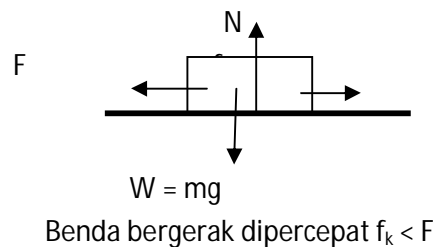
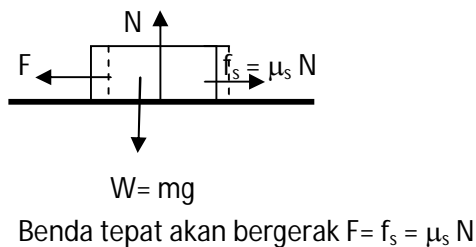
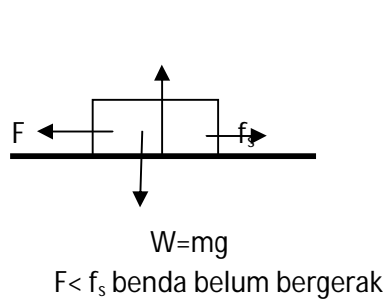
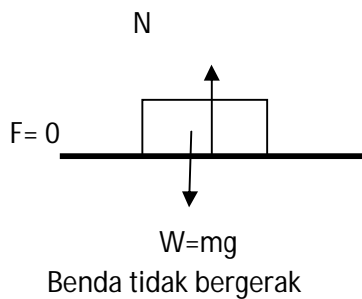


**GESEKAN**

Seperti telah disebutkan pada bagian yang lalu, dua buah benda yang saling bersentuhan akan saling memberikan gaya kontak. 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  $f_{smax} = \mu_s N$ .

Jenis gesekan	Persamaan	Keterangan
Statik	$F_s \leq \mu_s N$	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.
Kinetik	$F_k = \mu_k N$	Gaya berlawanan dengan kecepatan. Selalu lebih kecil dari gaya gesek statik. Digunakan untuk benda yang meluncur/sliding.



## Contoh

Sebuah benda memiliki massa 0,8 kg di atas bidang miring dengan sudut  $30^\circ$ . Jika benda bergerak dengan percepatan  $0,1 \text{ m/s}^2$  dan koefisien gesek kinetisnya 0,3, tentukan gaya yang bekerja agar benda

- a. bergerak ke atas
- b. bergerak ke bawah.

2. Sebuah balok massa 1 kg diletakkan di atas bidang miring dan digantungkan melalui katrol (lihat gambar). Jika koefisien gesek kinetis 0,1 dan koefisien gesek statis 0,2;

- a. Berapakah massa beban agar balok seimbang
- b. Jika beban 800 gr, berapakah percepatan dan tegangan talinya ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).