




# Hukum Gerak Newton

## A. PENDAHULUAN

 **Hukum gerak Newton** menjelaskan hubungan gaya dan gerak yang diakibatkan oleh gaya tersebut.

 **Hukum gerak Newton** terdiri dari hukum kelembaman, hukum Newton II dan hukum aksi-reaksi.


## B. HUKUM NEWTON I

 **Hukum Newton I** (hukum kelembaman/ inersia) menjelaskan:

Apabila tidak ada gaya yang bekerja pada suatu benda, maka benda akan tetap diam atau tetap bergerak lurus beraturan.

dapat dirumuskan:

$$\Sigma F = 0 \quad \Sigma F_x = 0 ; \Sigma F_y = 0$$

 **Menurut hukum Newton I**, suatu benda akan mempertahankan keadaannya jika tidak diberi gaya (tetap diam atau tetap bergerak lurus beraturan).

Contoh:

- Ketika mobil digas tiba-tiba, tubuh kita akan terlempar ke belakang karena tubuh kita ingin tetap mempertahankan diam.
- Ketika mobil direm mendadak, tubuh kita akan terlempar ke depan karena tubuh kita ingin mempertahankan gerak.

## C. HUKUM NEWTON II


 **Hukum Newton II** menjelaskan:

Percepatan benda diakibatkan oleh gaya, dan percepatan benda itu berbanding lurus dan searah dengan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda.


dapat dirumuskan:

$$a = \frac{F}{m} \quad F = m \cdot a$$

F = gaya (N atau kg.m/s<sup>2</sup>)  
m = massa benda (kg)  
a = percepatan benda (m/s<sup>2</sup>)

 **Resultan gaya** adalah penjumlahan gaya yang sejajar yang dialami suatu benda.

- 1) Gaya yang mengarah ke kanan dan ke atas diberi tanda positif.
- 2) Gaya yang mengarah ke kiri dan ke bawah diberi tanda negatif.
- 3) Benda akan bergerak ke arah yang nilai gayanya lebih besar.

 **Gaya umum** yang dialami oleh benda:

### 1) Gaya berat (w)

Adalah gaya yang dialami benda karena percepatan gravitasi. Arah gaya berat menuju pusat bumi. Dapat dirumuskan:

$$w = m \cdot g$$

w = gaya berat/berat (N)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (9,8 atau 10 m/s<sup>2</sup>)

### 2) Gaya normal (N)

Adalah gaya yang dialami benda jika bersentuhan dengan bidang. Arah gaya normal tegak lurus bidang.

### 3) Gaya luar (F)

Adalah gaya yang diberikan dari pengaruh luar, misalnya gaya dorong, gaya tarik, dll.

### 4) Tegangan tali (T)

Adalah gaya yang timbul pada tali akibat diberi suatu gaya luar. Arah tegangan tali menjauhi benda.

### 5) Gaya gesek (f)

Adalah gaya sentuh antara benda dengan bidang geraknya yang berlawanan dengan arah gerak benda. Dapat dirumuskan:

$$f = N \cdot \mu_k$$

Gaya gesek secara khusus dibagi menjadi:

- a. Gaya gesek statis (f<sub>s</sub>), adalah gaya yang bekerja saat benda diam.

$$f_s = N \cdot \mu_s \quad f_s > f_k$$

- b. Gaya gesek kinetis (f<sub>k</sub>), adalah gaya yang bekerja saat benda bergerak.

$$f_k = N \cdot \mu_k \quad f_k < f_s$$

Dua kemungkinan gerak benda akibat gaya gesek statis:

- a. Jika f<sub>s</sub> > F luar, maka benda diam dan percepatan 0 m/s<sup>2</sup>.
- b. Jika f<sub>s</sub> = F luar, maka benda akan tepat bergerak.
- c. Jika f<sub>s</sub> < F luar, maka benda bergerak dan percepatan dipengaruhi gaya luar dan gaya gesek kinetis.

## D. HUKUM NEWTON III

**Hukum Newton III** (hukum aksi-reaksi) menjelaskan:

Jika suatu benda memberi gaya aksi kepada benda lain, maka benda lain itu akan memberi gaya reaksi yang sama kepada benda awal namun berlawanan arah.

dapat dirumuskan:

$$F_{aksi} = -F_{reaksi}$$

**Menurut hukum Newton III:**

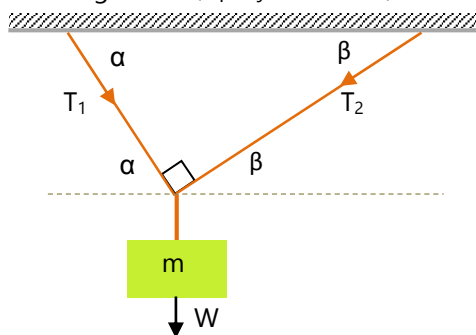
- 1) Aksi-reaksi bekerja pada dua buah benda berbeda.
- 2) Aksi-reaksi tidak saling meniadakan satu sama lain.
- 3) Aksi-reaksi dapat menyebabkan salah satu atau kedua benda diam atau bergerak.

Contoh:

Ketika bersandar di dinding, kita memberi gaya ke dinding, namun dinding memberi gaya yang sama pula kepada kita.

## E. KINEMATIKA GERAK LURUS

**Penerapan hukum Newton I** pada kesetimbangan benda tegar misalnya sistem kesetimbangan tali. (dipelajari di Fisika 2)

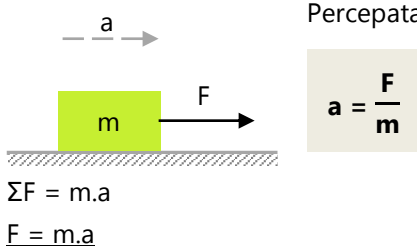


Berlaku aturan sinus:

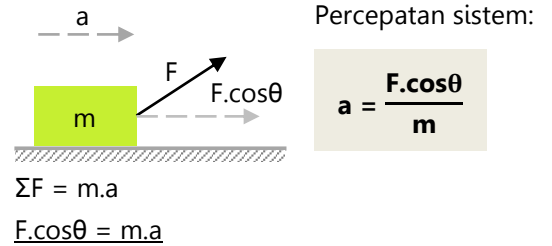
$$\frac{T_1}{\sin \alpha} = \frac{T_2}{\sin \beta} = \frac{W}{\sin 90}$$

**Penerapan hukum Newton II** pada kinematika gerak lurus (bidang dianggap licin):

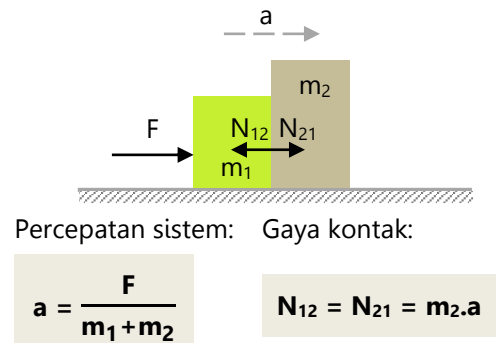
- 1) Benda diberi gaya mendatar



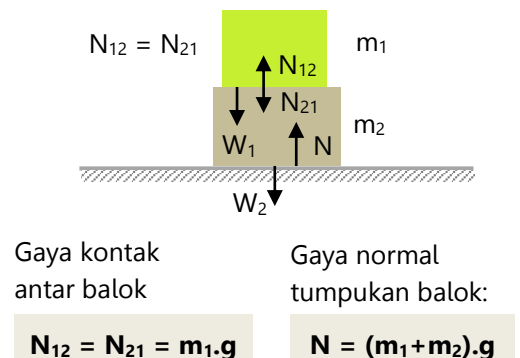
- 2) Benda diberi gaya mendatar dengan sudut  $\theta$



- 3) Dua/lebih benda saling berhimpit dan diberi gaya mendatar

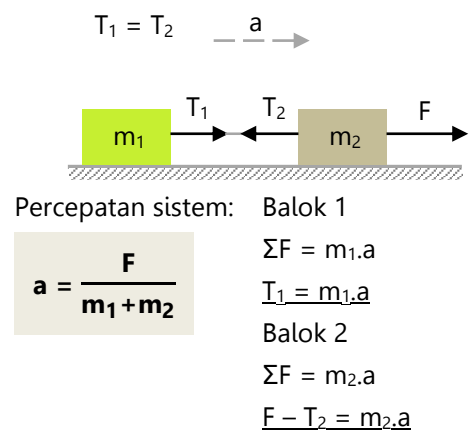


- 4) Dua/lebih benda saling bertumpuk

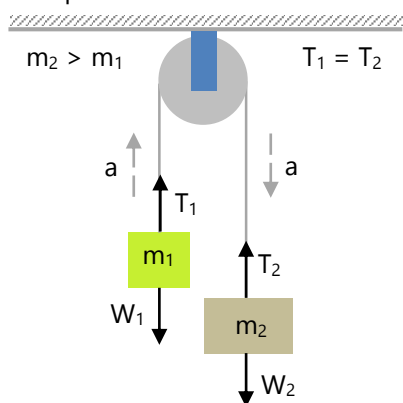


Balok 1	Balok 2
$\Sigma F = 0$	$\Sigma F = 0$
$N_{12} - m_1.g = 0$	$N - m_2.g - N_{21} = 0$

- 5) Dua/lebih benda yang terhubung tali diberi gaya tarik



- 6) Dua benda terhubung tali tergantung pada katrol tetap



Percepatan sistem:

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

Balok 1

$$\Sigma F = m_1 \cdot a$$

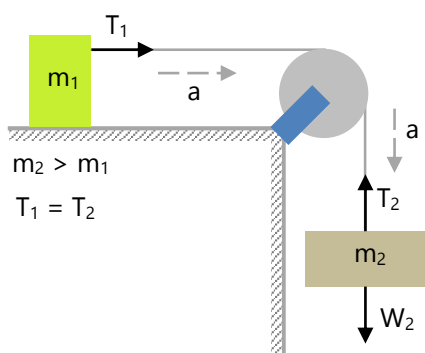
$$T_1 - W_1 = m_1 \cdot a$$

Balok 2

$$\Sigma F = m_2 \cdot a$$

$$W_2 - T_2 = m_2 \cdot a$$

- 7) Dua benda terhubung tali, salah satu berada pada bidang, salah satu tergantung pada katrol tetap



Percepatan sistem:

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

Balok 1

$$\Sigma F = m_1 \cdot a$$

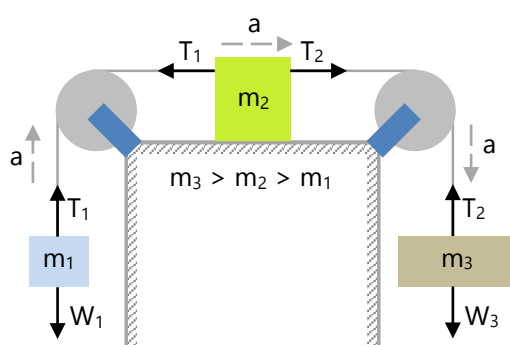
$$T_1 - W_1 = m_1 \cdot a$$

Balok 2

$$\Sigma F = m_2 \cdot a$$

$$W_2 - T_2 = m_2 \cdot a$$

- 8) Tiga benda terhubung tali, salah satu berada pada bidang, melewati dua katrol tetap, dua lainnya tergantung pada tiap katrol tetap



Percepatan sistem: Balok 1

$$a = \frac{(m_3 - m_1) \cdot g}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$\Sigma F = m_1 \cdot a$$

$$T_1 - W_1 = m_1 \cdot a$$

Balok 2

$$\Sigma F = m_2 \cdot a$$

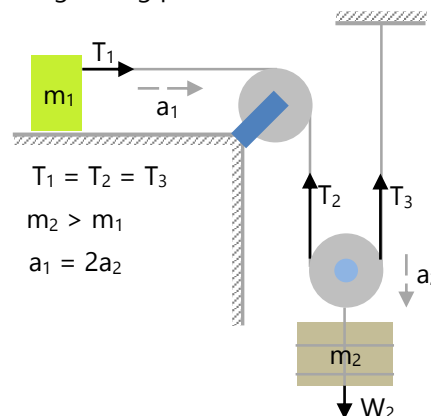
$$T_2 - T_1 = m_2 \cdot a$$

Balok 3

$$\Sigma F = m_3 \cdot a$$

$$W_3 - T_2 = m_3 \cdot a$$

- 9) Dua benda terhubung tali, salah satu berada pada bidang, melewati katrol tetap, salah satu tergantung pada katrol bebas



Percepatan sistem: Balok 1

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

$$\Sigma F = m_1 \cdot a_1$$

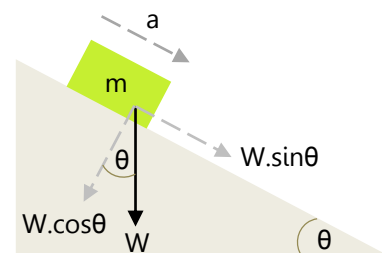
$$T_1 = m_1 \cdot a_1$$

Balok 2

$$\Sigma F = m_2 \cdot a_2$$

$$W_2 - T_2 - T_3 = m_2 \cdot a_2$$

- 10) Benda berada di atas bidang miring



Percepatan sistem:

$$a = g \cdot \sin \theta$$

Gaya normal:

$$N = W \cdot \cos \theta$$

Sumbu x

$$\Sigma F_x = m \cdot a$$

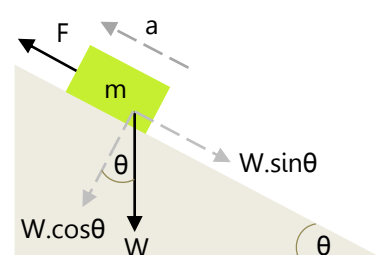
$$W \cdot \sin \theta = m \cdot a$$

Sumbu y

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - W \cdot \cos \theta = 0$$

- 11) Benda berada di atas bidang miring, diberi gaya dorong naik



Percepatan sistem:

$$a = \frac{F}{m} - g \cdot \sin \theta$$

Gaya normal:

$$N = W \cdot \cos \theta$$

Sumbu x

$$\Sigma F_x = m \cdot a$$

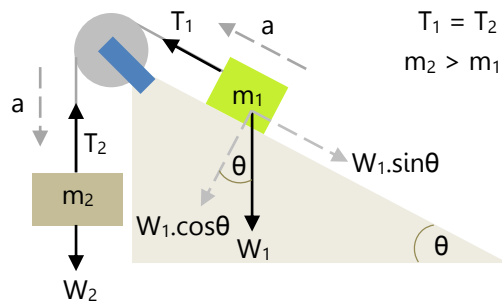
$$F - m \cdot g \cdot \sin \theta = m \cdot a$$

Sumbu y

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - m \cdot g \cdot \cos \theta = 0$$

- 12) Dua benda terhubung tali, salah satu pada bidang miring, salah satu tergantung pada katrol tetap



Percepatan sistem:

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

Balok 1

$$\Sigma F_x = m_1 \cdot a$$

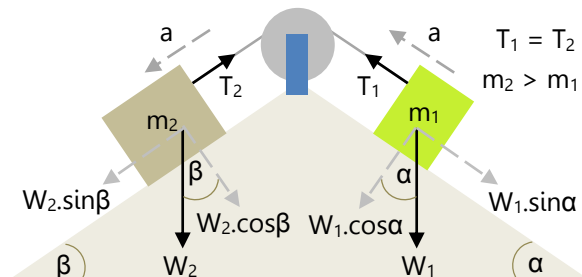
$$T_1 - W_1 \cdot \sin \theta = m_1 \cdot a$$

Balok 2

$$\Sigma F_x = m_2 \cdot a$$

$$W_2 - T_2 = m_2 \cdot a$$

- 13) Dua benda terhubung tali, keduanya pada bidang miring, melewati katrol tetap



Percepatan sistem:

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

Balok 1

$$\Sigma F_x = m_1 \cdot a$$

$$T_1 - W_1 \cdot \sin \alpha = m_1 \cdot a$$

Balok 2

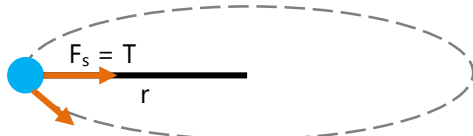
$$\Sigma F_x = m_2 \cdot a$$

$$W_2 \cdot \sin \beta - T_2 = m_2 \cdot a$$

## F. KINEMATIKA GERAK MELINGKAR

Penerapan hukum Newton II pada gerak melingkar:

**G.M. horizontal dengan tali**



**Gaya sentripetal** pada gerak ini berupa tegangan tali yang menahan benda agar tetap berada pada lintasannya.

**Persamaan umum** yang dapat dibentuk:

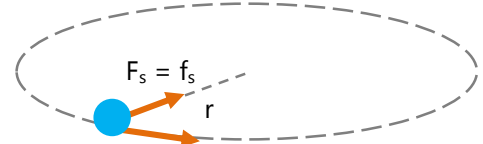
$$F_s = T$$

$$T = \frac{mv^2}{r}$$

**Kecepatan maksimum** agar tali tidak putus:

$$v_{\text{maks}} = \sqrt{\frac{T_{\text{maks}} \cdot r}{m}}$$

**G.M. horizontal tanpa tali**



**Gaya sentripetal** pada gerak ini berupa gaya gesek statis yang menahan benda agar tidak tergelincir sewaktu berputar.

**Persamaan umum** yang dapat dibentuk:

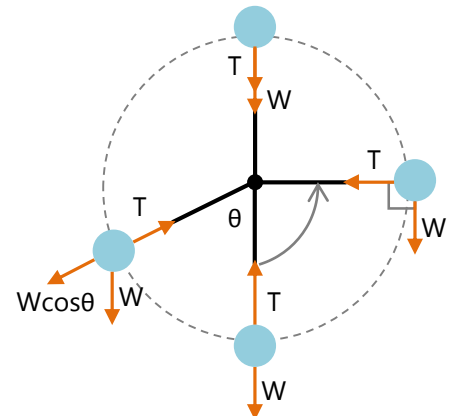
$$F_s = f_s$$

$$\frac{mv^2}{r} = \mu_s \cdot N$$

**Kecepatan maksimum** agar benda tidak meninggalkan lintasan:

$$v_{\text{maks}} = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot r}$$

**G.M. vertikal dengan tali**



**Persamaan umum** yang dapat dibentuk:

$$T \pm W \cos \theta = F_s$$

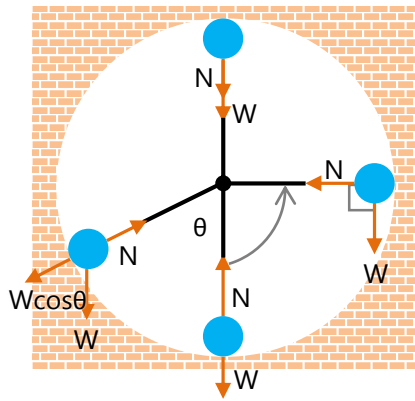
**Kecepatan minimum** yang dibutuhkan agar benda dapat mencapai titik B dari A adalah:

$$v_{\text{min}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot r}$$

**Kecepatan minimum** yang dibutuhkan agar benda berputar satu lingkaran penuh:

$$v_{\text{min}} = \sqrt{5 \cdot g \cdot r}$$

### G.M. vertikal di dalam bidang lingkaran



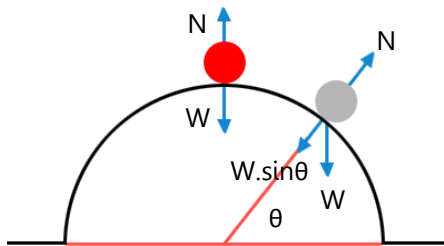
Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$N \pm W \cos \theta = F_s$$

**Kecepatan minimum** pada C agar benda tidak meninggalkan lintasan:

$$v_{\min} = \sqrt{g \cdot r}$$

### G.M. vertikal di luar bidang lingkaran



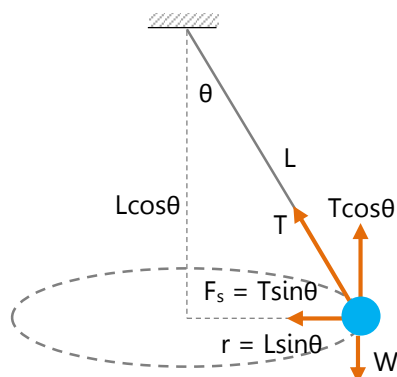
Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$N - W \sin \theta = -F_s$$

**Kecepatan minimum** agar benda tidak meninggalkan lintasan:

$$v_{\max} = \sqrt{g \cdot r}$$

### Ayunan konis



Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$W = T \cos \theta$$

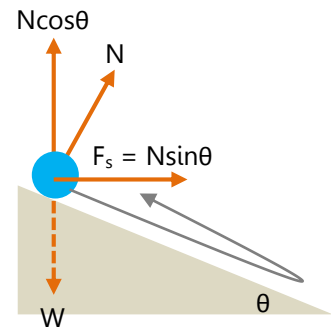
$$F_s = T \sin \theta$$

$$T = \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$$

**Kecepatan maksimum** agar tali tidak putus:

$$v_{\max} = \sqrt{g \cdot r \cdot \tan \theta}$$

### G.M. pada bidang miring atau velodrom



Persamaan umum yang dapat dibentuk:

$$N = \frac{mg}{\cos \theta}$$

$$F_s = mg \tan \theta$$

**Kecepatan maksimum** agar benda tidak meninggalkan lintasan dapat dirumuskan:

$$v_{\max} = \sqrt{g \cdot r \cdot \tan \theta}$$

$$v_{\max} = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot r}$$