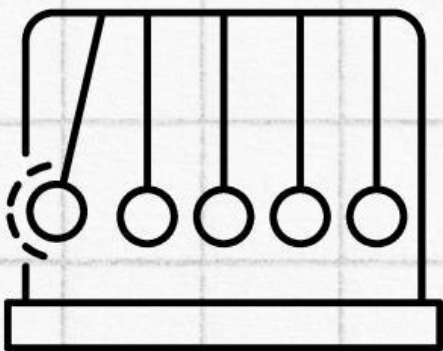
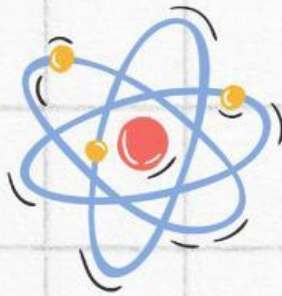




MATERI AJAR HUKUM NEWTON

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$F = m a$$



Shafnuri Hidayana
240103500010



TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan konsep gaya, jenis-jenis gaya, serta cara menentukan resultan gaya.
2. Menjelaskan bunyi dan penerapan Hukum I Newton (hukum kelembaman).
3. Menerapkan Hukum II Newton untuk menghitung gaya, massa, dan percepatan benda.
4. Menerapkan Hukum III Newton (aksi-reaksi) dalam kehidupan sehari-hari.

A. GAYA

1. Pengertian Gaya

Gaya adalah tarikan atau dorongan yang dapat mengubah keadaan gerak atau bentuk suatu benda. Gaya termasuk besaran vektor, artinya memiliki besar sekaligus arah. Dalam Satuan Internasional (SI), gaya dinyatakan dalam newton (N) dan diukur menggunakan neraca pegas (dinamometer).

Gaya dapat menyebabkan:

- benda yang diam menjadi bergerak, atau benda yang bergerak menjadi diam;
- perubahan kelajuan atau arah gerak benda;
- perubahan bentuk benda, misalnya pegas yang ditarik atau spons yang ditekan.

Berdasarkan sentuhannya, gaya dibedakan menjadi **gaya sentuh** (dorongan, gesekan, tegangan tali) dan **gaya tak sentuh** (gaya gravitasi, gaya magnet, gaya listrik).

Satu newton adalah gaya yang menyebabkan benda bermassa 1 kg mengalami percepatan 1 m/s^2 .

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



2. Resultan Gaya

Resultan gaya (ΣF) adalah gaya tunggal pengganti dari semua gaya yang bekerja pada suatu benda. Karena gaya adalah vektor, cara menjumlahkannya bergantung pada arah gaya-gayanya.

- **Searah:** gaya dijumlahkan, $\Sigma F = F_1 + F_2$.
- **Berlawanan arah:** gaya dikurangkan, $\Sigma F = F_1 - F_2$ (searah gaya yang lebih besar).
- **Saling tegak lurus:** $\Sigma F = \sqrt{(F_1^2 + F_2^2)}$.

Contoh: dua orang mendorong meja dengan gaya 30 N dan 20 N. Jika searah, $\Sigma F = 50$ N; jika berlawanan arah, $\Sigma F = 10$ N searah gaya yang 30 N.

3. Gaya-Gaya dalam Dinamika

Gaya Berat (w)

Gaya tarik bumi pada benda yang arahnya ke pusat bumi (ke bawah).

$$w = m \times g$$

$g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ (sering dibulatkan 10 m/s^2).

Gaya Normal (N)

Gaya dari bidang sentuh yang menopang benda, tegak lurus bidang.

$$N = w$$

Pada bidang datar tanpa gaya vertikal lain.

Gaya Gesek (f)

Gaya yang melawan gerak dua permukaan yang bersentuhan; arahnya berlawanan dengan arah gerak.

$$f = \mu \times N$$

μ = koefisien gesek permukaan.

Gaya Tegangan Tali (T)

Gaya yang diteruskan oleh tali yang tegang, arahnya sepanjang tali menjauhi benda.

$$T = \text{gaya tarik tali}$$

Satuan semua gaya di atas: newton (N).



B. HUKUM I NEWTON

Hukum I Newton menyatakan bahwa **setiap benda akan tetap diam atau tetap bergerak lurus beraturan (kecepatan tetap) selama resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol.**

$$\Sigma F = 0$$

Jika $\Sigma F = 0$, benda berada dalam keadaan seimbang, yaitu diam ($v = 0$) atau bergerak lurus beraturan (v tetap), sehingga percepatannya nol. Sebaliknya, benda hanya akan berubah keadaan geraknya bila diberi gaya luar yang tidak seimbang.

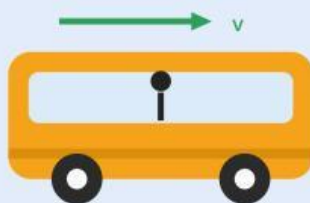
Kelembaman (Inersia)

Hukum I Newton disebut juga **hukum kelembaman**. Kelembaman adalah kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaan geraknya. Semakin besar massa benda, semakin besar kelembamannya sehingga semakin sulit diubah keadaan geraknya.

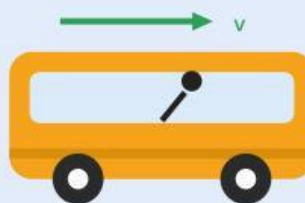
Contoh dalam kehidupan sehari-hari:

- penumpang terdorong ke depan saat kendaraan direm mendadak;
- penumpang terdorong ke belakang saat kendaraan tiba-tiba melaju;
- koin di atas kartu tetap jatuh ke gelas saat kartu disentil cepat;
- debu keluar dari karpet ketika karpet dipukul.

Ilustrasi Kelembaman

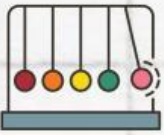


Bus melaju:
penumpang ikut bergerak

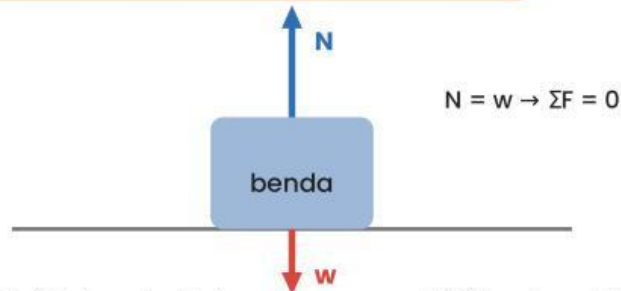


Bus direm: tubuh penumpang
terdorong ke depan

Saat bus direm, kaki penumpang ikut berhenti bersama bus, sedangkan tubuhnya cenderung tetap bergerak maju.



B. HUKUM I NEWTON · Keseimbangan



Buku di atas meja: gaya berat (w) ke bawah diimbangi gaya normal (N) ke atas, sehingga resultan gayanya nol dan buku tetap diam.

CONTOH SOAL HUKUM I NEWTON

Soal 1

Sebuah balok diam di atas lantai licin. Balok ditarik dengan gaya 20 N ke kanan dan 20 N ke kiri secara bersamaan. Bagaimana keadaan balok?

Penyelesaian:

$\Sigma F = 20 - 20 = 0$ N. Berdasarkan Hukum I Newton, balok **tetap diam**.

Soal 2

Sebuah peti didorong dengan gaya 30 N sehingga bergerak dengan kecepatan tetap di atas lantai kasar. Berapakah besar gaya gesek yang bekerja pada peti?

Penyelesaian:

Kecepatan tetap berarti $\Sigma F = 0$, sehingga $F - f = 0$.

$f = F = \mathbf{30\ N}$ (berlawanan arah dengan gaya dorong).

Soal 3

Sebuah lampu bermassa 4 kg digantung diam pada sebuah tali. Jika $g = 10\text{ m/s}^2$, berapakah tegangan tali?

Penyelesaian:

Lampu diam, maka $\Sigma F = 0$, sehingga $T - w = 0$.

$T = w = m \times g = 4 \times 10 = \mathbf{40\ N}$.

C. HUKUM II NEWTON

Hukum II Newton menyatakan bahwa **percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya, searah dengan resultan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda.**

$$\Sigma F = m \times a$$

$$\text{atau } a = \Sigma F / m$$

Dimana:

- ΣF =resultan gaya (N)
- m =massa benda (kg)
- a =percepatan benda (m/s^2)

Hubungan Gaya, Massa, dan Percepatan

- **Massa tetap, gaya diperbesar:** percepatan makin besar ($a \propto \Sigma F$). Semakin kuat mendorong, semakin cepat troli bergerak.
- **Gaya tetap, massa diperbesar:** percepatan makin kecil ($a \propto 1/m$). Troli berisi penuh lebih sulit dipercepat daripada troli kosong.
- **Arah percepatan** selalu searah dengan resultan gaya.

Penerapan: Gaya Berat

Benda yang jatuh bebas hanya dipengaruhi gaya beratnya, sehingga percepatannya adalah percepatan gravitasi ($a = g$). Dengan Hukum II Newton diperoleh:

$$w = m \times g$$

Massa (kg) tetap di mana pun, sedangkan berat (N) bergantung pada gravitasi setempat.

Langkah Menyelesaikan Soal

- (1) Gambar diagram gaya pada benda, (2) tentukan arah positif, (3) hitung resultan gaya (searah dikurangi berlawanan), (4) gunakan $\Sigma F = m \times a$.



CONTOH SOAL HUKUM II NEWTON

Soal 1

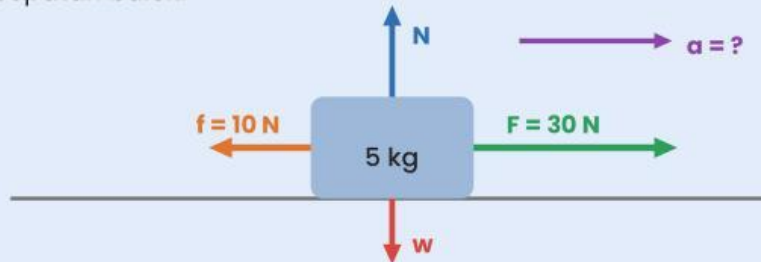
Sebuah balok bermassa 4 kg berada di atas lantai mendatar sebesar 20 N. Tentukan percepatan balok!

Penyelesaian: $m = 4 \text{ kg}$, $F = 20 \text{ N}$ (tanpa gesekan)
 $a = \Sigma F / m = 20 / 4 = 5 \text{ m/s}^2$

licin, kemudian ditarik dengan gaya

Soal 2

Balok bermassa 5 kg ditarik dengan gaya 30 N ke kanan. Pada balok bekerja gaya gesek 10 N ke kiri. Tentukan percepatan balok!



Penyelesaian: $\Sigma F = F - f = 30 - 10 = 20 \text{ N}$
 $a = \Sigma F / m = 20 / 5 = 4 \text{ m/s}^2$ (ke kanan)

Soal 3

Seorang bermassa 60 kg berada di dalam lift yang bergerak naik dengan percepatan 2 m/s^2 . Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, tentukan gaya normal lantai lift pada orang tersebut!

Penyelesaian: lift dipercepat ke atas, maka $\Sigma F = N - w = m \times a$
 $N = m \times a + m \times g = (60 \times 2) + (60 \times 10) = 120 + 600 = 720 \text{ N}$

Soal 4

Gaya sebesar 50 N menyebabkan sebuah benda di lantai licin mengalami percepatan $2,5 \text{ m/s}^2$. Berapakah massa benda tersebut?

Penyelesaian: $m = \Sigma F / a = 50 / 2,5 = 20 \text{ kg}$



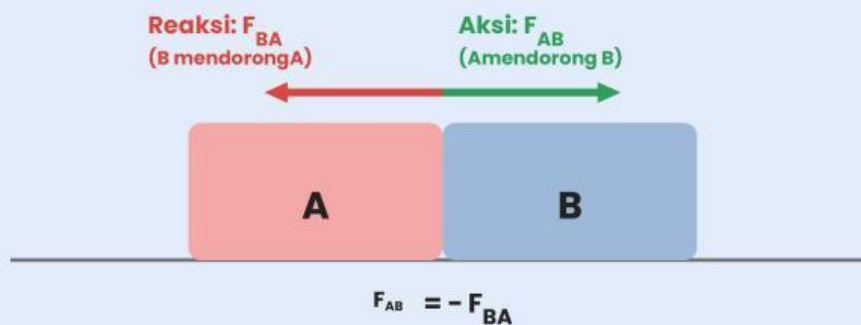
D. HUKUM III NEWTON

Hukum III Newton menyatakan bahwa **jika benda A memberikan gaya pada benda B (aksi), maka benda B akan memberikan gaya pada benda A (reaksi) yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan.**

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

$$\text{atau } F_{AB} = -F_{BA}$$

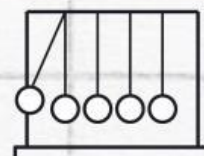
Ilustrasi Pasangan Aksi-Reaksi



Ketika A mendorong B ke kanan, B juga mendorong A ke kiri dengan gaya yang sama besar.

Ciri-Ciri Pasangan Aksi-Reaksi

- Besarnya sama dan arahnya saling berlawanan.
- Bekerja pada **dua benda yang berbeda**, sehingga tidak saling meniadakan.
- Sejenis (misalnya sama-sama gaya sentuh atau sama-sama gaya gravitasi) dan bekerja pada satu garis kerja.
- Muncul dan hilang secara bersamaan.





CONTOH PENERAPAN HUKUM III

- **Berjalan:** kaki mendorong tanah ke belakang (aksi), tanah mendorong kaki ke depan (reaksi).
- **Berenang/mendayung:** tangan atau dayung mendorong air ke belakang, air mendorong pelaku ke depan.
- **Roket:** gas panas disemburkan ke bawah, roket terdorong ke atas.
- **Balon udara yang dilepas:** udara keluar ke belakang, balon melesat ke depan.
- **Menendang bola:** kaki mendorong bola, bola mendorong balik kaki.

Gaya Seimbang $\neq$ Pasangan Aksi-Reaksi

Buku diam di atas meja. Gaya berat (w) dan gaya normal (N) sama besar dan berlawanan arah, tetapi **bukan** pasangan aksi-reaksi karena keduanya bekerja pada benda yang sama, yaitu buku.

Hukum I (seimbang)

Gaya-gaya bekerja pada **satu benda** yang sama, resultannya nol.
Contoh: w dan N pada buku.

Hukum III (aksi-reaksi)

Gaya-gaya bekerja pada **dua benda berbeda** dan tidak saling meniadakan.
Contoh: buku menekan meja, meja mendorong buku.

RANGKUMAN

Hukum I – Benda tetap diam atau GLB bila resultan gaya nol. ($\Sigma F = 0$)

Hukum II – Percepatan sebanding dengan resultan gaya dan berbanding terbalik dengan massa. ($\Sigma F = m \times a$)

Hukum III – Aksi dan reaksi sama besar, berlawanan arah, pada dua benda. ($F_{aksi} = -F_{reaksi}$)





LATIHAN SOAL

1. Sebutkan bunyi Hukum I Newton, lalu berikan dua contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari!
2. Sebuah benda bermassa 6 kg didorong dengan gaya 24 N pada bidang licin. Hitunglah percepatan benda!
3. Mobil bermassa 1.000 kg bergerak dengan percepatan 2 m/s^2 . Berapakah resultan gaya yang bekerja pada mobil?
4. Gaya 15 N ke kanan dan 5 N ke kiri bekerja pada balok bermassa 2 kg di lantai licin. Tentukan percepatan balok!
5. Mengapa pasangan gaya aksi-reaksi tidak saling meniadakan, padahal besarnya sama dan arahnya berlawanan?
6. Seorang siswa bermassa 50 kg berada di dalam lift yang bergerak turun dengan percepatan 2 m/s^2 . Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, hitunglah gaya normal lantai lift pada siswa tersebut!

Kunci Jawaban

1. Benda tetap diam atau bergerak lurus beraturan bila resultan gaya sama dengan nol.
Contoh: penumpang terdorong ke depan saat bus direm; koin tetap jatuh ke gelas saat kartu disentil.
2. $a = F / m = 24 / 6 = 4 \text{ m/s}^2$.
3. $\Sigma F = m \times a = 1.000 \times 2 = 2.000 \text{ N}$.
4. $\Sigma F = 15 - 5 = 10 \text{ N}$; $a = 10 / 2 = 5 \text{ m/s}^2$ (ke kanan).
5. Karena kedua gaya bekerja pada benda yang berbeda, sedangkan resultan hanya dihitung untuk gaya-gaya pada satu benda.
6. Lift turun dipercepat: $w - N = m \times a$, sehingga $N = m(g - a) = 50 \times (10 - 2) = 400 \text{ N}$.