

# Momentum dan Impuls

## A. MOMENTUM DAN IMPULS

**Momentum** adalah ukuran kesukaran untuk menghentikan suatu benda yang bergerak.

**Momentum** adalah hasil kali massa benda dengan kecepatan benda pada waktu tertentu, dan termasuk besaran vektor.

**Momentum** dapat dirumuskan:

$$\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{v}$$

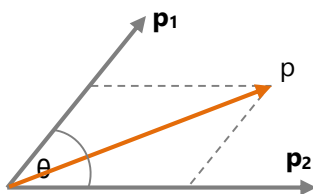
$p$  = momentum (N.s)  
 $m$  = massa benda (kg)  
 $v$  = kecepatan benda (m/s)

**Resultan momentum** bila momentum yang dikerjakan benda lebih dari satu berdasarkan konsep vektor:

1) Momentum membentuk sudut siku-siku

$$p = \sqrt{p_x^2 + p_y^2}$$

2) Momentum tidak membentuk sudut siku-siku



$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 \cdot p_2 \cdot \cos\theta}$$

**Impuls** adalah perubahan momentum atau gaya yang mengubah suatu momentum (gaya impulsif).

**Impuls** adalah hasil kali gaya impulsif dengan selang waktu gaya tersebut bekerja, dan termasuk besaran vektor.

**Impuls** dapat dirumuskan:

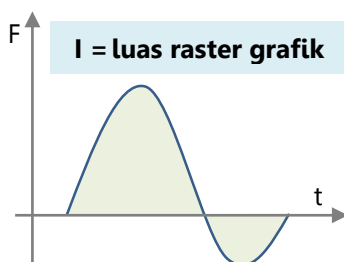
$$\mathbf{I} = \mathbf{F} \cdot \Delta t$$

$I$  = impuls (Ns)  
 $F$  = gaya impulsif (N)  
 $\Delta t$  = selang waktu gaya (s)

**Impuls** pada gaya yang berubah-ubah dapat dirumuskan:

$$I = \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt$$

**Impuls** pada grafik hubungan F-t:



**Momentum dan impuls** memiliki hubungan berdasarkan hukum Newton II.

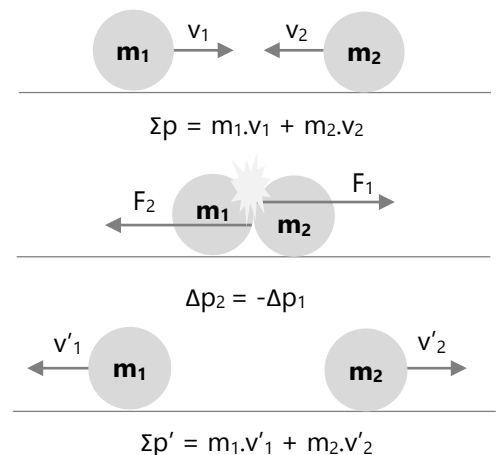
$$\mathbf{I} = \Delta \mathbf{p} \quad \mathbf{I} = \mathbf{p}_2 - \mathbf{p}_1$$

**Dari persamaan atas**, maka gaya pada momentum dan impuls dapat dirumuskan:

$$\mathbf{F} = \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t} = \frac{\Delta m \mathbf{v}}{\Delta t}$$

## B. HUKUM KEKEKALAN MOMENTUM

**Hukum kekekalan momentum** linear dapat dirumuskan melalui kejadian-kejadian berikut:



**Dari kejadian-kejadian diatas**, suatu benda atau sistem dapat memiliki kekekalan momentum (tanpa pengaruh luar) jika:

$$\Sigma p_{\text{awal}} = \Sigma p_{\text{akhir}}$$

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

## C. TUMBUKAN

**Tumbukan** adalah proses pertemuan dua benda bermassa yang memiliki momentum.

**Koefisien restitusi (e)** adalah ukuran kelentingan suatu tumbukan, pada tumbukan satu dimensi dapat dirumuskan:

$$e = - \frac{\Delta v'}{\Delta v} = - \frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1}$$

**Tumbukan satu dimensi** terdiri dari tiga macam, yaitu lenting sempurna, lenting sebagian, dan tak lenting sama sekali.

**Tumbukan lenting sempurna (elastis)** adalah tumbukan dimana:

1) **Hukum kekekalan** momentum dan energi kinetik berlaku.

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

$$\frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2}m_1 \cdot v'^2_1 + \frac{1}{2}m_2 \cdot v'^2_2$$

- 2) **Energi kinetik** tidak ada yang hilang.
- 3) **Koefisien restitusi**  $e = 1$ .

Contoh:

Dua buah benda yang sedang bergerak saling bertumbuk kemudian bergerak berbeda arah.

 **Tumbukan lenting sebagian** adalah tumbukan dimana:

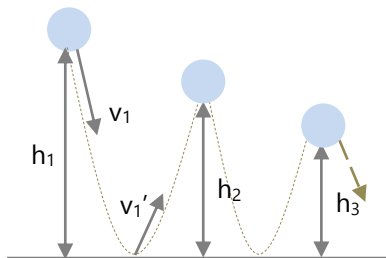
- 1) **Hukum kekekalan** momentum berlaku, energi kinetik tidak.

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

- 2) **Energi kinetik** ada yang hilang.
- 3) **Koefisien restitusi**  $0 < e < 1$ .

Contoh:


Bola dipantulkan ke lantai.



Karena kecepatan lantai nol, dan kecepatan bola dipengaruhi gravitasi maka:

$$e = \sqrt{\frac{h'}{h}}$$

$$v' = \sqrt{2gh}$$

 **Tumbukan tak lenting sama sekali (inelastis)** adalah tumbukan dimana:

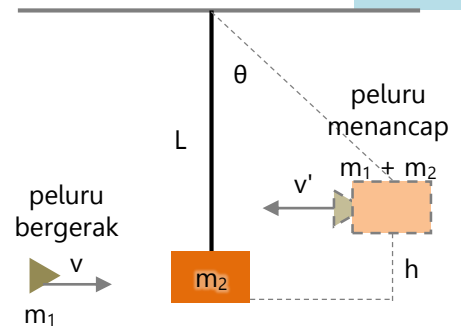
- 1) **Setelah benda menumbuk**, keduanya menempel menjadi satu, bergerak dengan arah dan kecepatan yang sama ( $v'_1 = v'_2 = v'$ ).
- 2) **Hukum kekekalan momentum** berlaku, energi kinetik tidak.

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2)v'$$

- 3) **Energi kinetik** ada yang hilang.
- 4) **Koefisien restitusi**  $e = 0$ .

Contoh:

Peluru ditembakkan ke ayunan balistik dengan tali sepanjang  $L$  yang terikat dengan balok, sehingga balok bergerak dan naik setinggi  $h$ :



Karena kecepatan awal balok nol, dan kecepatan balok dipengaruhi gravitasi maka:

$$\frac{L}{L - h} = \cos\theta$$

$$v' = \sqrt{2gh}$$