

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:

$$p = m \cdot v$$

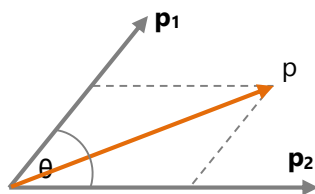
p = momentum (N.s)
 m = massa benda (kg)
 v = kecepatan benda (m/s)

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:

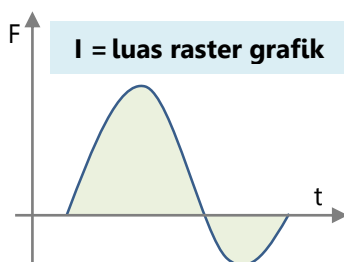
$$I = F \cdot \Delta t$$

I = impuls (Ns)
 F = gaya impulsif (N)
 Δt = 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.

$$I = \Delta p$$

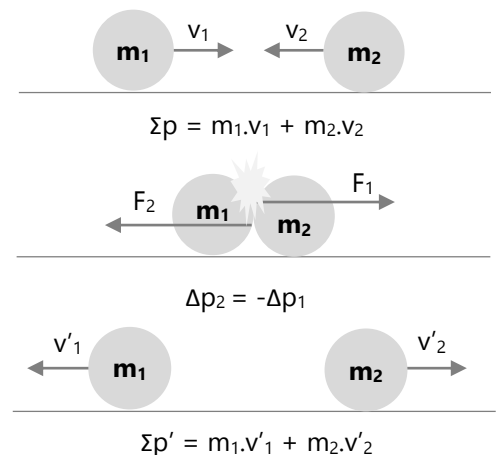
$$I = p_2 - p_1$$

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

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta mv}{\Delta t}$$

B. HUKUM KEKALKAN MOMENTUM

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



$$\Sigma p' = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

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

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

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

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.

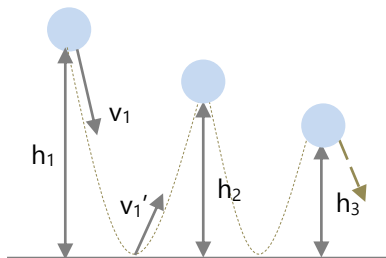
$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

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.

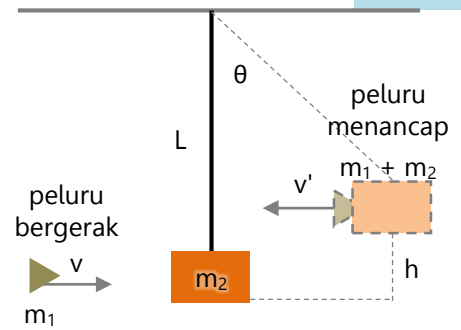
$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2)v'$$

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:

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

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