

$$\eta = \frac{P_{\text{masuk}}}{P_{\text{keluar}}} \times 100\%$$

Keterangan:

$\eta$  = efisiensi daya

$P_{\text{masuk}}$  = daya masukan (W)

$P_{\text{keluar}}$  = daya keluaran (W)

## E MOMENTUM DAN IMPULS

### 1. Momentum

Benda yang bergerak dengan kecepatan tertentu dikatakan memiliki momentum. Jika benda bermassa  $m$  bergerak dengan kecepatan  $v$  ke satu arah maka besarnya momentum benda tersebut adalah:

$$p = mv$$

Keterangan:

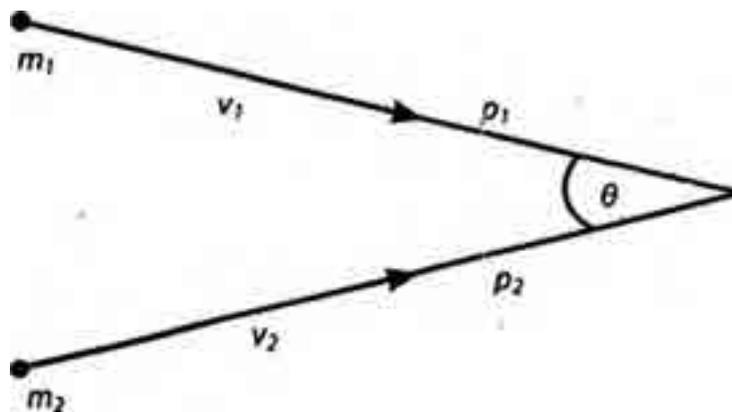
$p$  = momentum benda (kg.m/s)

$m$  = massa (kg)

$v$  = kecepatan (m/s)

*Momentum* adalah besaran vektor dan satuannya adalah  $kg\ m\ s^{-1}$ . Penjumlahan momentum harus ditentukan berdasarkan penjumlahan vektor. Jika vektor momentum  $p_1$  dan  $p_2$  yang membentuk sudut  $\theta$  dijumlahkan, nilai resultannya adalah:

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2 \cos \theta}$$



## 2. Impuls

Jika bola yang sedang meluncur ditendang maka arah gerak dan kecepatannya akan berubah. Kejadian ini berkaitan dengan impuls dan perubahan momentum.

*Impuls* adalah gaya yang bekerja pada benda dalam waktu singkat. Impuls ( $I$ ) dinyatakan sebagai hasil kali gaya  $F$  dan selang waktu  $\Delta t$ .

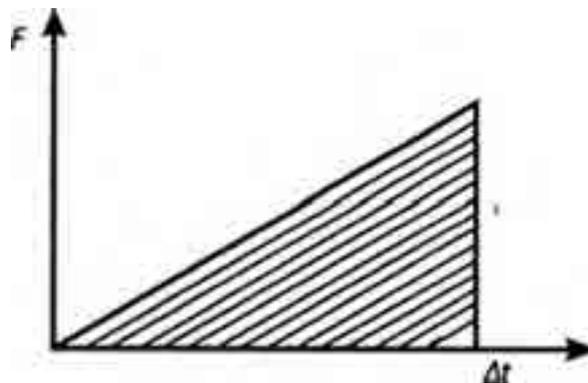
$$I = F \Delta t$$

Gaya yang bekerja pada benda menyebabkan perubahan arah gerak atau kecepatan, sedangkan impuls menyebabkan perubahan momentum. Jadi, impuls dapat dituliskan sebagai perubahan

momentum atau dengan kata lain momentum akhir dikurangi momentum awal.

$$I = \Delta p = p_{akhir} - p_{awal}$$

Jika gaya yang diberikan pada benda dan waktu kontak gaya digambarkan dalam grafik akan dihasilkan grafik gaya terhadap waktu ( $F-t$ ). Dari grafik tersebut kita dapat menentukan besar impuls yang merupakan luas daerah di bawah kurva (luas daerah yang diarsir).



### 3. Hukum kekekalan momentum

Jika dua benda bertumbukan, momentum total sebelum dan sesudah tumbukan selalu tetap. Kenyataan ini diungkapkan dalam hukum kekekalan momentum sebagai berikut.

---

*Pada peristiwa tumbukan, jumlah momentum benda-benda sebelum tumbukan sama dengan jumlah momentum benda-benda sesudah tumbukan, asalkan tidak ada gaya luar yang bekerja pada benda-benda itu.*

---

- Hukum kekekalan momentum dinyatakan sebagai berikut.

*momentum total sebelum tumbukan = momentum total sesudah tumbukan*

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

Keterangan:

$p_1$  = momentum benda 1 sebelum tumbukan  
(kg.m/s)

$p_2$  = momentum benda 2 sebelum tumbukan  
(kg.m/s)

$p_1'$  = momentum benda 1 sesudah tumbukan  
(kg.m/s)

$p_2'$  = momentum benda 2 sesudah tumbukan  
(kg.m/s)

$m_1$  = massa benda 1 (kg)

$m_2$  = massa benda 2 (kg)

$v_1$  = kecepatan benda 1 sebelum tumbukan (m/s)

$v_2$  = kecepatan benda 2 sebelum tumbukan (m/s)

$v_1'$  = kecepatan benda 1 sesudah tumbukan (m/s)

$v_2'$  = kecepatan benda 2 sesudah tumbukan (m/s)

Walaupun dalam hukum kekekalan momentum disebutkan bahwa momentum kekal pada peristiwa tumbukan, tetapi kita bisa menggunakan hukum kekekalan momentum pada interaksi antara dua benda. Benda yang pecah akibat

ledakan, peluru yang ditembakkan senapan, atau orang melompat dari perahu dapat dianalisis menggunakan hukum kekekalan momentum.

#### **4. Tumbukan lenting sempurna**

Pada setiap tumbukan berlaku hukum kekekalan momentum. Namun, energi kinetik benda bisa saja berkurang karena berubah menjadi bentuk energi lain seperti panas atau bunyi. Tumbukan semacam ini disebut *tumbukan tak lenting*. Jika energi kinetik tetap sebelum dan sesudah tumbukan maka tumbukannya disebut *tumbukan lenting sempurna*.

Pada tumbukan lenting sempurna, energi kinetik tidak berubah sebelum dan sesudah tumbukan. Persamaan yang berlaku:

$$v_1' - v_2' = v_2 - v_1$$

#### **5. Tumbukan tak lenting**

Pada tumbukan tak lenting, energi kinetik benda yang bertumbukan berkurang (atau hilang) sesudah tumbukan. Secara fisik, pada tumbukan tak lenting sama sekali kedua benda akan bergabung setelah bertumbukan. Persamaan yang berlaku:

$$v_1' = v_2' = v'$$

Persamaan ini dapat digunakan dalam penyelesaian masalah tumbukan lenting sempurna bersama dengan hukum kekekalan momentum.

## 6. Tumbukan lenting sebagian

Pada tumbukan lenting sebagian juga terdapat sebagian energi yang hilang. Pada tumbukan ini, energi kinetik sesudah tumbukan lebih kecil daripada energi kinetik sebelum tumbukan. Persamaan yang berlaku:

$$v_1' - v_2' < v_2 - v_1$$

Dari sini kita dapat mendefinisikan suatu koefisien yang disebut koefisien restitusi. Koefisien restitusi ( $e$ ) dirumuskan sebagai berikut.

$$e = \frac{-(v_2' - v_1')}{(v_2 - v_1)}$$

Koefisien restitusi memiliki nilai  $0 < e < 1$  (nilai  $e$  berkisar antara 0 dan 1). Koefisien restitusi menyatakan derajat kelentingan suatu tumbukan.

Berdasarkan nilai koefisien restitusinya, tumbukan digolongkan dalam tiga macam, yaitu:

1. jika  $e = 1$ , tumbukan lenting sempurna,
2. jika  $e = 0$ , tumbukan tak lenting sama sekali,
3. jika  $0 < e < 1$ , tumbukan lenting sebagian.