

The background of the slide features a person in a dark suit and white shirt, holding a thick, old book. The person is standing against a dark green background filled with faint, glowing mathematical formulas and diagrams. Visible formulas include $a \times b$, $P = 2l + 2w$, $|a \times b|$, and θ . There are also coordinate axes and geometric shapes like circles and squares. The overall aesthetic is academic and scientific.

FISIKA DASAR

*Pertemuan 6, Rabu 21 Oktober 2020
Program Studi Informatika
Universitas Pembangunan Jaya*

MOMENTUM IMPULS TUMBUKAN

Pengantar

- ❑ Momentum dan Impuls dalam pembahasan fisika adalah sebagai satu kesatuan karena Momentum dan Impuls dua besaran yang setara
 - ❑ Dua besaran dikatakan setara seperti Momentum dan Impuls bila memiliki satuan Sistem Internasional (SI) sama atau juga dimensi sama
-

Momentum

- ❑ Momentum merupakan sebagai ukuran kesunggaran sesuatu benda di gerakan maupun di berhentikan
- ❑ Momentum sering disebut sebagai jumlah gerak
- ❑ Momentum suatu benda yang bergerak didefinisikan sebagai hasil perkalian antara massa dengan kecepatan benda
- ❑ Secara matematis dirumuskan

$$P = m \cdot v$$

P = momentum (kg m/s)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan benda (m/s)

Momentum

- ❑ Berdasarkan persamaan di atas Massa m merupakan besaran skalar dan kecepatan v adalah besaran vektor, berarti momentum merupakan besaran vektor. Dimana arah p searah dengan arah vektor kecepatan (v).
 - ❑ Jadi momentum adalah besaran yang dimiliki oleh sebuah benda atau partikel yang bergerak.
-

Contoh soal

1. Sebuah benda bermassa 1 ton, bergerak dengan kecepatan 90 km/jam. Berapa momentum yang dimiliki benda tersebut?

Jawab:

Diketahui:

$$m = 1 \text{ ton} \rightarrow 1000 \text{ kg}$$

$$V = 90 \text{ km/jam} \rightarrow 25 \text{ m/s}$$

$$P = \text{.....?}$$

$$P = m \cdot v = 1000 \cdot 25 = 25.000 \text{ Ns}$$

Impuls

- ❑ Impuls adalah peristiwa gaya yang bekerja pada benda dalam waktu hanya sesaat. Atau Impuls adalah peristiwa bekerjanya gaya dalam waktu yang sangat singkat
- ❑ Contoh : peristiwa seperti bola ditendang, bola tenis dipukul karena pada saat tendangan dan pukulan, gaya yang bekerja sangat singkat
- ❑ Impuls didefinisikan sebagai hasil kali gaya dengan waktu yang dibutuhkan gaya tersebut bekerja
- ❑ Secara matematis dirumuskan

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

I = impuls (Ns)

F = Gaya (N)

Δt = waktu (s)

Impuls

- ❑ Impuls merupakan besaran vektor
 - ❑ Pengertian impuls biasanya dipakai dalam peristiwa besar di mana $F \gg$ dan $t \ll$
 - ❑ Jika gaya F tidak tetap (F fungsi dari waktu), maka rumus $I = F \cdot \Delta t$ tidak berlaku
 - ❑ Impuls dapat dihitung juga dengan cara menghitung luas kurva dari grafik F vs waktu t
-

Contoh soal

1. Sebuah bola ditendang dengan gaya sebesar 48N dalam waktu 0,8 sekon. Berapakah besar impuls pada saat kaki menyentuh bola.

Jawab :

Diketahui :

$$F = 48\text{N}$$

$$\Delta t = 0,8 \text{ s}$$

$$I = \text{.....?}$$

$$I = F \cdot \Delta t = 48 \times 0,8 = 38,4 \text{ Ns}$$

Impuls sama dengan perubahan momentum

- ❑ Suatu artikel yang bermassa m bekerja gaya F yang konstan, maka setelah waktu Δt partikel tersebut bergerak dengan kecepatan $V_t = V_o + a \Delta t$ seperti halnya materi GLBB (gerak lurus berubah beraturan)

- ❑ Menurut hukum ke-2 Newton :

$$F = m \cdot a$$

- ❑ Dengan substitusi kedua persamaan tersebut maka diperoleh :

$$I = F \cdot \Delta t = m \cdot v_2 - m \cdot v_1$$

m = massa (kg)

v_1 = kecepatan awal (m/s)

v_2 = kecepatan akhir (m/s)

Contoh soal

1. Sebuah benda diam yang memiliki massa 500 g, setelah mendapat gaya, kecepatannya 25 m/s. Berapa besar impuls tersebut?

Jawab :

Diketahui :

$$m = 500 \text{ g} \rightarrow 0,5 \text{ kg}$$

$$V_2 = 25 \text{ m/s}$$

$$V_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$I = m \cdot V_2 - m \cdot V_1 = 0,5 \cdot 25 - 0,5 \cdot 0 = 12,5 \text{ Ns}$$

Hubungan antara Impuls dan Momentum

12

- ❑ Besarnya impuls sangat sulit untuk diukur secara langsung.
Namun, ada cara yang lebih mudah untuk mengukur impuls yaitu dengan bantuan momentum
- ❑ Berdasarkan hukum Newton II, apabila suatu benda dikenai suatu gaya, benda akan dipercepat
- ❑ Besarnya percepatan rata-rata adalah

$$a = F / m$$

Hubungan antara Impuls dan Momentum

- Sehingga terdapat hubungan antara impuls dan momentum

$$\begin{aligned} F / m &= (v - v_0) / \Delta t \\ F \cdot \Delta t &= m (V - V_0) \\ I &= m \cdot V_1 - m \cdot V_2 \\ I &= p - p_0 \\ I &= \Delta p \end{aligned}$$

I = Impuls

Δp = Perubahan Momentum

- Dari persamaan di atas dapat dikatakan bahwa impuls yang dikerjakan pada suatu benda sama dengan perubahan momentumnya
-

Hubungan antara Impuls dan Momentum

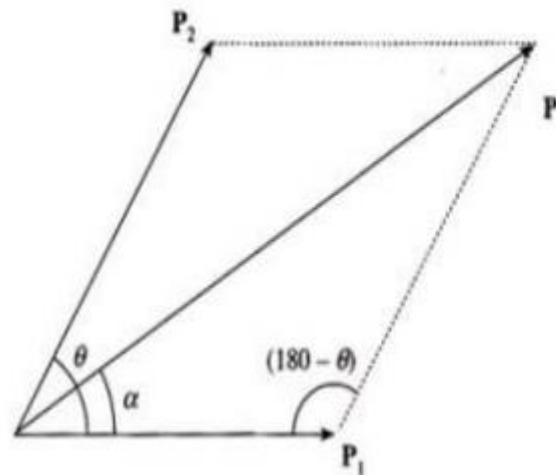
14

- Penjumlahan momentum mengikuti aturan penjumlahan vektor, secara matematis

$$\mathbf{p} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$$

Jika dua vektor momentum \mathbf{p}_1 dan \mathbf{p}_2

Penjumlahan momentum mengikuti aturan penjumlahan vektor.



Besar vektor resultan momentum (Aturan cosinus)

$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2 \cdot P_1 \cdot P_2 \cos \theta}$$

Arah vektor resultan momentum (Aturan sinus)

$$\frac{P}{\sin (180 - \theta)} = \frac{P_2}{\sin \alpha}$$
$$\sin \alpha = \frac{P_2}{P} \sin \theta$$

θ = sudut antara kedua momentum

α = sudut resultan momentum terhadap P_1

P = besar resultan momentum

Contoh soal

1. Dalam sebuah permainan sepak bola, seorang pemain melakukan tendangan pinalti. Tepat setelah ditendang bola melambung dengan kecepatan 60 m/s . Bila gaya bendanya 300 N dan sepatu pemain menyentuh bola selama $0,3 \text{ s}$ maka tentukan :
 - a. Impuls yang bekerja pada bola
 - b. Perubahan momentumnya
 - c. Massa bola
-

Lanjutan ...

Jawab :

$$V_0 = 60 \text{ m/s}$$

$$F = 300 \text{ N}$$

$$\Delta t = 0,3 \text{ s}$$

- a. Impuls yang bekerja pada bola sebesar : $I = F \cdot \Delta t = 300 \cdot 0,3 = 90 \text{ Ns}$
- b. Perubahan momentum bola sama dengan besarnya impuls yang diterima : $\Delta p = 90 \text{ kg m/s}$
- c. Massa bola dapat ditentukan dengan hubungan berikut

$$\Delta p = I$$

$$m \cdot \Delta v = 90$$

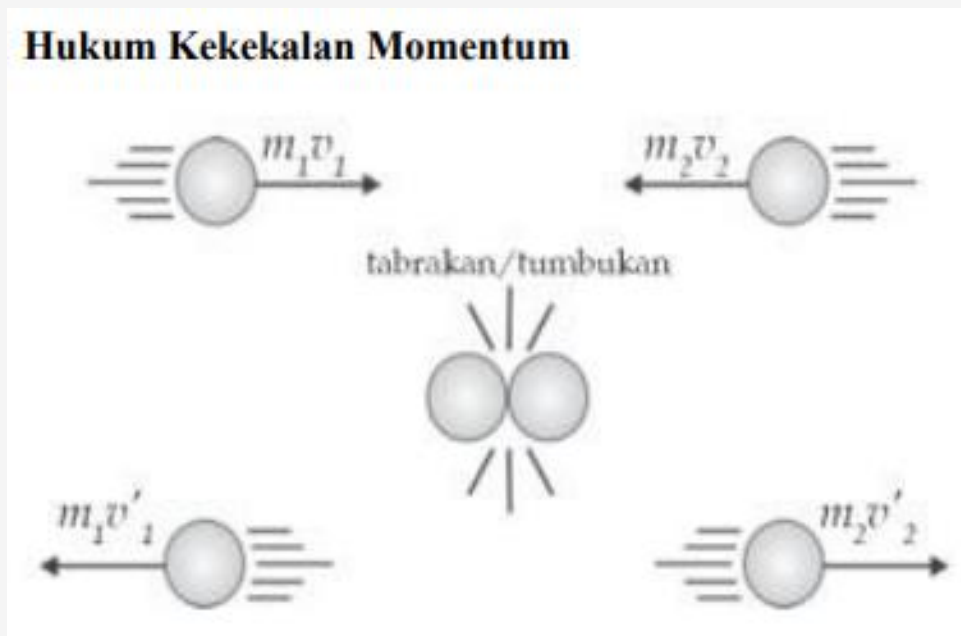
$$m \cdot (60-0) = 90$$

$$m = 90/60$$

$$m = 1,5 \text{ kg}$$

Hukum kekekalan momentum

- ❑ Hukum Kekekalan Momentum menyatakan bahwa *“jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sesaat sebelum sama dengan momentum total sesudah tumbukan”*. ketika menggunakan persamaan ini, kita harus memerhatikan arah kecepatan tiap benda



Hukum kekekalan momentum

- ❑ Hasil eksperimen yang dilakukan oleh Huygens menjelaskan tentang hukum kekekalan momentum sebagai berikut

Dua buah bola pada gambar diatas bergerak berlawanan arah saling mendekati. Bola pertama massanya m_1 , bergerak dengan kecepatan v_1 . Sedangkan bola kedua massanya m_2 bergerak dengan kecepatan v_2 . Jika kedua bola berada pada lintasan yang sama dan lurus, maka pada suatu saat kedua bola akan bertabrakan

- ❑ Dengan memperhatikan analisis gaya tumbukan bola pada gambar diatas ternyata sesuai dengan pernyataan hukum Newton III. Kedua bola akan saling menekan dengan gaya F yang sama besar, tetapi arahnya berlawanan. Akibat adanya gaya aksi dan reaksi dalam selang waktu Δt tersebut, kedua bola akan saling melepaskan diri dengan kecepatan masing-masing sebesar v_1 dan v_2 . Penurunan rumus secara umum dapat dilakukan dengan meninjau gaya interaksi saat terjadi tumbukan berdasarkan hukum Newton III

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

Hukum kekekalan momentum

- Impuls yang terjadi selama interval waktu Δt adalah $F_1 \Delta t = - F_2 \Delta t$. Diketahui bahwa $I = F \Delta t = \Delta p$, maka persamaannya menjadi seperti berikut.

$$\begin{aligned}\Delta p_1 &= - \Delta p_2 \\ m_1 v_1 - m_1 v'_1 &= - (m_2 v_2 - m_2 v'_2) \\ m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \\ p_1 + p_2 &= p'_1 + p'_2\end{aligned}$$

Jumlah Momentum Awal = Jumlah Momentum Akhir

Keterangan :

p_1, p_2 = momentum benda 1 dan 2 sebelum tumbukan

p'_1, p'_2 = momentum benda 1 dan 2 sesudah tumbukan

m_1, m_2 = massa benda 1 dan 2

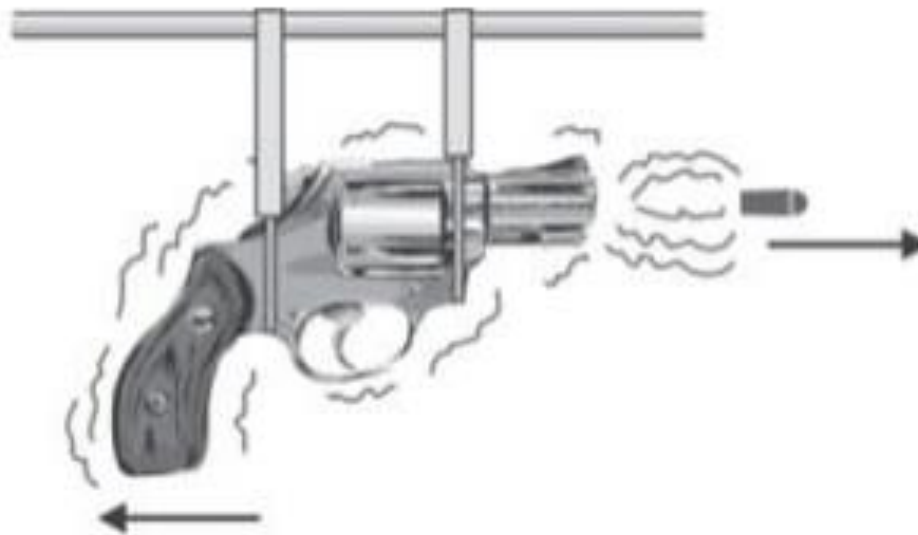
v_1, v_2 = kecepatan benda 1 dan 2 sebelum tumbukan

v'_1, v'_2 = kecepatan benda 1 dan 2 sesudah tumbukan

Contoh aplikasi

Hukum kekekalan momentum

Contoh aplikasi dari hukum kekekalan momentum adalah PISTOL dan ROKET. Pada Gambar tampak sebuah pistol yang digantung pada seutas tali. Saat peluru ditembakkan ke kanan dengan alat jarak jauh seperti remote, senapan akan tertolak ke kiri. Percepatan yang diterima oleh pistol ini berasal dari gaya reaksi peluru pada pistol (**hukum Newton III**).



Contoh soal

1. Sebuah peluru dengan massa 50 g dan kecepatan 1.400 m/s mengenai dan menembus sebuah balok dengan massa 250 kg yang diam di bidang datar tanpa gesekan. Jika kecepatan peluru setelah menembus balok 400 m/s, maka hitunglah kecepatan balok setelah tertembus peluru!

Jawab :

Diketahui :

$$m_1 = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg}$$

$$V_1 = 1.400 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 0$$

$$V''_1 = 400 \text{ m/s}$$

$$V''_2 = \text{.....?}$$

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

$$0,05 \cdot 1.400 + 250 \cdot 0 = 0,05 \cdot 400 + 250 \cdot v''_2$$

$$70 = 20 + 250 v''_2$$

$$v''_2 = (70 - 20) : 250$$

$$v''_2 = 0,2 \text{ m/s}$$

Tumbukan

- ❑ Tumbukan atau lentingan bisa dikatakan juga sebagai pantulan, karna terjadi pada dua buah benda yang saling berpadu dan memantul akibat dari paduan tersebut
 - ❑ Salah satu tumbukan adalah tumbukan sentral
 - ❑ **Tumbukan sentral** adalah tumbukan yang terjadi bila titik pusat benda yang satu menuju ke titik pusat benda yang lain
 - ❑ Peristiwa tumbukan antara dua buah benda dapat keduanya bergerak saling menjahui. Ketika benda tersebut mempunyai kecepatan dan massa, maka benda itu pasti memiliki momentum ($p = m \cdot v$) dan juga Energi kinetik ($EK = \frac{1}{2} m \cdot v^2$)
-

Tumbukan

- ❑ Tumbukan dibedakan menjadi beberapa jenis :
 1. Tumbukan lenting sempurna
 2. Tumbukan lenting sebagian
 3. Tumbukan tidak lenting sama sekali

- ❑ Perbedaan tumbukan-tumbukan tersebut dapat diketahui berdasarkan nilai koefisien tumbukan (koefisien restitusi) dari dua benda yang bertumbukan

$$e = - (v_2' - v_1') / v_2 - v_1$$

Contoh soal

- Sebuah mobil mainan bermassa 1 kg mula-mula bergerak ke kanan dengan kelajuan 10 m/s. Mobil mainan tersebut menabrak mobil kedua yang bermassa 1,5 kg yang bergerak dengan kecepatan 5 m/s. Berapakah kecepatan mobil mainan ini setelah tumbukan jika tumbukan dianggap tumbukan lenting sempurna?

Jawab:

Diketahui: $m_1 = 1 \text{ kg}$
 $v_1 = 10 \text{ m/s}$
 $v_1' = \dots?$

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

$$1 = \frac{-(v_1' - v_2')}{10 - 5}$$

$$1 = \frac{(v_1' + v_2')}{5}$$

$$5 = -v_1' + v_2' \dots (i)$$

$$\begin{array}{l} 5 \\ 17,5 \end{array} = \begin{array}{l} -v_1' + v_2' \\ v_1' + 1,5 v_2' \end{array} +$$

$m_2 = 1,5 \text{ kg}$
 $v_2 = 5 \text{ m/s}$
 $v_2' = \dots?$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$1 \cdot 10 + 1,5 \cdot 5 = 1 \cdot v_1' + 1,5 \cdot v_2'$$

$$10 + 7,5 = v_1' + 1,5 v_2'$$

$$17,5 = v_1' + 1,5 v_2' \dots (ii)$$

$$22,5 = 0 + 2,5 \cdot v_2'$$

$$22,5 = 2,5 \cdot v_2'$$

$$\frac{22,5}{2,5} = v_2'$$

$$9 \text{ m/s} = v_2'$$

$$5 = -v_1' + v_2'$$

$$5 = -v_1' + 9$$

$$v_1' = 9 - 5$$

$$v_1' = 4 \text{ m/s}$$