

Pertemuan 5: IFA 103 (2 SKS)

FISIKA DASAR **(Impuls dan Momentum)**

Oleh Wayan Suparta, PhD

Prodi Informatika
Universitas Pembangunan Jaya



IMPULS DAN MOMENTUM

Sub Pokok Bahasan:

1. Pengertian Impuls dan Momentum
2. Hukum Kekekalan Momentum
3. Tumbukan

Capaian Pembelajaran:

- Mampu memahami dan menerapkan konsep Momentum dan Impuls;
- Mampu memahami dan menerapkan konsep momentum pada peristiwa tumbukan beserta jenis-jenisnya Impuls.

1. Pengertian Impuls

Impuls, hasil perkalian antara gaya dan selang waktu saat gaya bekerja.

$$\vec{F}\Delta t = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

$$\vec{I} = \vec{F}\Delta t$$

Keterangan:

F = gaya (N) I = Impuls (Ns)

Δt = selang waktu (s)

v_1 = kecepatan awal

v_2 = kecepatan akhir

2. Pengertian Momentum

Momentum suatu objek adalah hasil perkalian antara massa dan kecepatan objek tersebut pada saat tertentu. Momentum merupakan besaran vektor.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Keterangan:

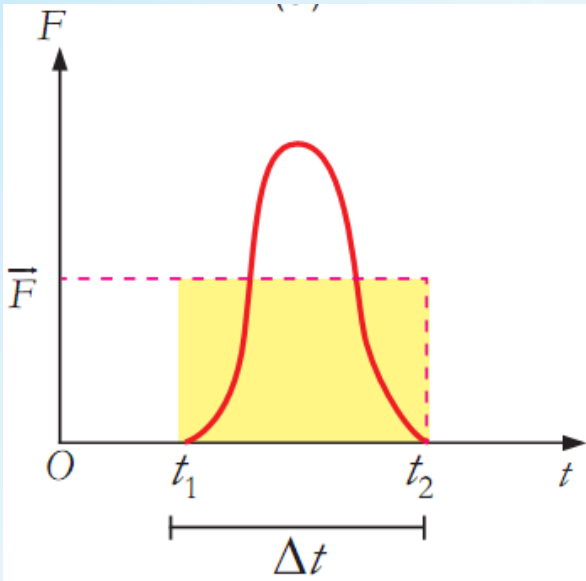
p = momentum(kg m/s)

m = massa (kg)

v = kecepatan (m/s)

No.	Ilustrasi	Keterangan
1.		Kecepatan A dan B (v) sama, sedangkan massanya (m) berbeda $v_A = v_B$ $m_A = 2m_B$ Benda A memiliki momentum lebih besar dari benda B
2.		Massa (m) A dan B sama, kecepatan (v) berbeda $m_A = m_B$ $v_B = 2v_A$ Benda B memiliki momentum lebih besar dari benda A

3. Hubungan Momentum dan Impuls



Impuls adalah perubahan momentum. Secara matematis ditulis dengan:

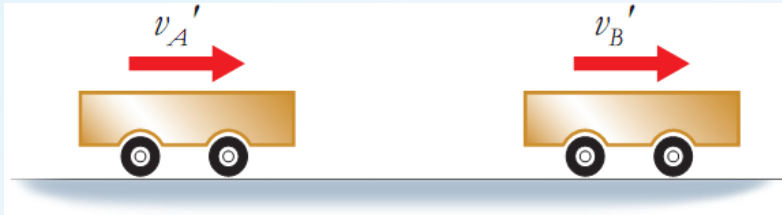
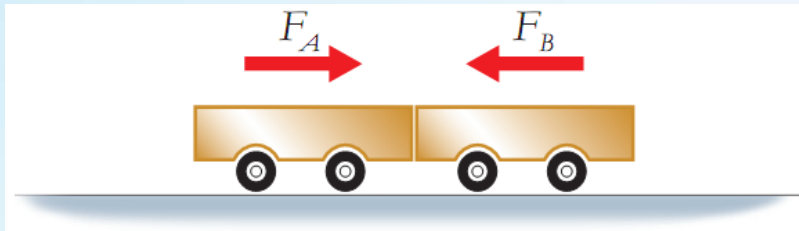
$$\vec{F}\Delta t = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

Gaya rata-rata yang bekerja selama selang waktu Δt menghasilkan impuls yang sama ($F\Delta t$) dengan gaya yang sebenarnya.

$$I = F \Delta t$$

➡ N s

4. Hukum Kekekalan Momentum



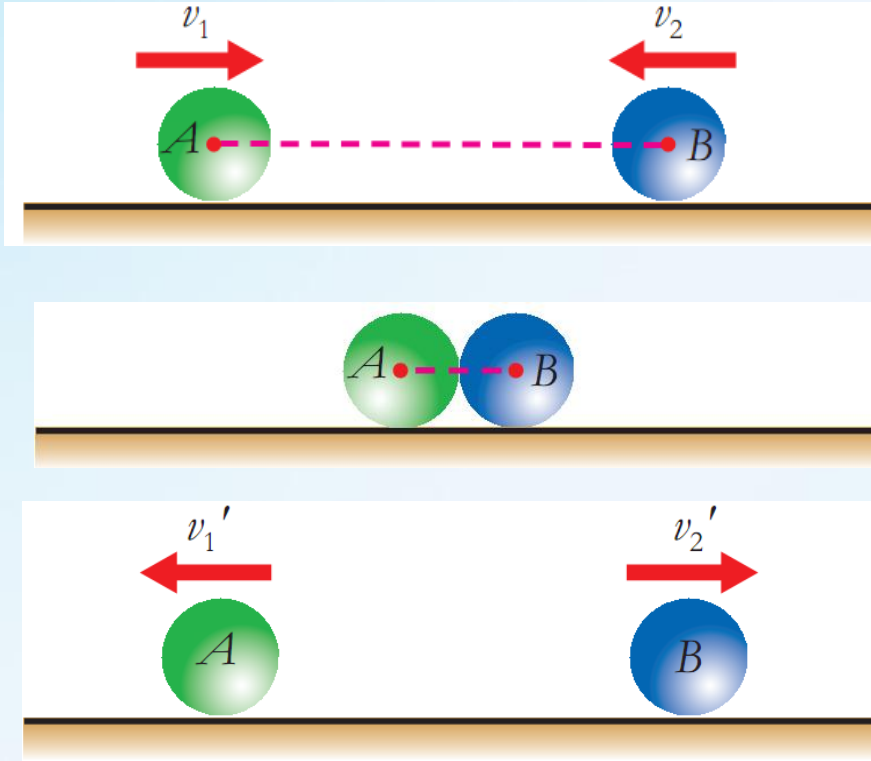
Hukum kekekalan momentum (HKM):

“Jumlah momentum suatu sistem tertentu yang tidak dipengaruhi gaya-gaya dari luar sistem (resultan gaya dari luar sistem sama dengan nol) adalah selalu tetap. “

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$$

5. Tumbukan

1. Tumbukan Lenting Sempurna



Pada tumbukan lenting sempurna berlaku:

- hukum kekekalan momentum;

$$m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}_1') = m_2(\vec{v}_2' - \vec{v}_2)$$

- hukum kekekalan energi kinetik.

Koefisien restitusi (e) =
$$-\frac{\vec{v}_1' - \vec{v}_2'}{\vec{v}_1 - \vec{v}_2} = 1$$

2. Tumbukan Lenting Sebagian

- **Tumbukan lenting sebagian**, tumbukan antara dua benda yang jumlah E_k sesudah terjadi tumbukan lebih kecil daripada jumlah E_k sebelum terjadi tumbukan.
- Pada tumbukan lenting sebagian hanya berlaku hukum kekekalan momentum

$$m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}_1') = m_2(\vec{v}_2' - \vec{v}_2)$$

- Koefisien restitusi (e): $-\frac{\vec{v}_1' - \vec{v}_2'}{\vec{v}_1 - \vec{v}_2} < 1$

3. Tumbukan Tak Lenting

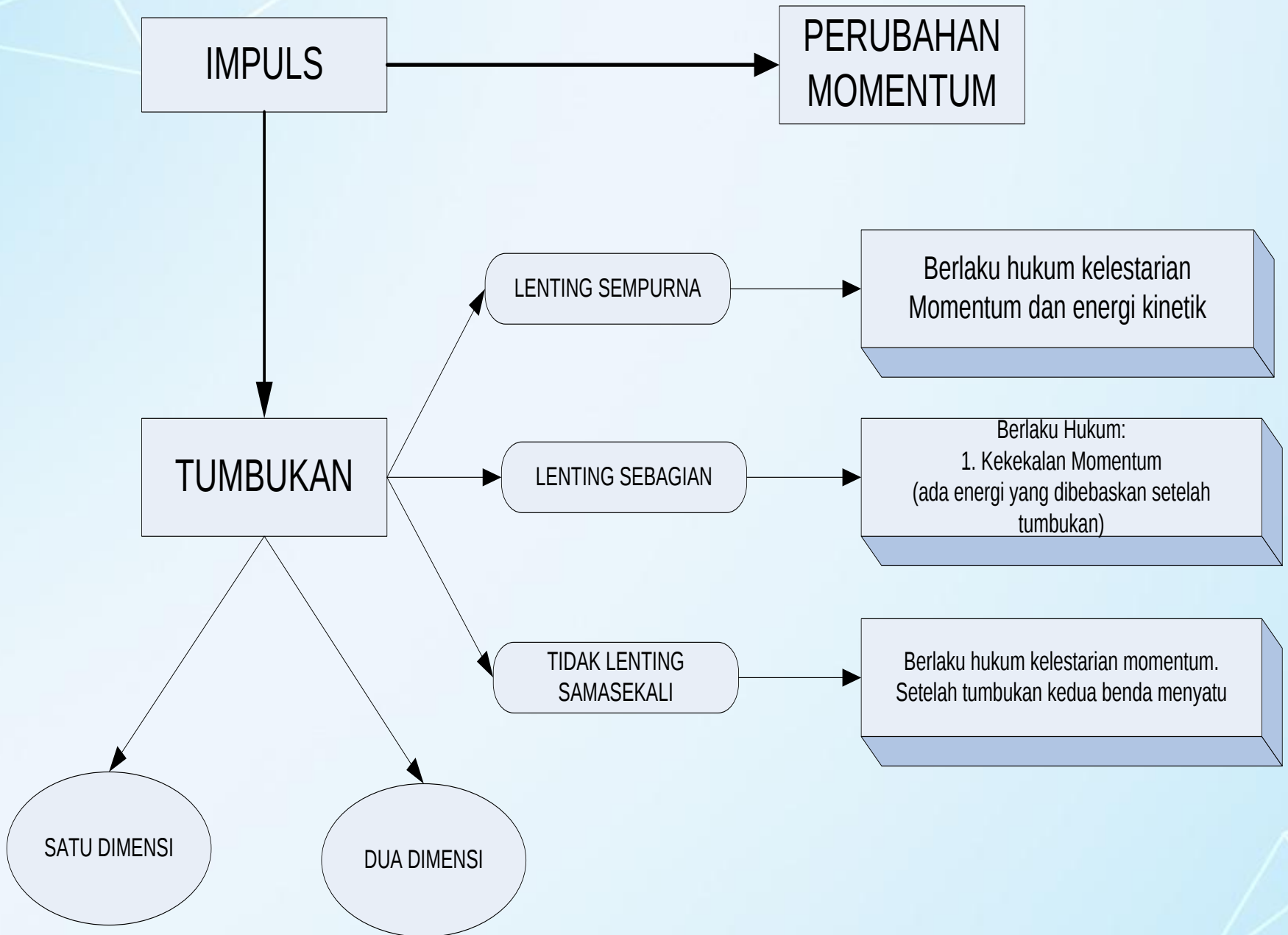
- **Tumbukan tak lenting**, tumbukan antara dua benda yang setelah terjadi tumbukan, kedua benda menjadi satu dengan kecepatan yang sama.

- Koefisien restitusi (e):

$$-\frac{\vec{v}_1' - \vec{v}_2'}{\vec{v}_1 - \vec{v}_2} = 0$$

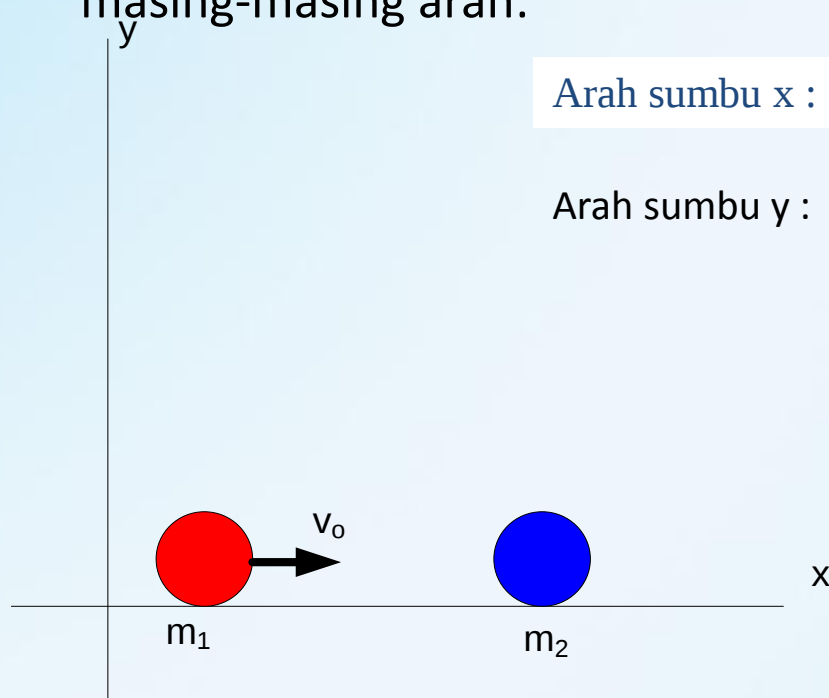


$$v' = v_1' = v_2'$$



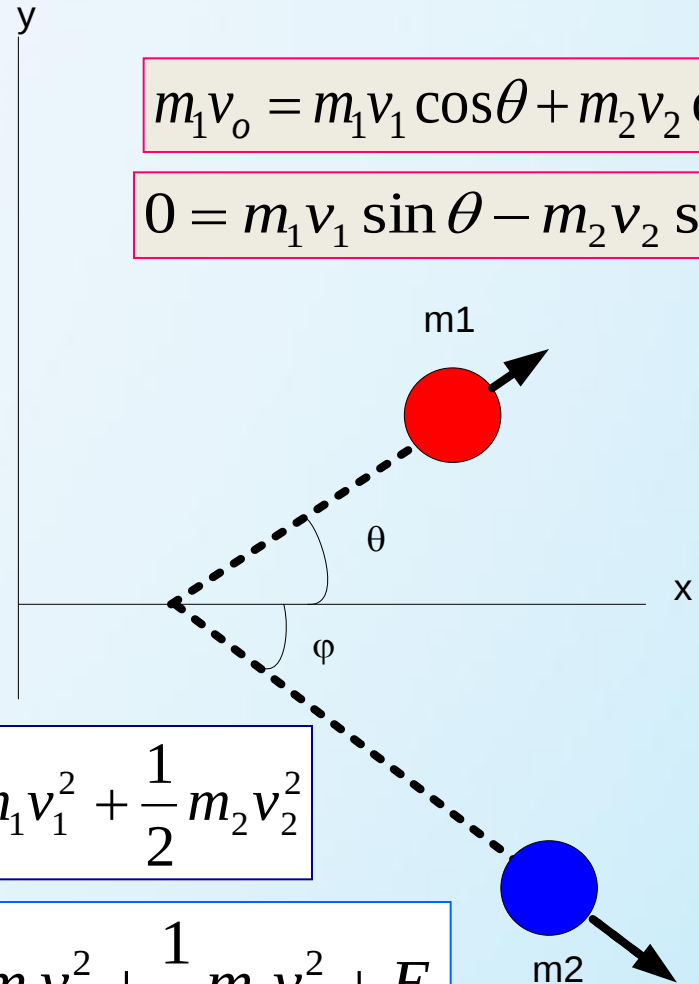
CONTOH SOAL

1. Jika dua benda keadaannya seperti di bawah. Kekekalan momentum untuk masing-masing arah:



$$m_1 v_o = m_1 v_1 \cos \theta + m_2 v_2 \cos \varphi$$

$$0 = m_1 v_1 \sin \theta - m_2 v_2 \sin \varphi$$



Jika tumbukan bersifat elastis

$$\frac{1}{2} m_1 v_o^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

Tetapi jika tumbukan inelastis

$$\frac{1}{2} m_1 v_o^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + E_i$$

2. A 2.0-kg brick is moving at a speed of 6.0 m/s. How large a force F is needed to stop the brick in a time of 7.0×10^{-4} s?

Let us solve this by use of the impulse equation:

Impulse on brick = change in momentum of brick

$$F \Delta t = mv_f - mv_i$$

$$F(7.0 \times 10^{-4} \text{ s}) = 0 - (2.0 \text{ kg})(6.0 \text{ m/s})$$

from which $F = -1.7 \times 10^4$ N. The minus sign indicates that the force opposes the motion.

3. As shown in Fig. 8-1, a 15-g bullet is fired horizontally into a 3.000-kg block of wood suspended by a long cord. The bullet sticks in the block. Compute the speed of the bullet if the impact causes the block to swing 10 cm above its initial level.

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad (2)$$

KE just after collision = final PE_G

$$\frac{1}{2}(3.015 \text{ kg})V^2 = (3.015 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)(0.10 \text{ m})$$

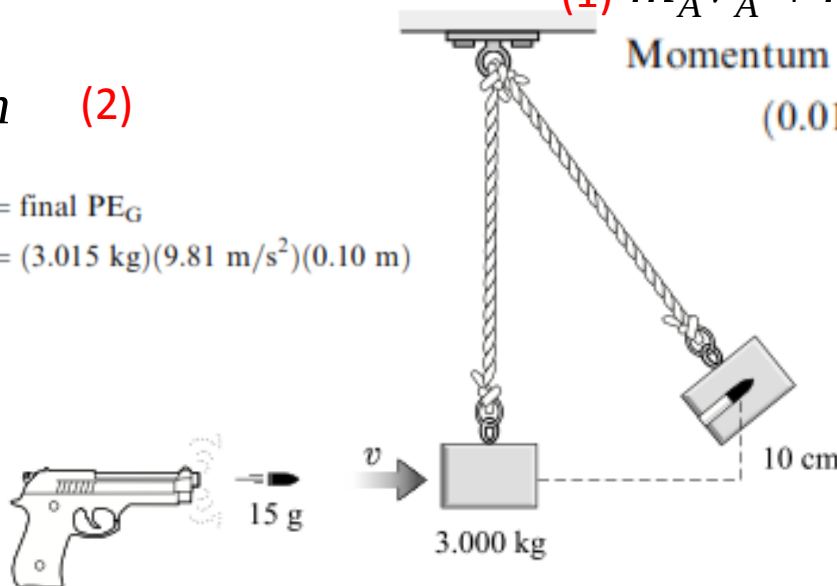
$$(1) \quad m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$$

Momentum just before = momentum just after

$$(0.015 \text{ kg})v + 0 = (3.015 \text{ kg})V$$

$$v = 0.28 \text{ km/s}$$

Kecepatan awal senapan



4. Sebuah bola 1 kg dengan kecepatan 12 m/s bertumbukan dengan 2 kg bola dalam arah berlawanan dengan kecepatan 2 kali kecepatan bola 1 kg. Tentukan kecepatan masing-masing bola setelah terjadi tumbukan, jika (a) $e = 2/3$, (b) kedua benda menjadi satu, dan (c) tumbukan bersifat lenting sempurna.

Penyelesaian:

(a). Gunakan HKM: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$

$$(1)(12) + 2(-24) = (1)v'_1 + (2)v'_2 \rightarrow -36 = v'_1 + 2v'_2 \quad (1)$$

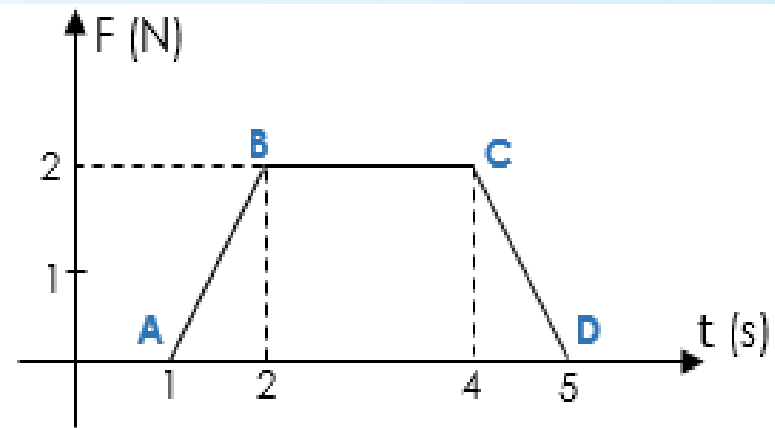
$$e = -\frac{v'_1 - v'_2}{v_1 - v_2} = \frac{2}{3} \quad \dots (2) \implies v'_2 = -4 \text{ m/s} \text{ dan } v'_1 = -28 \text{ m/s}$$

(b). Di sini: $v'_1 = v'_2 = v'$ persamaan (1) menjadi $-36 = 3v' \rightarrow v' = -12 \text{ m/s}$

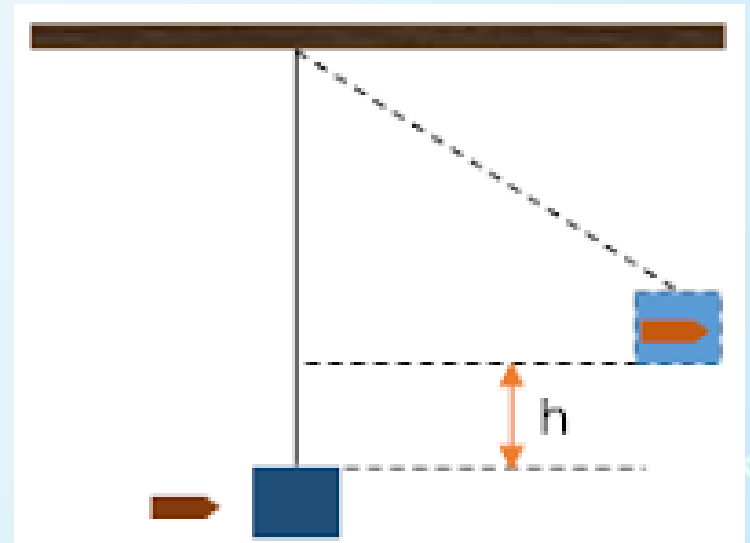
(c). Sekarang $e = 1$, $e = -\frac{v'_1 - v'_2}{v_1 - v_2} = 1$, $v'_1 - v'_2 = 36 \text{ m/s}$

LATIHAN 5

1. Sebuah bola bilyard A dengan masa $\frac{1}{4}$ kg bergerak dengan kecepatan 5 m/s dan menumbuk bola B ($\frac{1}{5}$ kg) yang diam. Setelah tumbukan bola B bergerak dengan kecepatan 2 m/s pada arah 37° dibandingkan bola A. Berapa kecepatan bola A dan kemana arahnya? Apakah tumbukannya lenting sempurna?
2. Sebuah truk terbuka 500 kg sedang bergerak ke daerah perkebunan dengan kecepatan 10 m/s. Jika tiba-tiba satu utas buah kelapa 50 kg jatuh tepat ke dalam truk itu. Berapa kecepatan akhir truk jika kecepatan awal buah kelapa jatuh adalah 5 m/s?
3. Sebuah bola dengan massa 50 gram dilemparkan mendatar dengan kecepatan 6 m/s ke kanan, bola mengenai dinding dan dipantulkan dengan kecepatan 4 m/s ke kiri. Hitunglah besar impuls yang dikerjakan dinding pada bola!
4. Perhatikan gambar dibawah ini!
Gambar di samping menunjukkan kurva gaya terhadap waktu yang bekerja pada sebuah partikel bermassa 2 kg yang mula-mula. Hitung impuls dari gaya tersebut.



5. Dua orang anak berada dalam sebuah perahu bermassa 100 kg yang sedang bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 10 m/s. Jika anak A bermassa 50 kg dan anak B bermassa 30 kg, maka hitunglah kelajuan perahu saat anak B meloncat ke belakang dengan kelajuan 5 m/s!
6. Bola pertama bergerak ke kanan dengan kecepatan 30 m/s menuju bola kedua yang sedang bergerak ke kiri dengan kecepatan 10 m/s sehingga terjadi tumbukan lenting sempurna. Jika masing-masing bola bermassa 1 kg, maka hitunglah kecepatan bola pertama dan kedua setelah bertumbukan!
7. Sebuah peluru bermassa 0,1 kg ditembakkan pada balok bermassa 2,4 kg yang digantung dengan seutas tali seperti gambar berikut ini. Jika setelah bertumbukkan peluru tertanam di dalam balok, dan posisi balok mengalami kenaikan sebesar $h = 20$ cm, maka hitunglah kelajuan peluru saat mengenai balok!



8. Sebuah truk bermassa 6000 kg bergerak ke Utara dengan kecepatan 10 m/s. Tiba-tiba truk bertabrakan dengan truk lain bermassa 4000 kg yang sedang bergerak dalam arah 30° arah Timur Laut (dihitung dari arah Timur) dengan kecepatan 30 m/s. Berapa kecepatan kedua truk dan kemana arahnya jika sesudah tabrakan kedua truk menyantu?
9. Sebuah peluru bermassa 10 gram ditembakkan ke atas dengan kecepatan 1000 m/s dan menembus sebuah balok bermassa 5 kg yang diam.
- Jika kecepatan peluru setelah menembus balok adalah 400 m/s, tentukan kecepatan balok tersebut!
 - Tentukan tinggi maksimum yang dapat dicapai balok!
 - Berapa energi yang hilang dalam proses tumbukan?
10. Sebuah bola bermassa 250 g dilepaskan dari ketinggian lalu memantul pada lapangan bola seperti gambar di samping. Jika ketinggian pantulan kedua adalah $\frac{1}{4} h$, maka hitung:
- Ketinggian pantulan pertama
 - Koefisien restitusi
 - Energi pantulan bola

