

Pertemuan 6: IFA 103 (2 SKS)

FISIKA DASAR **(Usaha, Energi, dan Daya)**

Oleh Wayan Suparta, PhD

Prodi Informatika
Universitas Pembangunan Jaya



USAHA, ENERGI DAN DAYA

Sub Pokok Bahasan:

1. Pengertian
2. Usaha dan Energi
3. Hukum Kekekalan Energi
4. Daya

Capaian Pembelajaran:

- Mampu memahami dan menjelaskan konsep Usaha dan Energi, Hukum Kekekalan Energi, dan Daya;
- Mampu melakukan perhitungan, analisa dan evaluasi dari bentuk energi dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pengertian

- **Definisi:** usaha didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berpindah.
- Secara matematis, usaha yang dilakukan orang tersebut adalah :

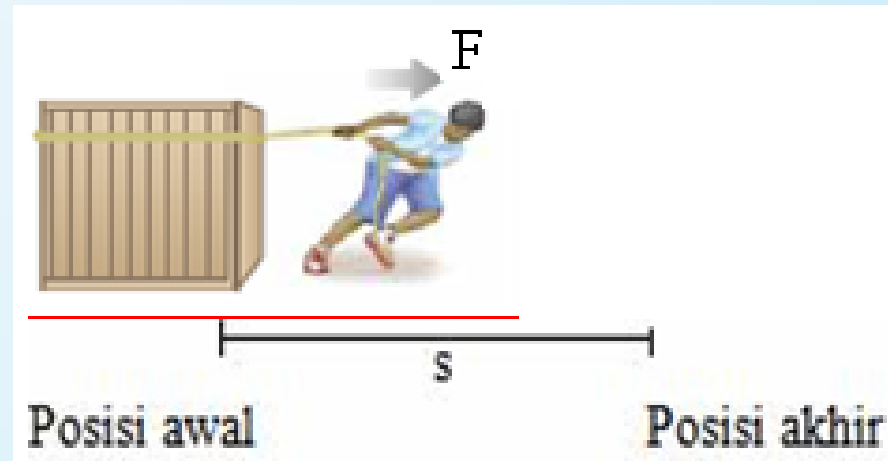
$$W = F \cdot s$$

Dengan

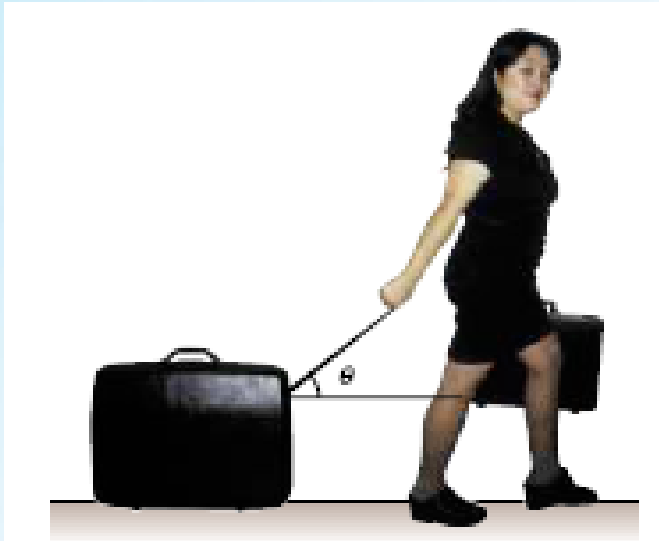
F = gaya (Newton)

s = perpindahan (meter)

W = usaha (N.m = Joule)



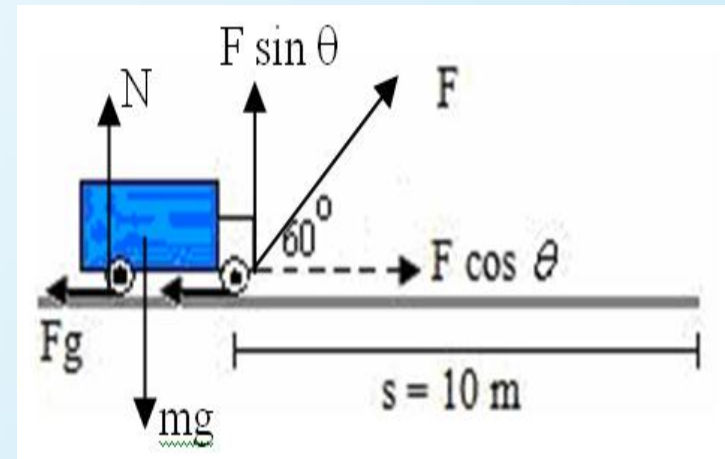
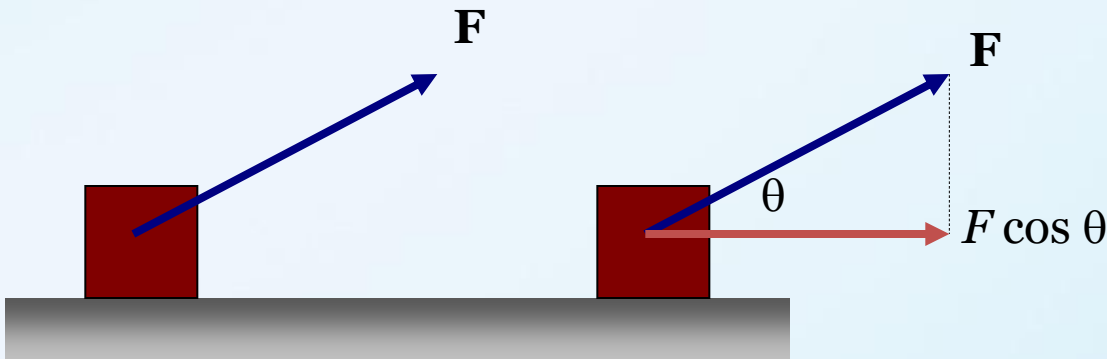
Usaha oleh Gaya yang Membentuk Sudut terhadap Perpindahan



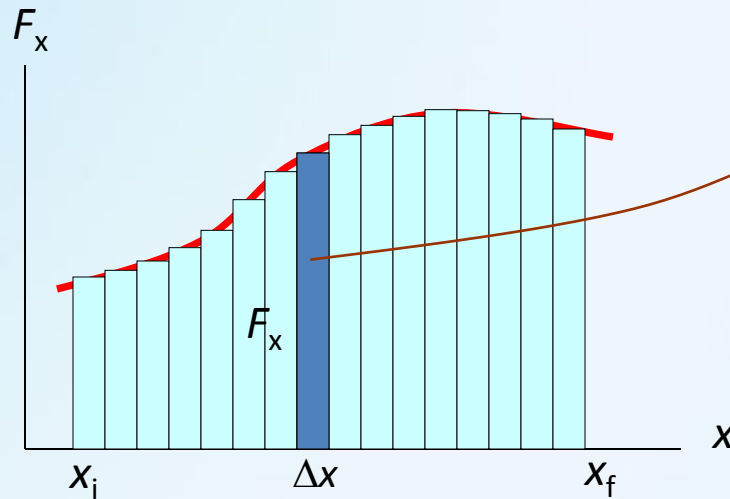
Seorang sedang menarik koper dengan membentuk sudut θ terhadap arah horizontal.

$$W = (F \cos \theta) \cdot s$$

Contoh:



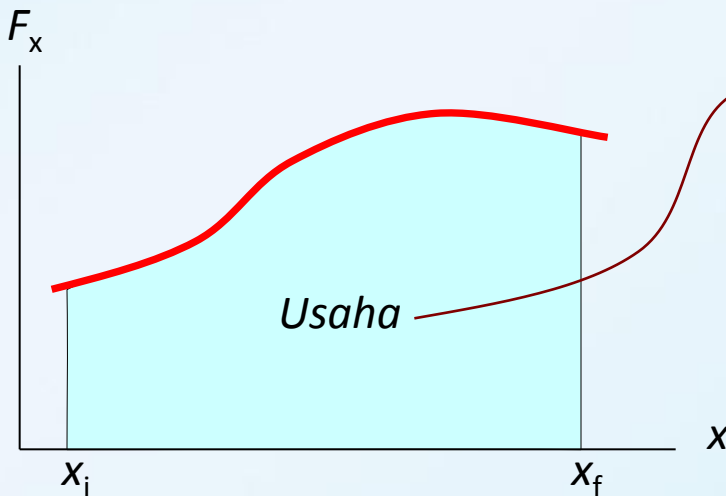
USAHA OLEH GAYA YANG BERUBAH



$$\text{Luas} = \Delta A = F_x \Delta x$$

$$\Delta W = F_x \Delta x$$

$$W \cong \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x$$



$$W = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x$$

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

Usaha dan Energi Kinetik

$$\begin{aligned}W_{net} &= \int_{x_i}^{x_f} (\sum F_x) dx = \int_{x_i}^{x_f} ma \, dx \\&= \int_{x_i}^{x_f} mv \frac{dv}{dx} dx = \int_{x_i}^{x_f} mv \, dv \\&= \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2\end{aligned}$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$$

$$W = F_x s$$

$$= m \left(\frac{v_f - v_i}{t} \right) \frac{1}{2} (v_i + v_f) t$$

Untuk massa tetap :
 $F_x = ma_x$

Untuk percepatan tetap :

$$s = \frac{1}{2} (v_i + v_f) t$$

$$a_x = \frac{v_f - v_i}{t}$$

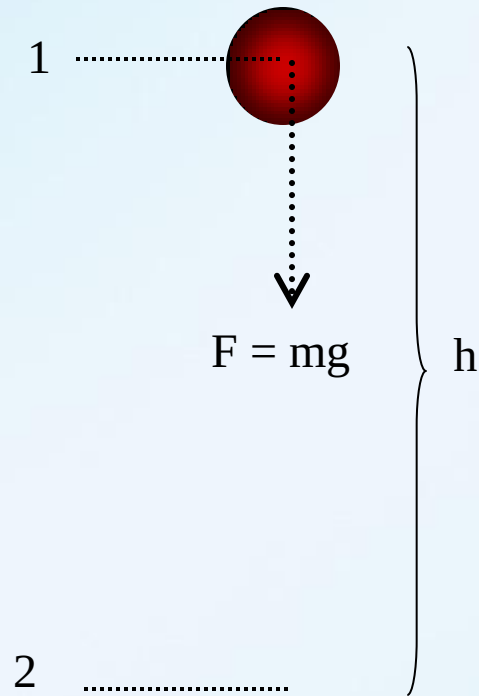
$$W = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$$

$$EK \equiv \frac{1}{2} mv^2$$

Energi kinetik adalah energi yang terkait dengan gerak benda.

Usaha Dan Energi Potensial Gravitasi

- Jika kita menjatuhkan sebuah benda dari posisi 1 ke 2 sejauh h :



Maka menurut definisi usaha:

$$W = \int_1^2 F \, dh = \int_1^2 mg \, dh$$

$$= mg \int_1^2 dh = mg h \Big|_1^2$$

$$= mg (h_2 - h_1) = mg h_2 - mg h_1$$

$$= EP_2 - EP_1$$

HUKUM KEKEKALAN ENERGI

- “Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan”.
- Energi hanya mengalami perubahan bentuk dari bentuk satu menjadi bentuk lain.
- Energi dikategorikan menjadi:
 - ❖ *Energi Kinetik*
→ $E_k = \frac{1}{2} mv^2$
 - ❖ *Energi Potensial*
→ $E_p = mgh$
- Hukum Kekekalan Energi (HKE):
 $E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$

Teorema Usaha-Energi Kinetik

$$W = E_k - E_{k0} = \Delta E_k$$

Energi Mekanik Total:

$$W = E_k + E_p$$



DAYA

Energi yang ditransfer oleh suatu sistem per satuan waktu

$$P_{rata-rata} \equiv \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

$$P \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt} \quad \left\{ \begin{array}{l} P = \frac{dW}{dt} = \mathbf{F} \cdot \frac{d\mathbf{s}}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} \end{array} \right.$$

$$dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$$

Satuan : watt (W)

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3$$

$$1 \text{ kWh} = (10^3 \text{ W})(3600 \text{ s}) = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

CONTOH SOAL

1. Berapa usaha yang diperlukan seorang pelari cepat dengan massa 74 kg untuk mencapai kecepatan 2,2 m/s dari keadaan diam?

Diketahui: $m = 74 \text{ kg}$
 $V_t = 2,2 \text{ m/s}$
 $V_0 = 0$

Ditanya: $W = \dots?$

Jawab: $W = \frac{1}{2} m V_t^2 - \frac{1}{2} m V_0^2$

$$W = \frac{1}{2} \cdot 74 \cdot 2,2^2 - 0 = 180 \text{ Joule}$$

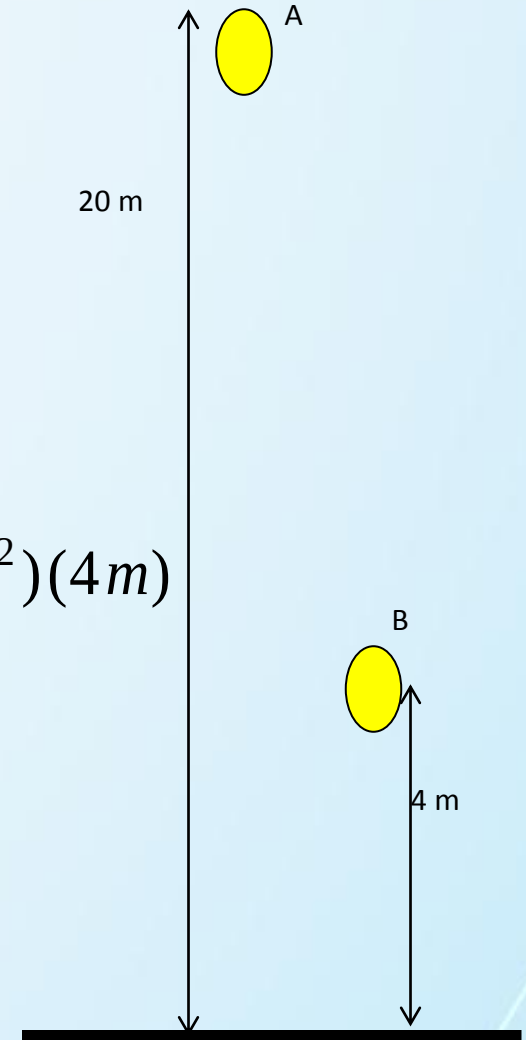
2. Sebuah benda A massa 5 kg berada di atas sebuah gedung dengan ketinggian 20 m diatas tanah, sedangkan benda B berada 4 m dibawahnya tampak seperti pada gambar. Jika massa benda A adalah 0,5 kali massa B, maka tentukanlah:
- Besarnya selisih energi potensial dari kedua benda itu
 - Kecepatan jatuh kedua boleh ke tanah.

Jawab:

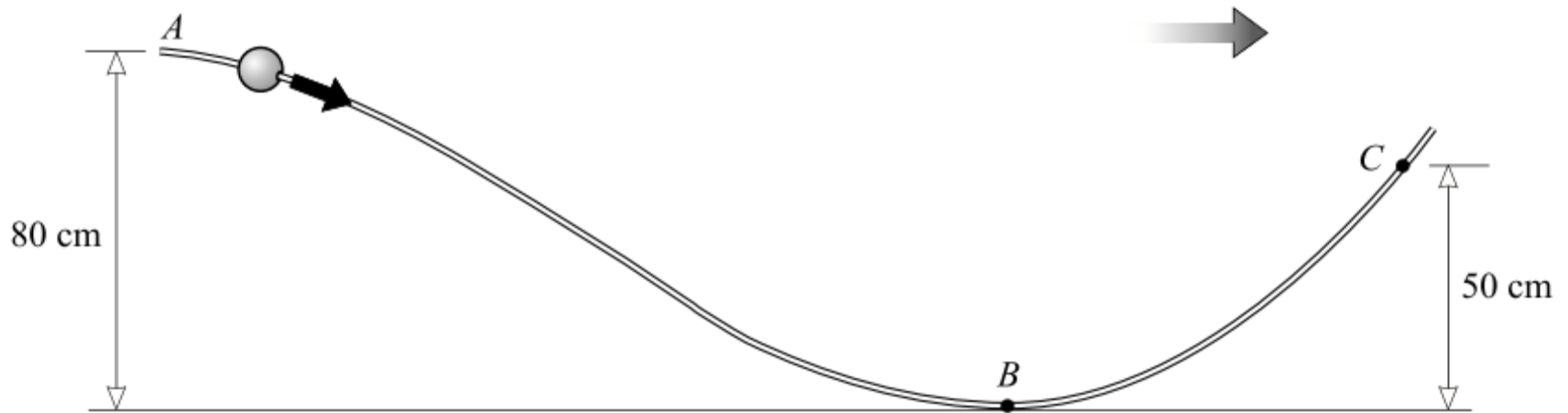
a.
$$\Delta E_p = m_A g h_A - m_B g h_B$$
$$= (5 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(20) - (10 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(4 \text{ m})$$
$$= 100 \text{ Joule}$$

b.
$$v_t^2 = v_0^2 + 2g(h_A - h_B), v_0 = 0$$
$$= 0 + 2(10 \text{ m/s}^2)(16 \text{ m})$$
$$= 320$$

$$v_t = \sqrt{320} = 8\sqrt{5} \text{ m/s}$$



3. Sebuah bola menggelinding seperti gambar di bawah. Jika gesekan permukaan diabaikan dan bola di A bergerak dengan kecepatan 2 m/s, berapa kecepatan bola sesaat di (a) titik B dan (b) titik C? Berapa gaya gesek rata-rata yang menentang pergerakan benda jika panjang kawat AC = 5 m.



Penyelesaian:

(a). Gunakan HKE: $m g h_A + \frac{1}{2} m v_A^2 = m g h_B + \frac{1}{2} m v_B^2$
 $m (10 \times 0.8 + \frac{1}{2} \times 2^2) = m (0 + \frac{1}{2} v_B^2)$
 $m (8 + 2) = m (\frac{1}{2} v_B^2) \rightarrow v_B = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$

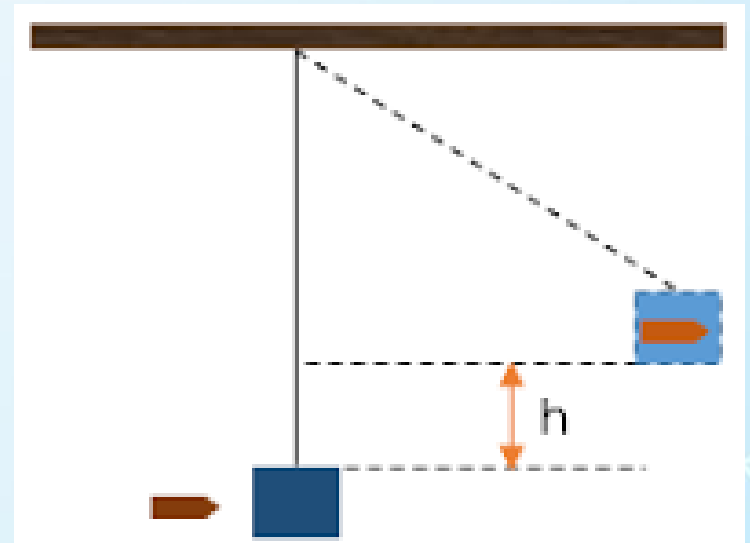
(b). Sama, gunakan HKE: $m g h_A + \frac{1}{2} m v_A^2 = m g h_C + \frac{1}{2} m v_C^2$
 $m (10 \times 0.8 + \frac{1}{2} \times 2^2) = m (10 \times 0.5 + \frac{1}{2} v_C^2)$
 $\rightarrow v_C = \sqrt{10} \text{ m/s}$

(c). Perubahan EPG + perubahan EK = usaha yang dilakukan gaya gesek

LATIHAN 6

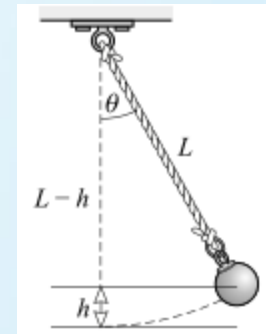
1. Seorang anak menarik mobil mainan menggunakan tali dengan gaya sebesar 20 N. Tali tersebut membentuk sudut 60° terhadap permukaan tanah dan besar gaya gesekan tanah dengan roda mobil mainan adalah 2,5 N. Jika mobil mainan berpindah sejauh 150 meter, berapakah usaha total?
2. Seorang anak mendorong mobil-mobilan (15 kg) yang dinaiki temannya sejauh 50 m dengan kecepatan 0,5 m/s. Jika massa anak yang menaiki mobil itu 20 kg, tentukan usaha anak yang mendorong mobil-mobilan tersebut.
3. Dua buah mobil A dan B mula-mula berjarak 200 meter satu dengan lain. Keduanya kemudian bergerak bersamaan menuruni sebuah bukit (kemiringan 37°), mobil A mengikuti mobil B. Apabila mobil A kecepatannya 12 m/s dan mobil B 8 m/s, kapan dan dimana mobil B bertemu dengan mobil A?

4. Sebuah mobil Ferrari (300 kg) dijalankan dari keadaan diam dengan percepatan 3 m/s^2 selama 20s. Berapakah daya mesin mobil saat itu?
5. Sebuah mobil pengangkut 900 kg berdaya maksimum 40 hp bergerak dengan kecepatan 130 km/jam pada jalan tebing 37° . Berapa gaya gesek yang menghambat mobil bergerak sepanjang menaiki tebing sejauh 25 m?
6. Sebuah karung beratnya 50 kg diangkat dari permukaan tanah. Jika telah mencapai ketinggian 15 meter, karung tersebut dilepas. Berapakah energi kinetik karung pada ketinggian 10 m?
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 $h = 20 \text{ cm}$, maka hitunglah kelajuan peluru saat mengenai balok!



8. 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?

9. Sebuah bola diikat dengan tali yang panjangnya 150 cm dan diayunkan dengan kecepatan 4 m/s sehingga bergeser dari keadaan diamnya. Hitunglah sudut pergeserannya tersebut.



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

