

---

## D. USAHA DAN ENERGI

### 1. Usaha

Usaha ( $W$ ) adalah besarnya gaya ( $F$ ) yang bekerja pada benda, yang menyebabkan benda berpindah sejauh  $s$ .

Rumus:

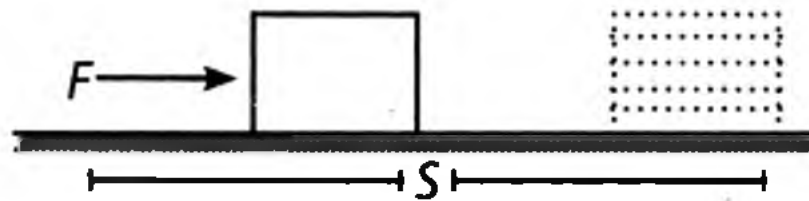
$$W = F \cdot s$$

Keterangan:

$W$  = usaha ( $J$ )

$F$  = gaya yang bekerja pada benda ( $N$ )

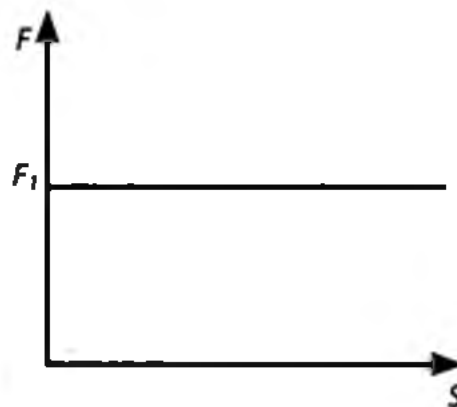
$S$  = jarak perpindahan benda ( $m$ )



Jika gaya yang bekerja pada benda membentuk sudut  $\theta$  terhadap arah gerak benda maka persamaannya menjadi: .

$$W = F s \cos \theta$$

Jika besarnya gaya yang bekerja pada benda dan perpindahan digambarkan dalam grafik, maka didapatkan grafik gaya terhadap perpindahan (grafik  $F$ - $s$ ). Usaha dihitung sebagai luas daerah di bawah kurva.



Jika pada benda bekerja lebih dari satu gaya maka usaha dapat dinyatakan sebagai jumlah usaha yang dilakukan tiap-tiap gaya. Jika  $W_1$  adalah usaha yang dilakukan oleh  $F_1$ ,  $W_2$  adalah usaha yang dilakukan oleh  $F_2$ ,  $W_3$  adalah usaha yang dilakukan oleh  $F_3$ , dan seterusnya maka secara matematis dapat ditulis:

$$W_2 = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

## 2. Energi potensial

Benda yang berada pada ketinggian tertentu memiliki energi yang dinamakan *energi potensial*. Jika benda bermassa  $m$  berada pada ketinggian  $h$  di atas tanah maka benda tersebut memiliki energi potensial  $E_p$  yang besarnya.

$$E_p = m g h$$

Keterangan:

$g$  = percepatan gravitasi ( $= 9,8 \text{ m/s}^2$ )

- Seperti halnya usaha, energi memiliki satuan joule ( $J$ ) dalam  $SI$ .

## 3. Energi kinetik

Benda yang bergerak dengan kecepatan tertentu dikatakan memiliki *energi kinetik*. Jika benda bermassa  $m$  bergerak dengan kecepatan  $v$  maka energi kinetik  $E_K$  yang dimiliki oleh benda besarnya:

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2$$

Usaha dapat dinyatakan sebagai perubahan energi kinetik. Hal ini diungkapkan melalui teorema usaha-energi yang mengatakan bahwa:

---

*Usaha yang dilakukan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan perubahan energi kinetik benda tersebut.*

---

$$W = \Delta EK = EK_2 - EK_1$$

#### 4. Hukum kekekalan energi mekanik

Ketika kedudukan dan kecepatan benda berubah, ternyata jumlah energi potensial dan energi kinetik benda tidak berubah (konstan). Ini menunjukkan adanya *hukum kekekalan energi*. Jumlah energi potensial dan energi kinetik suatu benda disebut energi mekanik.

Persamaan energi mekanik:

$$EM = EP + EK$$

#### Hukum kekekalan energi mekanik:

---

*Pada suatu sistem yang terisolasi (sistem yang tidak dipengaruhi oleh gaya luar di mana hanya bekerja gaya berat saja), energi mekanik total sistem adalah tetap (konstan).*

---

Jika kedudukan dan kecepatan benda berubah dari keadaan 1 (awal) ke keadaan 2 (akhir), besarnya energi mekanik tetap sehingga:

$$\begin{aligned} EM_1 &= EM_2 \\ EP_1 + EK_1 &= EP_2 + EK_2 \\ mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 &= mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \end{aligned}$$

## 5. Hukum kekekalan energi mekanik jika gaya luar bekerja

Hukum kekekalan energi mekanik berlaku jika tidak terdapat gaya luar yang bekerja pada sistem (benda). Untuk sistem yang dipengaruhi gaya luar (gaya eksternal) maka berlaku ketentuan berikut.

---

*Usaha yang dilakukan oleh gaya lain, selain gaya berat, sama dengan perubahan energi mekanik sistem, yaitu energi mekanik akhir dikurangi energi mekanik awal.*

---

Persamaan rumus:

$$W_{lain} = \Delta EM = EM_2 - EM_1$$

## 6. Daya

Daya dinyatakan sebagai kecepatan melakukan usaha atau usaha yang dilakukan per satuan waktu.

$$P = \frac{W}{t}$$

Daya memiliki satuan watt ( $W$ ) yang setara dengan joule per sekon ( $J/s$ ). Daya juga sering dinyatakan dalam satuan tenaga kuda (*horse power* atau *hp*) dengan ketentuan:

$$1 W = 1 J/s = \frac{1}{746} hp$$

*Efisiensi daya* ( $\eta$ ) adalah besarnya persentase perbandingan daya masukan dengan daya keluaran.

$$\eta = \frac{P_{\text{masukan}}}{P_{\text{keluaran}}} \times 100\%$$

Keterangan:

$\eta$  = efisiensi daya

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

$P_{\text{keluaran}}$  = 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)