



USAHA, ENERGI, DAN DAYA

A. USAHA

Dalam kehidupan sehari-hari, usaha diartikan sebagai segala sesuatu yang dikerjakan manusia. Sedangkan dalam fisika, **usaha** didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berpindah.

$$W = F \cdot s$$

Keterangan:

W = usaha (J)

F = gaya yang bekerja pada benda (N)

s = perpindahan yang ditempuh benda (m)

B. ENERGI

Energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha. Suatu benda dikatakan memiliki energi jika benda tersebut dapat melakukan usaha. Misalnya kendaraan dapat mengangkat barang karena memiliki energi yang diperoleh dari bahan bakar.

Secara umum energi dibagi menjadi 7 (tujuh) macam, yaitu:

1. energi panas
2. energi gerak
3. energi listrik
4. energi cahaya
5. energi bunyi
6. energi kimia
7. Energi nuklir

Keberadaan energi bersifat kekal, sesuai dengan pernyataan Hukum Kekekalan Energi yang berbunyi: "*Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan*". Energi hanya mengalami perubahan bentuk dari bentuk satu menjadi bentuk lain. Misalnya, pada kipas angin terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi gerak.

Jenis energi yang dibahas pada bab ini yaitu energi gerak yang meliputi energi kinetik, energi potensial gravitasi, dan energi mekanik.

1. Energi Kinetik

Energi kinetik merupakan energi yang dimiliki benda karena gerakannya. Energi kinetik suatu benda besarnya berbanding lurus dengan massa benda dan kuadrat kecepatannya. Secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Keterangan:

E_k = Energi kinetik (J)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan benda (m/s)

2. Energi Potensial Gravitasi

Energi potensial merupakan energi yang dimiliki benda karena kedudukannya (ketinggian). Energi potensial gravitasi besarnya berbanding lurus dengan massa benda dan ketinggiannya. Misalnya, kita menjatuhkan batu ke kaki, sakit yang kita rasakan adalah akibat dari energi potensial. Makin besar massa batu, makin sakit yang kita rasakan. Secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Keterangan:

E_p = Energi potensial (J)

m = massa benda (kg)

h = tinggi benda (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

3. Energi Mekanik

Energi mekanik didefinisikan sebagai penjumlahan antara energi kinetik dan energi potensial.

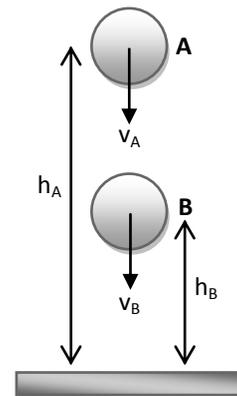
$$E_m = E_k + E_p$$

Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Keberadaan energi bersifat kekal, sesuai dengan pernyataan Hukum Kekekalan Energi yang berbunyi: "Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan". Energi hanya mengalami perubahan bentuk dari bentuk satu menjadi bentuk lain. Misalnya, pada kipas angin terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi gerak.

Misalkan terdapat suatu benda yang dijatuhkan dari ketinggian h_A di atas tanah. Pada ketinggian tersebut benda memiliki $E_{p_A} = m g h_A$ terhadap tanah dan kecepatan benda v_A sehingga $E_{k_A} = \frac{1}{2} m v_A^2$. Kemudian dalam selang waktu t benda jatuh hingga mencapai ketinggian h_B di atas tanah dengan $E_{p_B} = m g h_B$ dan kecepatan v_B sehingga $E_{k_B} = \frac{1}{2} m v_B^2$. Jadi, Persamaan energi mekaniknya menjadi seperti berikut.

$$\begin{aligned} E_{m_A} &= E_{m_B} \\ E_{k_A} + E_{p_A} &= E_{k_B} + E_{p_B} \\ \frac{1}{2} m v_A^2 + m g h_A &= \frac{1}{2} m v_B^2 + m g h_B \end{aligned}$$



Pada sebuah benda yang mengalami gerak jatuh bebas berlaku:

- Pada posisi awal $v = 0 \rightarrow E_k = 0$, dan E_p maksimum sehingga $E_p = E_m$
- Kemudian, E_p berkurang sedangkan E_k bertambah, berarti E_p berubah menjadi E_k
- Pada posisi benda di tengah, $E_p = E_k$
- Pada posisi benda menyentuh tanah $h = 0 \rightarrow E_p = 0$ dan E_k maksimum sehingga $E_k = E_m$

C. HUBUNGAN USAHA DAN ENERGI

1. Hubungan usaha dengan energi kinetik

Jika pada sebuah benda dengan massa m bekerja gaya konstan sebesar F , sehingga benda berpindah sejauh s searah dengan gaya F , maka usaha yang dilakukan oleh gaya F selama perpindahan benda dapat dinyatakan dengan:

$$W = F \cdot s$$

Berdasarkan hukum II Newton $F = m \cdot a$, sehingga:

$$W = m \cdot a \cdot s$$

Karena benda melakukan GLBB, maka didapat persamaan:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2as \text{ atau } s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

Sehingga:

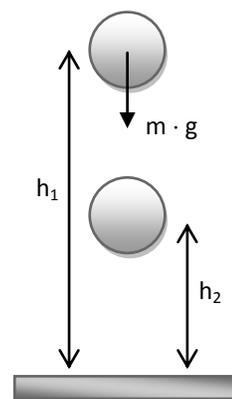
$$\begin{aligned} W &= m \cdot a \cdot \left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \right) \\ W &= \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 \\ W &= Ek_2 - Ek_1 \\ W &= \Delta Ek \end{aligned}$$

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa usaha merupakan perubahan energi kinetik (energi kinetik akhir dikurangi energi kinetik awal).

2. Hubungan usaha dengan energi potensial

Sebuah benda bermassa m mula-mula berada pada ketinggian h_1 kemudian jatuh hingga mencapai ketinggian h_2 , maka besarnya usaha yang bekerja pada benda memenuhi persamaan:

$$\begin{aligned} W &= F \cdot s \\ W &= m \cdot g \cdot (h_1 - h_2) \\ W &= mgh_1 - mgh_2 \\ W &= Ep_1 - Ep_2 \\ W &= \Delta Ep \end{aligned}$$



D. DAYA DAN EFISIENSI

Daya didefinisikan sebagai besarnya usaha yang dilakukan oleh gaya konstan tiap satuan waktu. Daya juga disebut sebagai kecepatan untuk melakukan usaha. Secara matematis daya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{W}{t} \text{ atau } P = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$



Keterangan:

P = daya (J/s atau watt) t = waktu (s)

W = usaha (J) v = kecepatan (m/s)

Satuan lain dari daya adalah horse power (hp), dimana 1 hp = 746 watt.

Efisiensi yaitu perbandingan antara usaha atau daya yang dihasilkan dengan usaha atau daya masukan. Efisiensi dirumuskan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\% \quad \text{atau} \quad \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Keterangan:

W_{out} = usaha yang dihasilkan (J)

W_{in} = usaha masukan (J)

P_{out} = daya yang dihasilkan (watt)

P_{in} = daya masukan (watt)