

## BAB III

### HUBUNGAN ENERGI DAN USAHA

#### 1. Energi Kinetik

Kata kinetik berasal dari bahasa yunani yaitu *kinetikos* yang artinya gerak. Benda yang bergerak memiliki energi yang terkait dengan geraknya karena benda tersebut dapat melakukan kerja saat berbenturan dengan benda lain. Sejumlah kendaraan yang bergerak dengan laju tertentu di jalan raya juga memiliki energi kinetik. Benda yang bergerak memiliki kemampuan untuk melakukan usaha, karenanya dapat dikatakan memiliki energi. Energi pada benda bergerak disebut energi kinetik. Perhatikan gambar! Apa yang terjadi ketika menendang bola? Bola tersebut pasti akan bergerak. Energi yang dimiliki bola ini disebut juga energi kinetik.



Gambar 3.1 Bola bergerak

Menendang bola menjadi salah satu contoh penerapan hubungan antara energi kinetik dan juga usaha. Jika seseorang menendang bola dengan kaki artinya ada usaha yang diberikan terhadap bola. Bola yang menerima usaha dan mengubahnya kedalam energi kinetik sehingga bola tersebut bergerak dengan cepat. Agar benda dipercepat beraturan sampai bergerak dengan  $v$  maka pada benda tersebut harus diberikan gaya total yang konstan dan searah dengan arah gerak benda sejauh  $s$ . Untuk itu dilakukan usaha dan kerja pada benda tersebut sebesar  $W = F.s$ , Dengan  $F = m.a$ . Karena benda memiliki laju awal  $v_0$ , laju akhir  $v_t$  dan bergerak sejauh  $s$ , maka untuk menghitung nilai percepatan  $a$ , kita menggunakan persamaan:

$$vt^2 = v0^2 + 2.a.s \quad (3.1)$$

$$a = \frac{vt^2 - v_0^2}{2s} \quad (3.2)$$

Substitusikan nilai percepatan  $a$  ke dalam persamaan gaya  $F = m.a$ , untuk menentukan besar

usaha :  $W = F.s = (ma)(s) = (m) \left( \frac{vt^2 - v_0^2}{2s} \right) s \quad (3.3)$

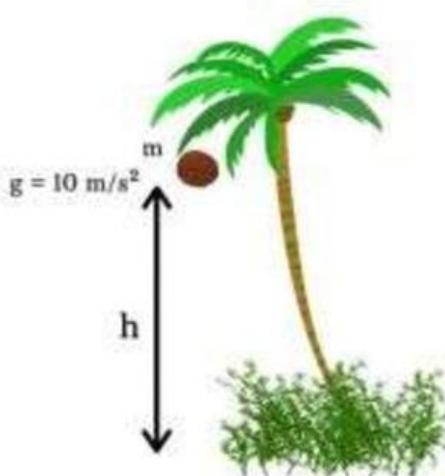
$$W = m \left( \frac{vt^2 - v_0^2}{2s} \right) = \frac{1}{2} m (vt^2 - v0^2) \quad (3.4)$$

$$W = \frac{1}{2} mvt^2 - \frac{1}{2} mv0^2 \quad (3.5)$$

$$W = \frac{1}{2} mvt^2 \text{ dan } v0 = 0 \quad (3.6)$$

## 2. Energi Potensial

Istilah potensial berasal dari kata potensi, yang dapat diartikan sebagai kemampuan tersimpan. Secara umum, energi potensial diartikan sebagai energi yang tersimpan dalam sebuah benda atau dalam suatu benda tetentu. Dalam pengertian yang lebih sempit yakni dalam kajian mekanika , energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena kedudukan atau keadaan benda tersebut. Perhatikan gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 3.2 Benda yang memiliki energi potensial karena kedudukannya

Sebuah benda dengan massa ( $m$ ) dipengaruhi oleh percepatan gravitasi bumi ( $g$ ) maka berat benda tersebut adalah ( $w = m \cdot g$ ). Bila benda berada pada ketinggian tersebut adalah  $W = F \cdot s = m \cdot g \cdot h$ . Saat usaha dilakukan pada benda berarti benda diberi energi. Energi suatu benda karena kedudukannya dinamakan energi potensial. Bila energi potensial dilambangkan dengan  $E_p$ , maka persamaan matematisnya adalah sebagai berikut:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (3.7)$$

Dengan

$E_p$  = energi potensial (J)

$m$  = massa benda (kg)

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

$h$  = ketinggian terhadap titik acuan (m)

Persamaan energi seperti di atas lebih tepat dikatakan sebagai energi potensial gravitasi. Di samping energi potensial gravitasi, juga terdapat energi potensial pegas yang mempunyai persamaan matematis:

$$E_p = \frac{1}{2} k \Delta x^2 \text{ atau } E_p = \frac{1}{2} F \Delta x \quad (3.8)$$

Dengan :

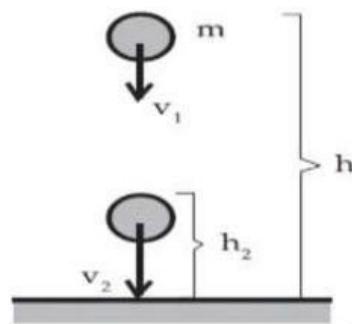
$E_p$  = energi potensial pegas (J)

$K$  = konstanta pegas (N/m)

$\Delta x$  = pertambahan panjang (m)

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

## 1. Hubungan Usaha dengan Energi Potensial



**Gambar 3.3** Benda yang jatuh dari ketinggian

Perhatikan gambar diatas jika m dijatuhkan dari ketinggian  $h_1$  beberapa saat benda yang memiliki massa tersebut sampai pada ketinggian  $h_2$ , ini berarti benda telah melakukan usaha. Usaha merupakan perkalian antara gaya dan perpindahan. Gaya yang bekerja disini adalah gaya berat (w) yaitu  $m.g$ . Jadi, secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$W = m g (h_1 - h_2) \quad (3.9)$$

$$W = m g h_1 - m g h_2 \quad (3.10)$$

$$W = E_{P1} - E_{P2} \quad (3.11)$$

$$W = (E_{P1} - E_{P2}) \quad (3.12)$$

$$W = \Delta E_P \quad (3.13)$$

Dengan  $\Delta E_P$  merupakan perubahan energi potensial gravitasi. Besarnya energi potensial gravitasi sama dengan energi potensial akhir dikurangi energi potensial mula-mula  $\Delta E_P = E_{PAkhir} - E_{PAwal}$ .

## 3. Energi Mekanik

Energi mekanik adalah energi total yang dimiliki benda, sehingga energi mekanik dapat dinyatakan dalam sebuah persamaan :

$$Em = Ep + Ek \quad (3.14)$$

Dengan:

Em = energi mekanik ( J )

Ep = energi Potensial ( J )

Ek = energi kinetik ( J )

## 4. Hukum Kekekalan Energi

Hukum kekekalan energi dinyatakan sebagai berikut: Energi tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan, tetapi energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain dan dipindahkan dari satu bentuk ke bentuk yang lain sehingga jumlah energi selalu tetap, tidak berkurang dan juga tidak bertambah. Jenis energi dalam kehidupan kita sehari-hari sangat banyak. Selain energi potensial dan kinetik , terdapat juga bentuk energi lain seperti energi listrik , energi panas, energi kimia, yang tersimpan dalam makanan dan bahan bakar, energi nuklir dan lain-lain.

## 5. Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Sebuah benda yang dilempar ke atas akan memiliki energi potensial dan energi kinetik. Energi potensial dimiliki karena ketinggiannya, sedangkan energi kinetik karena geraknya. Makin tinggi benda tersebut terlempar ke atas, makin besar energi potensialnya. Namun, makin kecil energi kinetiknya. Pada ketinggian maksimal, benda mempunyai energi potensial tertinggi dan energi kinetik terendah. Saat benda jatuh, makin berkurang ketinggiannya makin kecil energi potensialnya, sedangkan energi kinetiknya makin besar. Ketika benda mencapai titik terendah, energi potensialnya terkecil dan energi kinetiknya terbesar. Perhatikan gambar 3.3! ketika sebuah benda berada pada ketinggian  $h$ , maka energi potensial di titik A adalah  $E_{pA} = m \cdot g \cdot h$ , sedangkan energi kinetiknya  $E_{kA} = \frac{1}{2}mv^2$ . Karena  $v = 0$ , maka  $E_{kA} = 0$ . Jumlah antara energi potensial di titik A dan energi kinetik di titik A sama dengan energi mekanik. Besarnya energi mekanik adalah:

$$E_{mA} = E_{pA} + E_{kA} \quad (3.15)$$

$$= m \cdot g \cdot h + 0 \quad (3.16)$$

$$= m \cdot g \cdot h \quad (3.17)$$

Dalam waktu  $t$  sekon bola jatuh sejauh  $h$ , di titik B sehingga jarak bola dari tanah adalah  $h - h_1$ . Energi potensial bola di titik B adalah  $E_{pB} = mg(h - h_1)$ . Dari titik A ke titik B ternyata energi potensialnya berkurang sebesar  $m \cdot g \cdot h$ . Sedangkan, energi kinetik saat bola jatuh di titik B adalah saat bola jatuh setinggi  $h_1$  bola bergerak berubah beraturan dengan kecepatan awal nol maka:

$$h_1 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}g \cdot t^2 (v_0 = 0) \quad (3.18)$$

$$h_1 = \frac{1}{2}g \cdot t^2 \quad \longrightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \quad (3.19)$$

Kecepatan benda tersebut adalah:

$$v = v_0 + g + t \quad \longrightarrow \quad v_0 = 0 \quad (3.20)$$

$$v = gt = g \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \quad (3.21)$$

Jadi, energi kinetik bola di titik B adalah:

$$E_{kB} = \frac{1}{2}m \cdot v^2 = \frac{1}{2}m \left( g \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \right)^2 \quad (3.22)$$

$$E_{kB} = \frac{1}{2}m \cdot g^2 \cdot \frac{2h_1}{g}$$

$$E_{kB} = mgh_1$$

Jumlah energi kinetik dan energi potensial setelah benda jatuh sejauh  $h_1$  di titik B adalah:

$$E_{mB} = E_{kB} + E_{pB} \quad (3.23)$$

$$= mgh_1 + (mgh - mgh_1)$$

$$= mgh$$

Jadi energi mekanik di titik B adalah  $E_{mB} = mgh$

Berdasarkan perhitungan menunjukkan energi mekanik di titik A besarnya sama dengan energi mekanik di titik B atau  $E_{mA} = E_{mB}$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa jumlah energi mekanik benda yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi adalah tetap. Jika pada saat benda di kedudukan A jumlah energi potensial dan energi kinetik adalah  $E_{pA} + E_{kA}$ , sedangkan pada saat benda berada di kedudukan B jumlah energi potensial dan energi kinetik

adalah  $E_{pB}+E_{kB}$ , maka  $E_{pA} + E_{kA} = E_{pB}+E_{kB}$  atau  $E_p + E_k = \text{tetap}$ . Inilah yang dinamakan Hukum kekekalan energi Mekanik.

Agar lebih memahami pembelajaran kali ini kerjakan soal mencocokkan jawaban yang benar berikut ini:

1 joule (J)

$\frac{1}{2} F\Delta x$

Energi Mekanik

Energi potensial +  
Energi Kinetik

Energi Potensial

$1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$

Energi Kinetik

$m \cdot g \cdot h$

Usaha

$\frac{1}{2} mvt^2$

Energi potensial pegas

$F \cdot S$

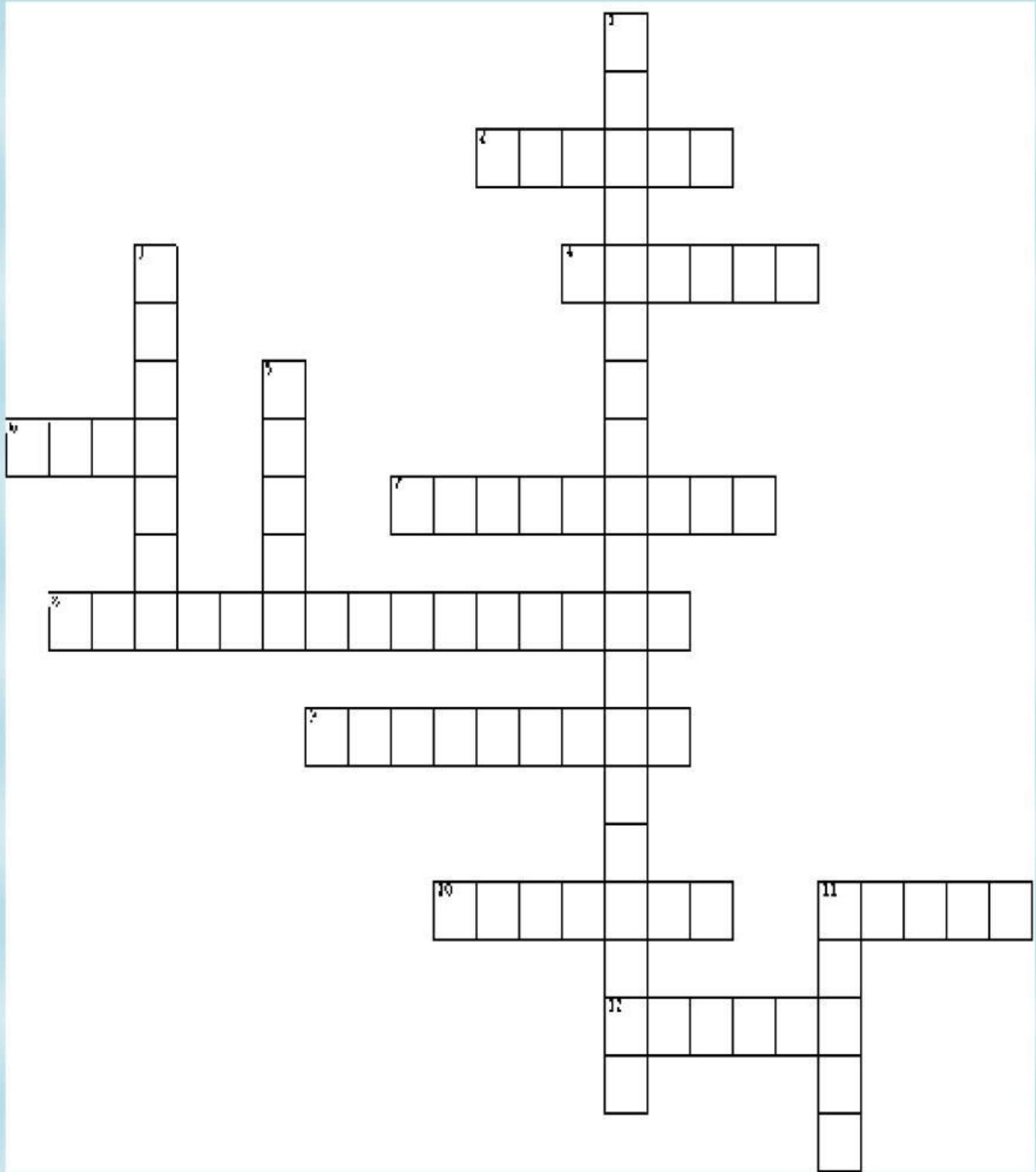
Setelah mengerjakan soal diatas selanjutnya kerjakanlah teka-teki dibawah ini!

**A. Menurun**

- a. Besarnya gaya yang berkerja sehingga benda berpindah disebut?
- b. "g" adalah simbol dari?
- c. "s" adalah simbol dari?
- d. Gabungan dari energi kinetik dan potensial disebut energi...

**B. Mendatar**

- a. satuan dari gaya adalah..
- b. satuan dari usaha adalah...
- c. energi ketika benda bergerak disebut energi...
- d. kemampuan untuk melakukan usaha disebut..
- e. energi tidak dapat diciptaka dan dimusnahkan namun dapat diubah ke bentuk lain disebut...
- f. energi suatu benda pada ketinggian disebut energi...
- g. "F" adalah simbol dari...
- h. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena



## LATIHAN AKHIR

**Nama** :

**Kelas** :

Pilih satu jawaban yang paling tepat!

1. Usaha dalam fisika didefinisikan sebagai....
  - A. Perkalian gaya dengan waktu
  - B. Perkalian gaya, perpindahan, dan cosinus sudut diantara keduanya
  - C. Energi yang hilang karena gesekan
  - D. Perubahan suhu benda akibat gaya
  - E. Perubahan gaya dengan ketinggian
2. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena...
  - A. Tingginya
  - B. Massanya
  - C. Kecepatannya
  - D. Gesekanya
  - E. Beratnya
3. Rumus energi potensial gravitasi
  - A.  $Ep = mgh$
  - B.  $Ep = \frac{1}{2}mv^2$
  - C.  $Ep = F.s$
  - D.  $Ep = mv^2$
  - E.  $Ep = F.s \cos \theta mv^2$
4. Sebuah benda berpindah sejauh 10 m akibat gaya konstan 20 N yang searah dengan perpindahan. Berapakah usaha yang dilakukan...
  - A. 200 J
  - B. 20 J
  - C. 100 J
  - D. 2 J
  - E. 12 J
5. Sebuah benda bermassa 10 kg jatuh dari ketinggian 5 m. Berapakah energi potensial gravitasi benda saat ketinggian tersebut...
  - A. 250 J
  - B. 500 J
  - C. 100 J
  - D. 200 J
  - E. 150 J
6. Sebuah benda bermassa 2 kg dilempar keatas dengan kecepatan 10 m/s. Energi kinetiknya saat dilempar adalah....
  - A. 50 J
  - B. 100 J
  - C. 200 J
  - D. 50 J
  - E. 20 J

7. Benda bermassa 5 kg yang mula-mula diam, dipercepat oleh suatu gaya tetap sebesar 10 N. Setelah menempuh jarak 9 m, kelajuan benda tersebut menjadi ....
  - A. 118 m/s
  - B. 36 m/s
  - C. 6 m/s
  - D. 4,5 m/s
  - E. 3,6 m/s
  
8. Massa sebesar 2 kg digantung pada pegas yang mempunyai tatapan gaya  $1.000 \text{ N/m}$  sehingga mencapai keadaan diam setimbal. Usaha yang diperlakukan untuk mengubah simpangan benda ( dari posisi setimbangnya) dari 2 cm menjadi 8 cm adalah sebesar....
  - A. 10 J
  - B. 8 J
  - C. 6 J
  - D. 4 J
  - E. 3 J