

Usaha dan Energi



Pendahuluan

▶ Bentuk dari energi:

- mekanik
 - ▶ Fokus saat ini ✓
- kimia
- elektromagnet
- Inti

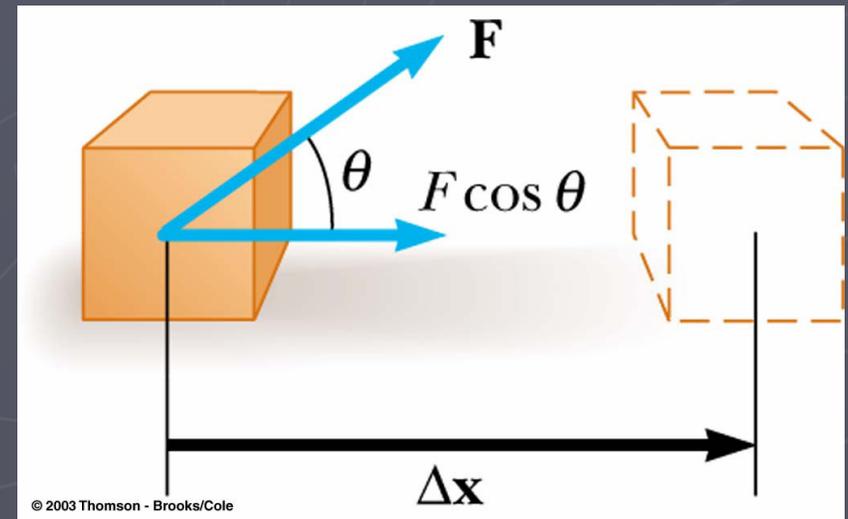
▶ Energi bisa ditransformasi dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain

Usaha

- ▶ Menyatakan hubungan antara **gaya** dan **energi**
- ▶ Usaha, W , yang dilakukan oleh gaya konstan pada sebuah benda didefinisikan sebagai **perkalian** antara **komponen gaya sepanjang arah perpindahan** dengan **besarnya perpindahan**

$$W \equiv (F \cos \theta) \Delta x$$

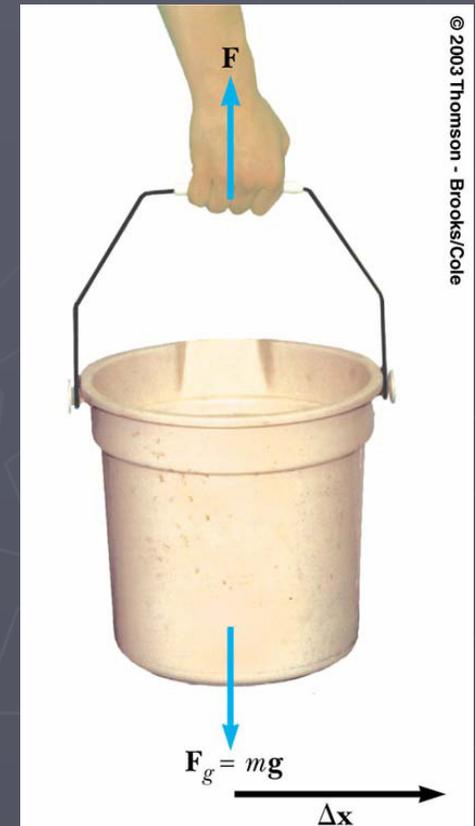
- $(F \cos \theta)$ komponen dari gaya sepanjang arah perpindahan
- Δx adalah besar perpindahan



Usaha (lanjutan)

- ▶ Tidak memberikan informasi tentang:
 - waktu yang diperlukan untuk terjadinya perpindahan
 - Kecepatan atau percepatan benda
- ▶ **Catatan:** usaha adalah nol ketika:
 - ▶ Tidak ada **perpindahan**
 - ▶ Gaya dan perpindahan saling **tegak lurus**, sehingga $\cos 90^\circ = 0$ (jika kita membawa ember secara horisontal, gaya gravitasi tidak melakukan kerja)

$$W \equiv (F \cos \theta) \Delta x$$



Usaha (lanjutan)

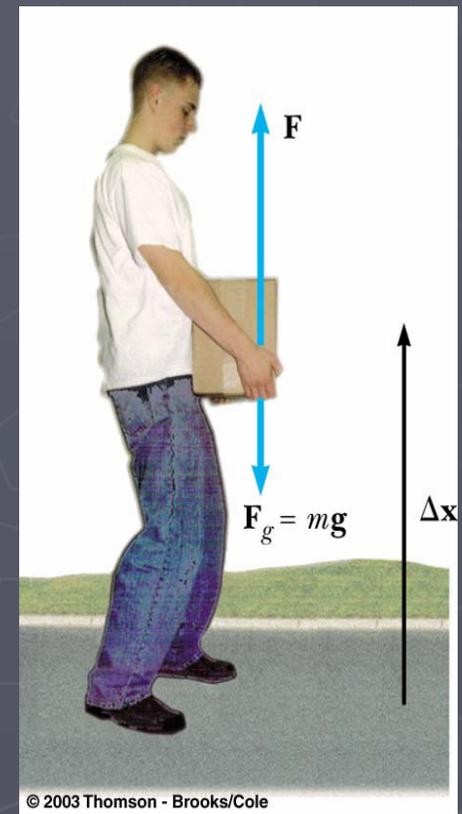
► Besaran Skalar

Satuan Usaha	
SI	joule ($J=N \text{ m}$)
CGS	erg ($\text{erg}=\text{dyne cm}$)
USA & UK	foot-pound ($\text{foot-pound}=\text{ft lb}$)

- Jika terdapat banyak gaya yang bekerja pada benda, usaha total yang dilakukan adalah penjumlahan aljabar dari sejumlah usaha yang dilakukan tiap gaya

Usaha (lanjutan)

- ❑ Usaha dapat bernilai **positif** atau **negatif**
 - ❑ **Positif** jika gaya dan perpindahan **berarah sama**
 - ❑ **Negatif** jika gaya dan perpindahan **berlawanan arah**
- ❑ Contoh 1: mengangkat kotak...
 - ❑ Usaha yang dilakukan oleh **orang**:
 - ❑ **positif** ketika menaikkan kotak
 - ❑ **negatif** ketika menurunkan kotak
- ❑ Contoh 2: ... kemudian bergerak horisontal
 - ❑ Usaha yang dilakukan oleh **gaya gravitasi**:
 - ❑ **negatif** ketika menaikkan kotak
 - ❑ **positif** ketika menurunkan kotak
 - ❑ **nol** ketika bergerak horisontal



$$\underline{\text{Usaha total}} : W = W_1 + W_2 + W_3 = \underbrace{-mgh}_{\text{naik}} + \underbrace{mgh}_{\text{turun}} + \underbrace{0}_{\text{gerak}} = \underbrace{0}_{\text{total}}$$

Energi Kinetik

- ▶ Energi diasosiasikan dengan gerak sebuah benda
- ▶ Besaran skalar, satuannya sama dengan usaha
- ▶ Kerja berhubungan dengan energi kinetik
- ▶ Misalkan F adalah sebuah gaya konstan:

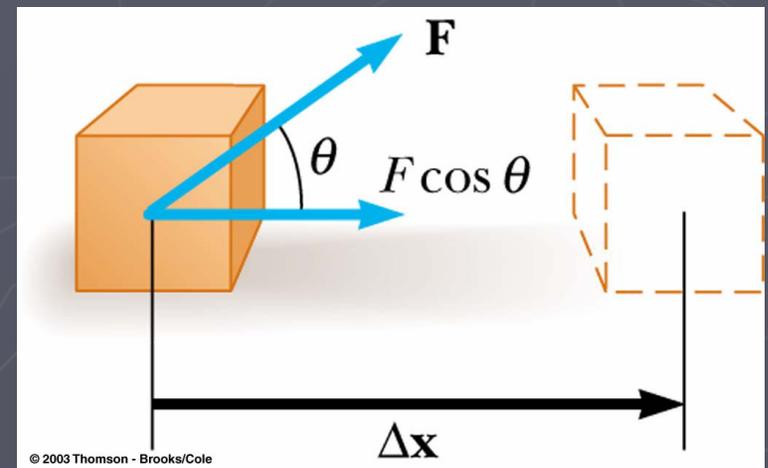
$W_{\text{net}} = Fs = (ma)s$, sedangkan :

$$v^2 = v_0^2 + 2a \cdot s, \text{ atau } a \cdot s = \frac{v^2 - v_0^2}{2}.$$

$$\text{Sehingga : } W_{\text{net}} = m \left(\frac{v^2 - v_0^2}{2} \right) = \underbrace{\frac{1}{2}mv^2} - \underbrace{\frac{1}{2}mv_0^2}.$$

Besaran ini disebut energi kinetik:

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



Teorema Usaha-Energi Kinetik

- ▶ Ketika usaha dilakukan oleh gaya neto pada sebuah benda dan benda hanya mengalami perubahan laju, usaha yang dilakukan sama dengan perubahan energi kinetik benda

- ▶
$$W_{net} = KE_f - KE_i = \Delta KE$$

- Laju akan bertambah jika kerja positif
- Laju akan berkurang jika kerja negatif

Usaha dan Energi Kinetik (lanjutan)

Palu yang bergerak mempunyai energi kinetik dan dapat melakukan usaha pada paku (**palu mengalami perubahan kecepatan**)



Tes Konsep

Dua buah kelereng, salah satu lebih berat dua kali dari yang lain, dijatuhkan ke tanah dari atap sebuah bangunan. Sesaat sebelum menumbuk tanah, kelereng yang lebih berat memiliki energi kinetik

- a. sama dengan kelereng yang lebih ringan
- b. dua kali lebih besar dari kelereng yang lebih ringan
- c. setengah kali lebih besar dari kelereng yang lebih ringan
- d. seperempat kali lebih besar dari kelereng yang lebih ringan
- e. tidak dapat ditentukan

Energi Potensial

- ▶ **Energi Potensial** diasosiasikan dengan **posisi** sebuah benda dalam sebuah sistem
 - Energi potensial adalah sifat dari sistem, bukan benda
 - Sebuah sistem adalah kumpulan dari benda atau partikel yang saling berinteraksi melalui gaya
- ▶ **Satuan** dari **Energi Potensial** adalah sama dengan Usaha dan **Energi kinetik**

Energi Potensial Gravitasi

- ▶ Energi potensial Gravitasi adalah energi yang berkaitan dengan posisi relatif sebuah benda dalam ruang di **dekat permukaan bumi**
 - Benda berinteraksi dengan bumi melalui gaya gravitasi
 - Sebenarnya energi potensial dari sistem bumi-benda

Usaha dan Energi Potensial Gravitasi

- ▶ Tinjau sebuah buku bermassa m pada ketinggian awal y_i
- ▶ Usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi:

$$W_{\text{grav}} = (F \cos \theta)s = (mg \cos \theta)s, \text{ dengan :}$$

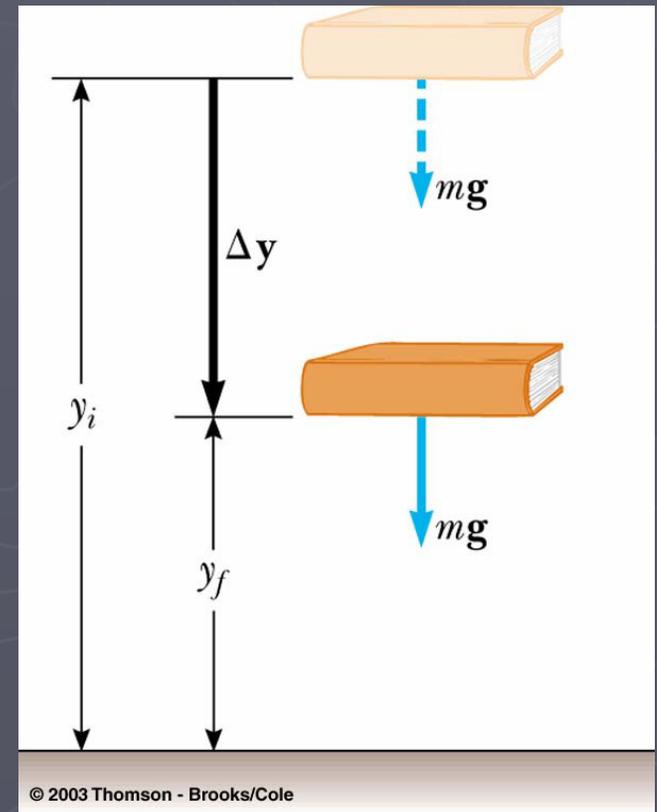
$$s = y_i - y_f, \cos \theta = 1,$$

$$\text{Sehingga : } W_{\text{grav}} = mg(y_i - y_f) = \underbrace{mgy_i} - \underbrace{mgy_f}.$$

Besaran ini disebut **energi potensial**:

$$EP = mgy$$

■ Catatan: $W_{\text{gravity}} = EP_i - EP_f$



Titik Acuan untuk Energi Potensial Gravitasi

- ▶ Tempat dimana energi potensial gravitasi bernilai nol harus dipilih untuk setiap problem
 - Pemilihannya bebas karena **perubahan** energi potensial yang merupakan kuantitas penting
 - Pilih tempat yang tepat untuk ketinggian acuan nol
 - ▶ Biasanya permukaan bumi
 - ▶ Dapat tempat lain yang disarankan oleh problem

Kekekalan Energi Mekanik

- ▶ Kekekalan secara umum
 - Untuk mengatakan besaran fisika *kekal* adalah dengan mengatakan nilai numerik besaran tersebut konstan
- ▶ Dalam kekekalan energi, energi mekanik total tidak berubah (konstan)
 - Dalam sebuah sistem yang terisolasi yang terdiri dari benda-benda yang saling berinteraksi melalui gaya konservatif, energi mekanik total sistem tidak berubah

Kekekalan Energi

- ▶ Energi **mekanik** total adalah jumlah dari energi **kinetik** dan energi **potensial** sistem

$$E_i = E_f$$

$$EK_i + EP_i = EK_f + EP_f$$

- Energi bentuk lain dapat ditambahkan guna memodifikasi persamaan di atas

Tes Konsep

Sebuah balok dari keadaan diam diluncurkan pada sebuah bidang miring tanpa gesekan dan mencapai batas bawah bidang miring dengan laju v . Untuk mencapai laju $2v$ pada batas bawah bidang miring, berapa kali ketinggian semula balok harus dilepaskan?

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4
- e. 5
- f. 6

Transfer Energi

- ▶ Melalui **Usaha**
 - Dengan memberikan gaya
 - Menghasilkan perpindahan dari sistem



Transfer Energi

► Panas

- Proses transfer panas melalui tumbukan antar molekul



Transfer Energi

► Gelombang Mekanik

- Gangguan yang menjalar melalui medium
- Contoh: suara, air, seismik



Transfer Energi

- ▶ **Transmisi Elektrik**
 - Transfer oleh arus listrik



Transfer Energi

- ▶ Radiasi Elektromagnetik
 - Berbagai bentuk gelombang elektromagnetik
 - ▶ cahaya, gelombang mikro (microwave), gelombang radio



Catatan Tentang Kekekalan Energi

- ▶ Kita tidak dapat menciptakan atau memusnahkan energi
 - Dengan kata lain energi adalah kekal
 - Jika energi total sebuah sistem tidak konstan, energi pasti telah berubah ke bentuk lain dengan mekanisme tertentu
 - Diaplikasikan ke bidang lain selain FISIKA

Daya

- ▶ *Daya* didefinisikan sebagai **laju transfer (aliran) energi**

- $\bar{P} = \frac{W}{t} = F\bar{v}$

- Satuan SI adalah **Watt** (W) : $W = \frac{J}{s} = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$

- USA & UK : hp (horsepower) :

$$1 \text{ hp} = 550 \frac{\text{ft lb}}{\text{s}} = 746 \text{ W}$$

- kilowatt hours (kWh) digunakan dalam tagihan listrik