

KERJA DAN ENERGI

22 SEPTEMBER 2008/ woro sri hastuti

Disampaikan pada perkuliahan pengembangan KDI pertemuan perdana.

PENDAHULUAN

- Gaya merupakan besaran yang menentukan sistem gerak benda berdasarkan Hukum Newton.
- Beberapa fenomena sistem gerak benda jika dianalisis menggunakan konsep gaya menjadi lebih rumit, alternatifnya menggunakan konsep energi.
- Hukum kekekalan energi banyak dimanfaatkan pada fenomena sistem banyak partikel yang melibatkan gaya-gaya yang sulit dideskripsikan.
- Konsep kerja - energi merupakan penghubung antara mekanika Newton dengan bagian ilmu fisika yang lain seperti gelombang, panas, kelistrikan dan kemagnetan.

USAHA / KERJA (WORK)

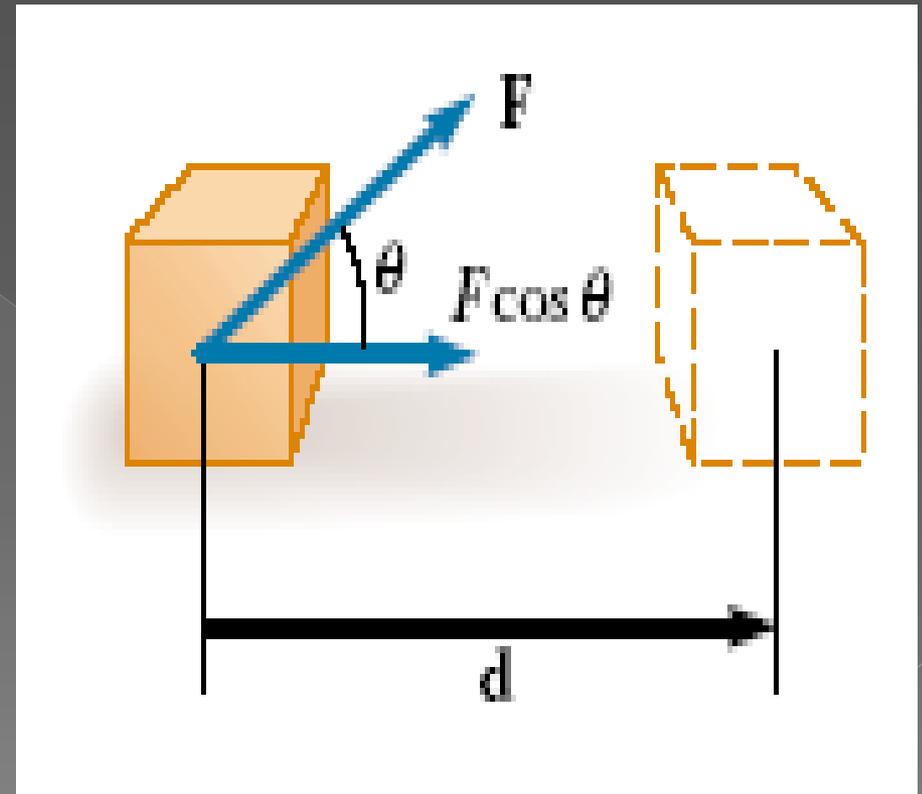
- Apa yang disebut KERJA?
- Perhatikan kejadian berikut.
- Seorang anak memindahkan kursi.
- Traktor memindahkan pasir.
- Gesekan permukaan yang menghambat gerak anak yang sedang menuruni papan luncur yang kasar.
- Jadi ada 2 komponen yang harus ada dalam kerja: pelaku yang memberikan gaya pada benda dan perpindahan benda.

DEFINISI KERJA

- Kerja (W) yang dilakukan oleh sebuah gaya pada suatu benda merupakan kemampuan gaya untuk memindahkan benda pada jarak tertentu. Gaya yang melakukan kerja adalah komponen gaya yang searah dengan arah gerak benda.

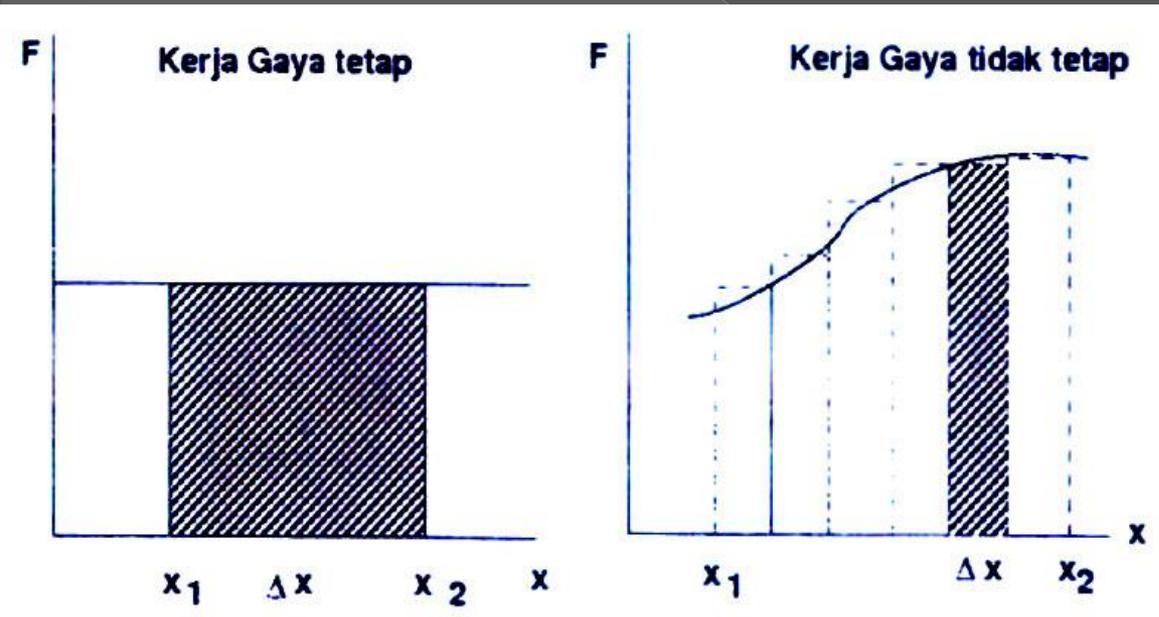
KERJA OLEH GAYA KONSTAN

- $W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d} = Fd \cos \Theta$
- Satuan kerja dalam SI adalah joule ($J = N \cdot m$). Dalam sistem Amerika Serikat, satuan kerja adalah foot-pound (ft.lb).
- Kerja merupakan besaran skalar. (Ingat perkalian titik dua buah besaran vektor).



KERJA OLEH GAYA TIDAK KONSTAN

- Untuk kerja yang dilakukan oleh **gaya yang tidak tetap** maka Pers (1) dapat



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

Gambar 2: Kerja dengan gaya tetap dan tidak tetap

- Secara matematis, kerja adalah hasil perkalian antara gaya tersebut dengan perpindahan dimana gaya tersebut bekerja. Kerja dapat bernilai positif bila tanda F & d sama, dan bernilai negatif bila tanda F & d memiliki tanda yang berlawanan.

APA ITU ENERGI ?

- ◉ Mahasiswa yang lapar, konsentrasinya berkurang.
- ◉ Motor dapat beroperasi bila ada bahan bakar.
- ◉ Peralatan listrik bekerja karena ada energi listrik.

DEFINISI

- Energi dapat timbul dalam berbagai bentuk.
- Energi selalu berhubungan dengan usaha. Secara sederhana energi dapat didefinisikan sebagai besaran yang menunjukkan kemampuan melakukan kerja atau usaha. Melepaskan energi berarti melakukan usaha dan melakukan usaha pada sesuatu berarti menambah energi pada sesuatu itu.

- Oleh karena itu energi dan usaha sebenarnya adalah konsep yang sama dan sebanding dengan satuan *joule* (satu joule didefinisikan sebagai kemampuan untuk melepaskan satu Newton gaya sejauh satu meter). Konsep energi dan usaha digunakan untuk mengetahui keadaan gerak suatu benda akibat pengaruh luar (gaya).

BENTUK-BENTUK ENERGI

- Energi Mekanik
- Energi kinetik: energi yang terkandung dalam objek yang bergerak.
- Contoh: Palu yang digerakkan untuk memaku. Palu digerakkan sehingga memiliki energi kinetik. Ketika palu mengenai paku, palu melakukan kerja ke paku sehingga paku dapat menancap pada kayu.
- Energi potensial: energi yang terkandung pada benda/ sistem karena posisi benda tersebut.

Energi Kinetik

- Kata "kinetik" berasal dari kata "kinetikos" yang artinya **gerakan**.
- Apabila kecepatan benda berubah, maka kerja yang dibutuhkan sama dengan perubahan energi kinetik yang dikenal sebagai **Teorema Kerja-Energi**

$$W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

- Sebagai contoh : hitung kerja yang dibutuhkan untuk mempercepat mobil bermassa 1000 kg dari 20m/s menjadi 30m/s

- ◉ Dengan teorema Kerja-Energi

$$W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(1000\text{kg})(30^2 - 20^2) = 2.5 \times 10^5 \text{ J}$$

- ◉ Dengan Konsep Gaya (misalkan waktu yang dibutuhkan adalah 1 detik)

$$v_2 = v_1 + at \rightarrow a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$S = v_1t + \frac{1}{2}at^2 = 25 \text{ m}$$

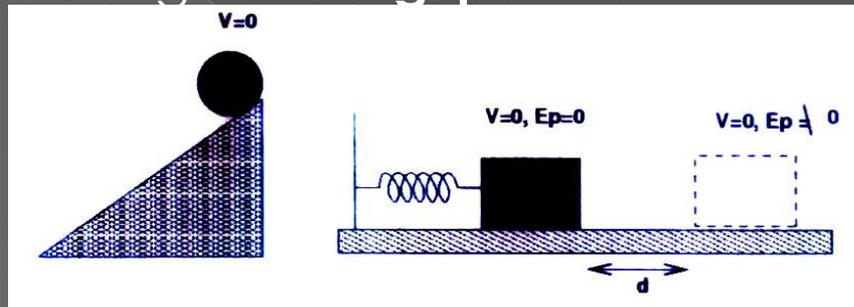
$$F = ma = (1000 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2) = 10000 \text{ N}$$

$$W = F \cdot s = (10000)(25) = 2.5 \times 10^5 \text{ J}$$

- ◉ Dari kasus ini ternyata lebih mudah menyelesaikan dengan konsep energi dibandingkan gaya

Energi Potensial

- Suatu benda mempunyai energi kinetik tidak hanya karena gerakan tetapi juga pada posisi dan konfigurasi bentuk benda yang dikenal dengan **energi potensial**.



Gambar 6: Posisi benda mempunyai energi yaitu energi potensial

- Pada sistem bandul (Gambar 4) benda bergerak dari posisi $y_1 \rightarrow$

y_2 maka kerja

$$W_g = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_1^2 mg \cdot \cos \theta dl = \int_1^2 mg dy = mg(y_2 - y_1)$$

- dapat diartikan sebagai perubahan energi potensial gravitasi.

Energi Potensial (cont)

- Energi potensial gravitasi (umum) antara dua massa adalah

$$E_p = -G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

dengan acuan $r = \infty \rightarrow E_p = 0$

- Artinya, energi potensial gravitasi pada Pers (F, c) berlaku jika gaya berat atau mg dianggap tetap dan menggunakan Pers (F, not c) berlaku umum, sangat berguna pada tinjauan gerak planet atau benda-benda yang memiliki gaya tarik gravitasi yang dianggap tidak tetap (bergantung pada jarak).

- Energi listrik: energi potensial elektromagnetik dan energi kinetik elektron yang mengalir pada penghantar dan pada peralatan listrik.
- Energi kimia: energi potensial dan energi kinetik pada atom dan molekul.
- Energi nuklir: energi potensial inti.
- Energi dalam gas ideal: energi kinetik partikel-partikel gas ideal

TEOREMA KERJA - ENERGI

- Total usaha adalah usaha yang dilakukan oleh semua gaya yang bekerja pada benda. Nilai total usaha bergantung pada suatu kuantitas akhir dan awal. Total usaha yang bekerja pada suatu benda sama dengan perubahan energi kinetik.

Gaya Konservatif

- Gaya konservatif adalah gaya yang hanya tergantung pada posisi, kerja gaya ini hanya tergantung pada posisi awal dan **akhir** dan *tidak tergantung pada lintasannya !* contoh gaya konservatif adalah *gaya gravitasi, gaya pegas, gaya listrik* dan gaya non-konservatif, contohnya *gaya gesek*
- Gaya konservatif dan Energi potensial
Hubungan antara gaya konservatif dan energi potensial dapat dinyatakan