

ENERGI DAN MOMENTUM

Staf Pengajar Fisika

Departemen Fisika, FMIPA, IPB

KONSEP KERJA-ENERGI

- Merupakan konsep alternatif untuk menyelesaikan persoalan gerak
- Dikembangkan dari konsep gaya dan gerak
- Merupakan penghubung antara mekanika Newton dengan bagian ilmu fisika yang lain seperti gelombang, fisika panas, dan listrik magnet
- Penghubung antara ilmu fisika dengan bidang ilmu lainnya (kimia, elektro, mesin, ilmu gizi dll)
- Tujuan Instruksional: Setelah pertemuan ini peserta diharapkan dapat menentukan besaran-besaran usaha, gaya dan energi dan daya dalam persoalan mekanika sederhana

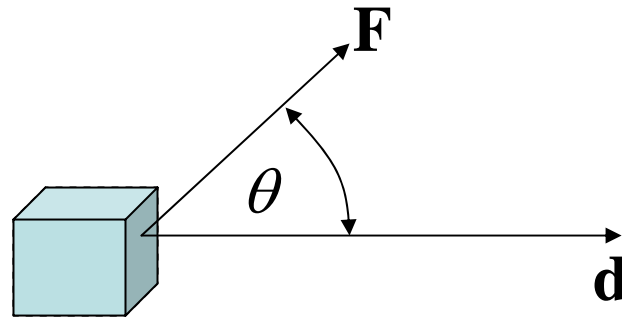
Apakah kerja itu?

- Orang memindahkan bangku dari satu tempat ke tempat lain
- Mesin traktor memindahkan tanah
- Semut membawa makanan
- Orang, mesin traktor dan semut melakukan usaha/kerja (mekanik)
- Dua komponen yang harus ada dalam usaha/kerja:
 - pelaku yang memberikan **gaya** pada benda
 - dan **perpindahan** benda

KERJA

KERJA (W) yang dilakukan oleh sebuah gaya pada suatu benda sebagai hasil perkalian titik antara gaya tsb dengan perpindahan dimana gaya itu bekerja

$$W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d} = Fd \cos \theta$$



- Gaya dianggap konstan
- Kerja merupakan besaran skalar
- Satuan ; SI : joule ($J = N \cdot m$)
cgs : erg ($erg = dyne \cdot cm$)

Contoh

- Seorang mahasiswa mengangkat buku bermassa 0,5 kg dari lantai ke atas meja yang tingginya 75 cm dengan melawan gaya gravitasi. Tentukan:
 - A. Kerja yang dilakukan oleh mahasiswa tsb
 - B. Kerja yang dilakukan gaya gravitasi

APAKAH ENERGI ITU?

- Seseorang yang sedang mengalami kelaparan yang hebat tidak dapat bekerja dengan baik
- Seorang tukang becak biasanya makannya banyak agar memperoleh banyak energi
- Sebuah mobil memerlukan bahan bakar sebagai sumber energi agar dia bisa bergerak
- Energi listrik diperlukan agar alat-alat listrik dapat berkerja
- **Energi adalah suatu besaran yang menunjukkan kemampuan untuk melakukan kerja**

DUA BENTUK ENERGI MEKANIK

- **ENERGI KINETIK:** energi yang terkandung dalam objek yang bergerak
 - Palu digerakkan agar mempunyai energi kinetik sehingga ketika palu mengenai paku, palu dapat melakukan kerja terhadap paku sehingga paku dapat menancap pada dinding
- **ENERGI POTENSIAL:** energi yang terkandung dalam suatu sistem/benda karena konfigurasi sistem tersebut atau karena posisi benda tersebut
 - Untuk menancapkan tiang-tiang pancang pada pekerjaan konstruksi bangunan, beban ditarik ke atas kemudian dilepaskan sehingga menumbuk tiang pancang,

BENTUK ENERGI LAIN

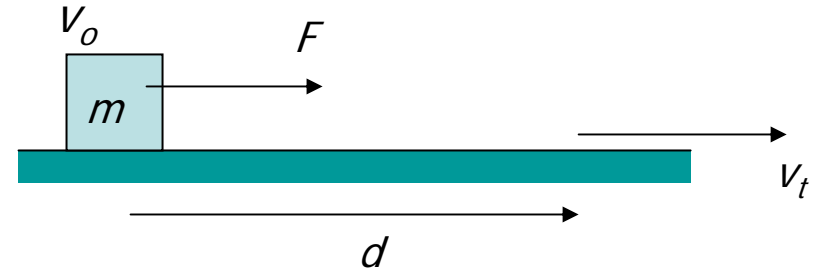
- Energi listrik: energi potensial elektromagnetik dan energi kinetik elektron yang mengalir pada penghantar dan pada peralatan listrik
- Energi kimia: energi potensial elektromagnetik dan energi kinetik pada atom dan molekul
- Energi dalam gas ideal: energi kinetik partikel-partikel gas ideal
- Energi nuklir: energi potensial inti (kuat dan lemah) dalam bentuk energi ikat inti atau massa (dari kesetaraan massa dengan energi)

BAGAIMANA MEKANISME PERUBAHAN BENTUK ENERGI?

- KERJA OLEH GAYA-GAYA DAPAT MERUBAH BENTUK ENERGI
- INTERAKSI DAPAT MERUBAH BENTUK ENERGI
- Contoh: PLTA
 - Air sungai di tempat yang tinggi mempunyai energi potensial yang besar
 - Jika air sungai mendapati terjunan, maka gaya gravitasi merubah energi potensial air terjun menjadi energi kinetik
 - Ketika air terjun ini menumbuk turbin, maka kerja oleh gaya tumbukan ini merubah energi kinetik air terjun menjadi energi kinetik turbin
 - Kerja oleh turbin yang membawa kumparan untuk berputar merubah energi kinetik turbin menjadi energi listrik

ENERGI KINETIK

- Pada kotak bermassa m bekerja gaya neto F
- Hukum II Newton: $a = F/m$
- Kerja oleh gaya F : $W = F d$



$$W = \frac{1}{2} m v_t^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

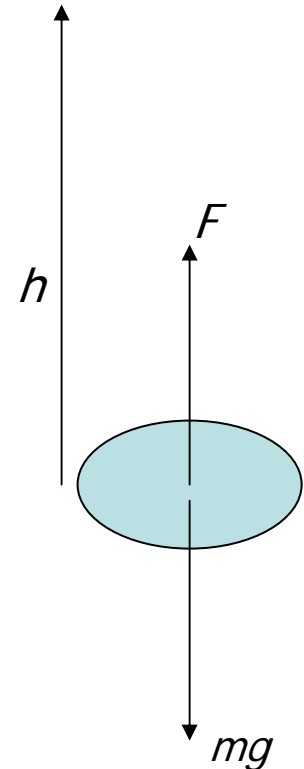
Kerja oleh gaya neto menghasilkan perubahan energi kinetik

- Energi Kinetik:
 - $EK = \frac{1}{2} m v^2$

ENERGI POTENSIAL GRAVITASI BUMI

- Benda bermassa m dibawa ke atas oleh gaya F melawan gaya gravitasi sehingga benda tersebut selalu dalam kesetimbangan.
- Kerja oleh gaya F :
 - $W_F = F h = mgh$
- Kerja oleh gaya gravitasi:
 - $W_g = - mgh$
- Energi Potensial Gravitasi bumi:
 - $EP = mgh$

Negatif dari kerja oleh gaya gravitasi bumi menghasilkan perubahan energi potensial gravitasi bumi



Contoh:

- Sebuah batu bermassa 2 kg dijatuhkan dari ketinggian 5 m. Bila gesekan diabaikan, tentukan
 - Perubahan energi potensial benda
 - energi kinetik pada saat dia sampai di tanah
 - Kecepatan benda saat menyentuh tanah

Kekekalan Energi Mekanik

- Gaya Konservatif:
 - Kerja oleh gaya konservatif tidak tergantung lintasan, tapi hanya tergantung titik awal dan akhirnya saja
 - Contoh: gaya gravitasi, gaya pegas
- Jika gaya total merupakan gaya konservatif maka:
 - $(EP + EK)_{akhir} = (EP + EK)_{awal}$

Contoh

- Seorang mahasiswa mengendarai sepeda dari tempat parkir di FMIPA ke asrama putra. Pada saat mencapai pertigaan, awal jalan menurun menuju asrama, kelajuan sepeda adalah 5 m/s dan mahasiswa tersebut berhenti mengayuh sepeda dan sepedanya dibiarkan melaju tanpa direm. Ketika hampir sampai asrama ternyata kelajuan sepedanya mencapai 15 m/s . Berapakah kira-kira beda ketinggian antara jalan di depan asrama dan di pertigaan tersebut?

DAYA

Daya adalah laju transfer energi dari satu sistem ke sistem lain.

Jika sebuah gaya F bekerja pada suatu partikel dengan kecepatan v , maka daya yang dihasilkan adalah :

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

Satuan SI adalah watt (W) :

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

Contoh :

Sebuah mobil sedan dapat menghasilkan gaya sebesar $2 \times 10^4 \text{ N}$. Jika mobil tersebut melaju dengan kelajuan rata-rata 40 m/s tentukan daya mobil tersebut.

Pertanyaan yang sama untuk sebuah truk yang dapat menghasilkan gaya 10^5 N yang melaju dengan kelajuan rata-rata 10 m/s

Konsep Impuls-Momentum

- Dalam proses yang sebenarnya seringkali didapatkan keadaan
 - Gaya bekerja dalam waktu yang sangat singkat, seperti dalam proses tumbukan atau peluruhan
 - Melibatkan banyak massa sekaligus
- Konsep Impuls-Momentum memudahkan kita untuk menyelesaikan persoalan seperti ini.
- Tujuan Instruksional: Setelah pertemuan ini mahasiswa dapat menentukan besaran-besaran mekanika dengan menggunakan konsep Impuls-Momentum

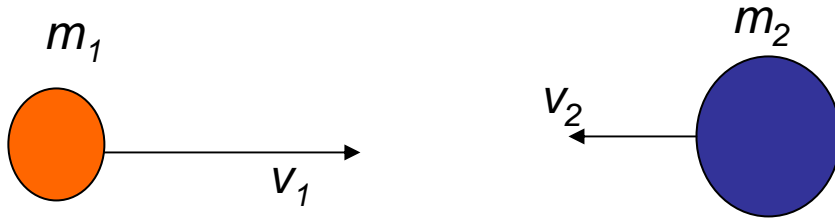
IMPULS = PERUBAHAN MOMENTUM

- Gaya Impulsif: gaya yang sangat besar tetapi berlangsung dalam waktu yang sangat singkat.
- Jika pada suatu benda bekerja gaya impulsif maka gaya lain dapat diabaikan
- Impuls :

$$I = \bar{F}\Delta t = m\bar{a}\Delta t = m\Delta v = \Delta p$$

- Contoh: Zinedine Zidane menendang bola mati sehingga sesaat setelah ditendang, bola berkelajuan 20 m/s. Jika massa bola 0,8 kg, dan waktu kontak antara kaki dan bola adalah 0,02 sekon, tentukan gaya rata-rata yang dilakukan Zidane pada bola! Bandingkan besar gaya tersebut dengan berat bola! (Ingat: impuls dan momentum merupakan besaran-besaran vektor)

TUMBUKAN



- Gaya-gaya yang bekerja pada proses tumbukan adalah pasangan gaya aksi-reaksi.
- Berlaku hukum kekekalan momentum total
- Elastisitas e : perbandingan besar kecepatan relatif antar kedua benda sesudah dan sebelum tumbukan. Harga e berkisar antara 0 (tak lenting) dan 1 (lenting)

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$e = \left| \frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1} \right|$$

Contoh:

- Sebuah peluru bermassa 20 gram ditembakkan pada bandul balistik bermassa 1980 gram sehingga akhirnya peluru bersarang dalam bandul. Jika sesaat setelah tumbukan kecepatan bandul dan peluru adalah 2 m/s, tentukan kecepatan peluru sebelum menumbuk bandul

PENUTUP

- Konsep Kerja-Energi dan Impuls-Momentum adalah konsep alternatif untuk menyelesaikan masalah mekanika
- Pada pertemuan yang akan datang akan dibahas mekanika fluida.
- Persiapkan diri anda dengan mengenali besaran-besaran yang terkait dengan mekanika fluida seperti tekanan, kecepatan aliran, rapat massa dll.