BAB-6
MACHINES

MACHINES

- Peralatan yang menggunakan daya untuk melakukan tugas tertentu.
- Pada kepentingan tertentu alat tersebut dinamakan *engines*
- Yang memiliki kemampuan untuk merubah berbagai macam bentuk energi menjadi kerja

Efisiensi dan Daya

- Pada dasarnya proses dari sebuah *engine* dapat dituliskan dengan persamaan

- Efisiensi *e* adalah perbandingan antara kerja yang dihasilkan dengan energi yang dikonsumsi

Efisiensi dan Daya

- Daya P dari mesin adalah nilai kerja yang diproduksi.

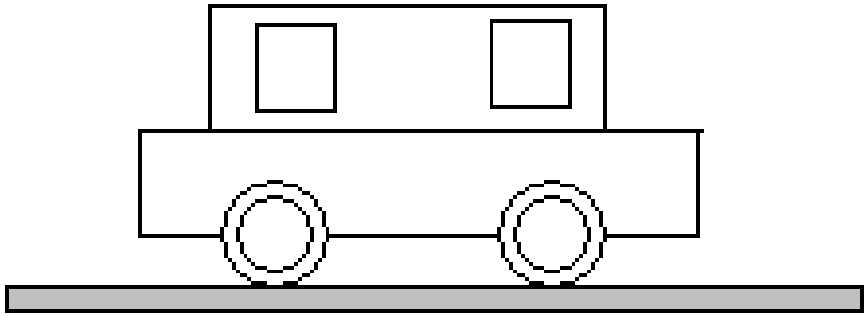
$$P = \frac{W}{t}$$

- Satuan dari daya adalah joule persekon atau watt (W)

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

$$1\ \mathrm{hp} = 746\ \mathrm{W}$$

Contoh



- Daya dari mesin mobil adalah 85 hp. Ini setara dengan?

$$\mathrm{P} = 85\ \mathrm{hp} \times 746\ \mathrm{W/hp} = 63{,}400\ \mathrm{W} = 63.4\ \mathrm{kW}$$

- Jika efisiensinya adalah 0.25, berapa energi yang dipakainya?

$$E_{\text{input}} = \frac{W}{e} = \frac{1\ \mathrm{J}}{0.25} = 4\ \mathrm{J}$$

- Jadi besar pemakaian energinya adalah 1/*e* kali daya

$$\text{Besar pemakaian energi} = \frac{P}{e} = \frac{63.4\ \mathrm{kW}}{0.25} = 254\ \mathrm{kW}$$

Pesawat Sederhana

- Pesawat sederhana adalah alat yang dapat mengubah besar atau arah dari gaya yang dikerjakan.
- Seluruh pesawat sederhana bekerja berdasarkan prinsip yang sama.
- Contoh sebuah katrol, gaya ke bawah $\mathbf{F}_1$ menjadi gaya ke atas $\mathbf{R}_2$.
- Kerja $W_1 = F_1 d_1$ yang dilakukan oleh $\mathbf{F}_1$ untuk menggerakkan tali ke bawah sejauh d_1 sama dengan kerja $W_2 = F_2 d_2$ yang dilakukan oleh $\mathbf{R}_2$ untuk bergerak ke atas sejauh d_2.

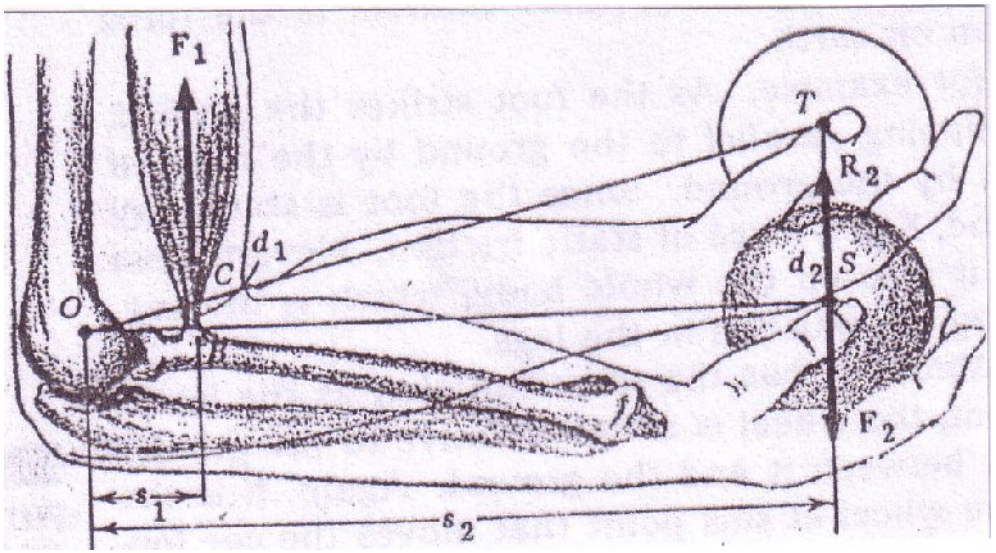
Pesawat Sederhana

- Karena jarak antara d_1 dan d_2 sama, gaya $\mathbf{F}_1$ dan $\mathbf{R}_2$ pun sama.
- Perbandingan dari besar gaya $\mathbf{F}_1$ dengan besar gaya $\mathbf{R}_2$ disebut dengan keuntungan mekanik *M* dari mesin

$$M = \frac{R_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

Pesawat Sederhana

- Pesawat sederhana yang terdapat pada makhluk hidup adalah pengungkit.
- Torsi pada titik *O* digunakan oleh gaya yang bekerja pada lengan adalah $F_1 s_1$ dan $-F_2 s_2$. $\mathbf{F}_2$ adalah gaya yang digunakan pada tangan oleh bola. Karena lengan mendekati kesetimbangan, jumlah dari torsi tersebut mendekati nol,jadi



Pesawat Sederhana

$$F_1 s_1 - F_2 s_2 = 0$$

atau

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{s_1}{s_2}$$

Tetapi besar $\mathbf{F}_2$ sama dengan besar $\mathbf{R}_2$. dan s_1/s_2 sama dengan d_1/d_2 karena segitiga *BOC* dan *SOT* sama. keuntungan mekanik dari pengungkit adalah

$$M = \frac{R_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

Metabolic Rate

- Energi dari mahluk didapat dari makanan dikeluarkan dalam bentuk kerja dan panas.
- Nilai energi yang dikeluarkan disebut nilai metabolic
- Nilai metabolic yang digunakan seseorang dalam suatu aktivitas diukur dengan cara mengumpulkan seluruh udara yang dihembuskan kira-kira sekitar 5 menit.
- Kandungan oksigen dari udara yang sudah tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan jumlah oksigen yang dikonsumsi permenit.

Metabolic Rate

- Oksigen yang dikonsumsi bereaksi dengan karbohidrat, lemak dan protein dalam tubuh, rata-rata mengeluarkan energi sekitar 4.8 kkal = 2.0 X 10^4 J untuk tiap liter oksigen yang dikonsumsi
- Contoh, seorang pria mengkonsumsi 1.45 l oksigen permenit selama mengendarai sepeda. Berapa nilai metabolicnya.
- $(1.45\ \text{l/menit})(2.0 \times 10^4\ \text{J/l}) = 2.90 \times 10^4\ \text{J/menit}$

  $= 483\ \text{J/s} = 483\ \text{W}$

Basal Metabolic Rate

- Nilai metabolic seseorang bergantung terhadap ukuran dan aktifitas fisiknya.
- Nilai metabolic diukur dibawah kondisi standar yang disebut *basal condition*, dimana pada keadaan seperti ini nilai metabolic normal sebanding dengan total luas permukaan dari tubuh seseorang.
- Contoh, sementara pada *basal condition* seseorang mengkonsumsi 15 l oksigen per jam, jadi nilai metabolic adalah
- $(15\ \text{l/jam})(2.0 \times 104\ \text{J/l}) = 3.0 \times 105\ \text{J/jam}$

  $= 83.3\ \text{W}$

Basal Metabolic Rate

- BMR ditentukan oleh kombinasi genetic dan factor lingkungan seperti
- Genetik.
- Jenis kelamin.
- Umur.
- Berat badan.
- Luas permukaan tubuh.
- Temperatur tubuh.
- Kelenjar.

Basal Metabolic Rate

- Jika luas permukaan tubuhnya adalah 1.7 m^2, Basal Metabolic Rate (BMR) adalah

$$\mathrm{BMR} = \frac{83.3\ \mathrm{W}}{1.7\ \mathrm{m}^2} = 49\ \mathrm{W/m}^2$$

- Perbandingan BMR dengan luas tubuhnya adalah *scaling law*
- Jadi nilai metabolicnya diberi skala L^2.

Pengukuran Basal Metabolic Rate

- **The Harris-Benedict formula (BMR based on total body weight)**
- ✓ Pria: BMR = 66 + (13.7 X Berat badan dalam kg) + (5 X Tinggi badan dalam cm) - (6.8 X Umur dalam tahun)
- ✓ Women: BMR = 655 + (9.6 X Berat badan dalam kg) + (1.8 X Tinggi badan dalam cm) - (4.7 X Umur dalam tahun)
- ✓ Contoh
- ✓ Wanita, 30 tahun, tinggi 5' 6 " (167.6 cm), berat badan 120 pon. (54.5 kg)
- ✓ BMR = 655 + 523 + 302 - 141 = 1339 kalori/hari

Pengukuran Basal Metabolic Rate

- **Katch-McArdle formula (BMR based on lean body weight)**
- BMR (pria dan wanita) = 370 + (21.6 X massa dalam kg)
- Example:
- Wanita, berat badan 120 pon. (54.5 kg),persentase tubuh 20% (24 pon. lemak, 96 pon. lean)
- lean mass adalah 96 pon. (43.6 kg)
- BMR = 370 + (21.6 X 43.6) = 1312 kalori

Basal Metabolic Rate

- Karena oksigen dibutuhkan untuk metabolisme dikirim oleh darah, nilai metabolic sebanding dengan volume darah yang dipompa oleh jantung persekon. Ini sebanding dengan volume V jantung dikali kecepatan jantung r (jumlah detak jantung perdetik). Kemudian kita dapatkan

$$P \propto Vr$$

- Jadi r diberi skala P/V. Karena P diberi skala L^2 dan V diberi skala L^3, r diberi skala $L^2/L^3 = L^{-1}$