

# **BAB 1**

## **TEKANAN, KERJA, DAYA DAN ENERGI**

### **I-1. Gaya (Force)**

Gaya didefinisikan sebuah dorongan atau tarikan. Sesuatu yang cenderung mendorong benda untuk melakukan suatu gerakan atau untuk membantu gerakan benda untuk berhenti, atau untuk mengubah arah gerakan. Gaya juga dapat merubah ukuran atau bentuk sebuah benda. Benda tersebut dapat berupa belitan, belokan, rentangan, yang ditekan atau yang lainnya yang berubah bentuk oleh gerakan akibat sebuah gaya. Gaya lebih dikenal sebagai berat (weight). Berat suatu benda dapat diukur dengan gaya yang didesakan pada benda oleh tarikan gravitasi bumi (Gambar I-1). Ada banyak gaya selain gaya gravitasi, semua gaya diukur dengan satuan berat. Namun demikian, kebanyakan gaya diberi satuan dalam pound (lb) dan satuan lain juga dapat digunakan.

### **I-2. Tekanan (Pressure)**

Tekanan adalah gaya per satuan luas. Tekanan dapat digambarkan dengan mengukur intensitas gaya menyentuh permukaan. Dapat juga, gaya yang mengelilingi luas, tekanan dalam beberapa bentuk yang menempel pada permukaan adalah sama dan dapat dapat dihitung dengan membagi total gaya yang menekan dengan luas total yang digunakan gaya. Persamaan tersebut dapat ditulis :

$$P = \frac{F}{A}$$

Di mana           : P = Tekanan  
                      F = Gaya total  
                      A = Luas total

### **I-3. Mengukur Tekanan**

Tekanan diukur dengan satuan gaya per satuan luas. Satuan tekanan sering menggunakan dalam pound per square (psi). Namun demikian, tekanan, seperti juga gaya

bahan yang baik dan handal dalam besaran satuan gaya dan luas yang dapat berupa pound per square foot, ton per square foot, gram per square centimeter dan lain-lain

Contoh I-1 :

Tangki segiempat, ukuran alas 2 x 3 feet, diisi air. Jika berat total air 432 lb, hitunglah tekanan yang dibuat air pada dasar tangki.

a. Pound per square foot (psf)

b. Pound per square inch (psi)

*Jawab :*

a. Luas dasar tangki :  $2 \times 3 = 6 \text{ f}^2$

Berat total air : 432 lb

P adalah :  $\frac{432}{6} = 72 \text{ psf}$

b. Luas dasar tangki :  $24 \times 36 = 864 \text{ f}^2$

Berat total air : 432 lb

P adalah :  $\frac{432}{864} = 0,5 \text{ psi}$

Contoh soal di atas diilustrasikan pada gambar !-2. Catatan bahwa tekanan pada dasar tangki dalam pound per square foot ekuivalen dengan tekanan gaya yang diberikan oleh berat kolom air sebesar 1 square foot, dan tekanan dalam pound per square inch ekuivalen dengan tekanan gaya yang diberikan oleh kolom air sebesar 1 square inch, gaya yang diberikan per square foot adalah 144 kali lebih besar dari gaya yang diberikan per square inch.

#### **I-4. Tekanan Atmosfir**

Bumi dikelilingi oleh atmosfer dan udara, dimana memanjang dari atas sampai permukaan bumi kira-kira 50 mil atau lebih. Udara mempunyai berat, dan berat tersebut karena udara memberikan tekanan pada permukaan bumi. Tekanan yang diberikan oleh atmosfer disebut **Tekanan Atmosfir**.

Berat satu kolom udara mempunyai luas  $1 \text{ in.}^2$  dan luas permukaan bumi dari permukaan laut sampai atmosfer sebesar 14,696 lb. Meskipun demikian, tekanan pada permukaan bumi pada permukaan laut dihasilkan dari berat atmosfer adalah 14,696 psi. Sudah jelas untuk membuat tekanan atmosfer yang normal atau standar pada permukaan

laut, kadang-kadang dijadikan patokan tekanan atmosfer. Sebenarnya, tekanan atmosfer tidak selalu konstan, tetapi akan berbeda setiap jamnya bergantung pada temperatur, kandungan uap air, dan beberapa faktor lain.

Karena perbedaan ketinggian kolom, maka tekanan satu kolom udara mempunyai luas yang lebih kecil ketika diambil pada ketinggian 1 mil diatas permukaan laut dibandingkan dengan dipermukaan laut. Oleh karena itu, tekanan atmosfer akan meningkat jika ketinggian meningkat.

Gambar I-1

### **I-5. Barometer**

Barometer digunakan untuk mengukur tekanan atmosfer. Barometer sederhana untuk mengukur tekanan atmosfer yaitu yang menggunakan ketinggian kolom air raksa (merkuri) yang ditunjukkan oleh isi air raksa pada tabung kaca 36 inchi atau lebih panjang dan ditutup salah satu ujungnya. Merkuri dimasukkan ke dalam tabung ditutup oleh jari bagian yang terbuka kemudian dibalik dan dimasukkan ke dalam bejana yang berisi merkuri. Ketika jari dibuka dari tabung, maka permukaan merkuri akan turun dan pada ujung yang tertutup akan terdapat bagian yang vakum. Ketinggian merkuri dalam tabung akan mengukur tekanan yang ditunjukkan oleh atmosfer dan dibaca dalam satuan ‘inchi kolom merkuri’ (in. Hg). Tekanan normal atmosfer dipermukaan laut (14,696 psi) menekan kebawah bejana merkuri yang akan menyebabkan merkuri pada tabung akan naik sampai ketinggian 29, 921 inchi (Gambar I-3). Ketinggian kolom merkuri 29,921 inchi sama dengan tekanan 14,696 psi. Didapatnya 29, 921 in. Hg pada 14,696 psi dapat ditentukan bahwa tekanan 1 psi ekuivalen dengan tekanan 2,036 in. Hg. Kemudian, 1 in. Hg sama dengan 1/2,036, atau 0,491 psi dan dapat ditulis dengan persamaan :

$$\text{In. Hg} = \frac{\text{psi}}{0,491} \quad \text{dan} \quad \text{psi} = \text{in. Hg} \times 0,491$$

Contoh I-2 :

Berapakah tekanan atmosfer dalam psi jika pada barometer terbaca 30,2 in Hg ?

*Jawab :*

$$\begin{aligned} P &= 30,2 \times 0,491 \\ &= 14,83 \text{ psi} \end{aligned}$$

Contoh I-3 :

Berapa ketinggian merkuri jika tekanan atmosfer 14,5 psi

*Jawab :*

$$P = \frac{14,5}{0,491} = 29,53 \text{ in. Hg.}$$

Gambar I-2

### **I-6. Alat Ukur Tekanan (Pressure Gages)**

Alat ukur tekanan adalah instrument yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida (gas atau cairan) dalam bejana tertutup. Alat ukur tekanan sering digunakan dalam industri refrigerasi, ada dua tipe yaitu manometer dan tabung bourdon (bourdon tube).

### **I-7. Manometer**

Manometer menggunakan kolom cairan untuk mengukur tekanan, ketinggian kolom menunjukkan besarnya tekanan. Cairan yang digunakan pada manometer biasanya air atau merkuri. Jika merkuri yang digunakan, maka alat itu disebut manometer merkuri (mercuri gage) dan jika air yang digunakan, maka alat itu disebut manometer air (water gage).

Manometer merkuri yang sederhana diilustrasikan pada gambar I-4a, I-4b, I-4c. Tabung gelas berbentuk U yang terbuka pada kedua ujungnya dan sebagian berisi merkuri. Jika kedua ujung tabung U terbuka ke atmosfer, maka tekanan atmosfer akan menekan merkuri dalam kedua sisi tabung dan ketinggian kedua kolom merkuri tersebut sama. Ketinggian kedua kolom merkuri ditandai sebagai titik 0 pada skala dan skala dikalibrasi dalam inchi untuk membaca perbedaan kolom merkuri dari kondisi 0.

Ketika digunakan, satu sisi tabung U dihubungkan dengan bejana yang telah diukur. Tekanan dalam bejana bergerak pada satu sisi tabung yang melawan tekanan atmosfer pada sisi tabung yang terbuka. Jika tekanan dalam bejana lebih besar dari tekanan atmosfer, maka kedudukan merkuri pada tabung U yang dihubungkan dengan bejana akan menekan merkuri pada sisi yang terbuka sehingga naik pada jumlah yang sama (Gambar I-4b). Jika tekanan pada bejana lebih kecil dari tekanan atmosfer, permukaan merkuri pada sisi yang terbuka akan mendesak permukaan merkuri yang dihubungkan dengan bejana sehingga naik dengan jumlah yang sama (Gambar I-4c). Pada kasus lain, perbedaan ketinggian pada kedua kolom merkuri akan diukur perbedaannya dalam tekanan yaitu antara tekanan total fluida dalam bejana dan tekanan atmosfer.

Pada gambar I-4, permukaan merkuri 2 inchi dibawah 0 pada sisi yang dihubungkan dengan bejana dan 2 inchi diatas titik 0 pada sisi tabung yang terbuka. Hal tersebut menunjukkan bahwa tekanan dalam bejana menekan tekanan atmosfer sebesar 4 in. Hg (1,96 psi). Pada gambar I-4c, menunjukkan kedudukan merkuri 2 inchi pada sisi tabung terbuka pada atmosfer dan naik 2 inchi pada sisi yang dihubungkan dengan bejana, menunjukkan bahwa tekanan di bejana 4 in. Hg (1,96 psi) dibawah tekanan atmosfer. Tekanan di bawah atmosfer sering disebut tekanan “vakum” dan dibaca dalam satuan ‘vakum inchi merkuri’.

Manometer menggunakan air untuk pengukuran untuk pengukuran fluida terutama digunakan untuk pengukuran tekanan yang sangat kecil. Karena adanya perbedaan berat jenis (density) antara air dan merkuri, tekanan akan kecil sehingga tidak akan tampak pada kolom merkuri dan akan mudah terdeski oleh ketinggian kolom air. Tekanan atmosfer akan mendorong kolom merkuri hanya 29,921 inchi, kolom air akan terangkat kira-kira 34 feet. Tekanan 1 psi akan menaikkan kolom air 2,31 ft atau 27,7 inchi dan 1 inchi kolom air ekuivalen 0,036 psi. Tabel I-1 menunjukkan hubungan antara berbagai pengukuran tekanan.

Gambar I-3

Gambar I-4a

Gambar I-4b

Gambar I-4c

Gambar I-5

### **I-8. Tabung Ukur Bourdon (Bourdon Tube Gage)**

Karena tabungnya terlalu panjang, tipe manometer tidak praktis untuk mengukur tekanan di atas 15 psi dan lebih kurang terbatas untuk mengukur tekanan yang relatif kecil dala saluran udara.

(a)

(b)

(c)

Gambar I-6

Alat ukur tabung bourdon penggunaanya lebih luas untuk mengukur tekanan yang tinggi yang ditemui dalam system refrigerasi. Mekanisme penggerak tabung ukur bourdon diilustrasikan pada gambar I-5. Tabung bourdon itu sendiri adalah sebuah kurva, bentuk elip, tabung metalik yang akan menjaga agar tekanan fluida dalam tabung meningkat dan lingkaran akan rapat jika tekanan menurun. Beberapa perubahan dalam kurva tabung dihubungkan pada system gir untuk menunjukkan angka. Petunjuk dan besarnya angka (pointer) bergerak bergantung pada petunjuk dan besarnya perubahan dalam kurva tabung.

Tabung ukur bourdon sangat kasar dan digunakan untuk mengukur tekanan di bawah dan di atas tekanan atmosfer. Tabung ukur bourdon yang didesain untuk mengukur tekanan di atas atmosfer disebut **Pressure Gage** (Gambar I-6a) dan pada umumnya mempunyai satuan *psi*. Tabung ukur bourdon yang didesain untuk membaca tekanan di bawah tekanan atmosfer disebut **Vacuum Gage** dan biasanya dalam satuan *inchi merkuri* (Gambar I-6b). Dalam beberapa kasus, **single gage** atau disebut **compound gage** dibuat untuk mengukur tekanan di atas dan di bawah tekanan atmosfer. Alat tersebut mempunyai

satuan *psi* untuk tekanan di atas atmosfer dan *inchi merkuri* untuk tekanan di bawah atmosfer.

### **I-9. Tekanan Absolut dan Tekanan Ukur**

Tekanan absolut adalah tekanan total atau tekanan sebenarnya dari fluida. Tekanan ukur adalah tekanan yang ditunjukkan oleh pengukuran. Hal ini penting untuk dipahami bahwa pengukuran dibaca nol pada tekanan atmosfer dan baik manometer maupun tabung ukur bourdon mengukur tekanan total atau sebenarnya dari fluida pada bejana. Perbedaan pengukuran keduanya hanya dalam tekanan antara tekanan total fluida dalam bejana dan tekanan atmosfer. Jika tekanan fluida besar dibandingkan dengan tekanan atmosfer, maka tekanan absolut fluida dalam bejana adalah ditentukan oleh penjumlahan tekanan atmosfer dan tekanan pengukuran. Jika tekanan fluida lebih kecil dari tekanan atmosfer, maka tekanan absolut fluida didapat dari pengurangan tekanan ukur dari tekanan atmosfer. Persamaan antara tekanan absolut dan tekanan ukur ditunjukkan pada grafik dalam Gambar I-7.

Contoh I-4 :

Tekanan ukur pada refrijeran dikondenser 120 psi. Berapakah tekanan absolut refrijeran dalam kondenser ?

*Jawab :*

Karena barometer tidak dapat membaca, diasumsikan bahwa tekanan atmosfer adalah normal yaitu 14,696 psi dan tekanan refrijeran di atas tekanan atmosfer, tekanan absolut refrijeran sama dengan tekanan ukur ditambah tekanan atmosfer.

Tekanan atmosfer = 120 psi

Tekanan ukur = 14,696 psi

Tekanan absolut refrijeran adalah 134,696 psi

Gambar I-7

Contoh I-5 :

Alat ukur kompond pada suction sisi uap pada kompresor dibaca 5 in. Hg. Pada barometer terbaca mendekati 29,6 in. Hg. Tentukan tekanan absolut jika uap masuk ke kompresor.

*Jawab :*

Oleh karena, tekanan uap yang masuk ke kompresor lebih kecil dari tekanan atmosfer, maka tekanan absolut uap dihitung dengan mengurangi tekanan ukur dari tekanan atmosfer.

$$\text{Tekanan atmosfer} = 29,6 \text{ in. Hg}$$

$$\text{Tekanan ukur} = 5,0 \text{ in. Hg}$$

$$\text{Tekanan absolut} = 24,6 \text{ in. Hg}$$

$$\text{atau Tekanan absolut} = 24,6 \times 0,491 = 12,08 \text{ psi}$$

Contoh I-6 :

Selama kompresi tekanan ukur uap naik dari 10 in. Hg menjadi 125 in. Hg. Hitunglah total kenaikan tekanan dalam psi ?

*Jawab :*

Oleh karena kenaikan tekanan dari 10 in. Hg di bawah tekanan atmosfer sampai 125 psi di atas tekanan atmosfer, total kenaikan tekanan adalah perjumlahan dari kedua tekanan tersebut.

$$\text{Tekanan awal} = 10 \text{ in. Hg}$$

$$\text{Tekanan di bawah atmosfer} = 10 \times 0,491 = 4,91 \text{ psi}$$

$$\text{Tekanan akhir di atas atmosfer} = 125 \text{ psi}$$

$$\text{Total kenaikan tekanan} = 129,91 \text{ psi}$$

### **I-10. Kerja (Work)**

Kerja sesuatu yang dilakukan ketika gaya bekerja pada benda yang bergerak sejauh benda itu.. Jumlah kerja yang dilakukan adalah gaya yang dihasilkan dan sejauh jarak, dimana gaya bekerja. Hubungan tersebut ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$W = F \times I$$

Dimana :  $W =$  +Kerja yang dilakukan

$F =$  Gaya

$I =$  Jarak sejauh gaya yang bekerja

Kerja yang dilakukan selalu dinyatakan dalam bentuk satuan yang sama dengan yang digunakan untuk menyatakan besarnya gaya dan jarak. Untuk jarak, jika gaya

dinyatakan dalam pound (lb) dan jarak dinyatakan dalam feet (ft), kerja yang dilakukan dinyatakan dalam foot-pound (ft-lb). Foot-pound satuan yang sering digunakan untuk mengukur kerja.

Contoh I-7 :

Fan ventilasi mempunyai berat 315 lb dikerek keatap sebuah gedung 200 ft diatas tingkat dasar. Berapa banyak kerja yang dilakukan ?

*Jawab :*

$$\begin{aligned}\text{Berat fan} &= 315 \text{ lb} \\ \text{Jarak fan dikerek} &= 200 \text{ ft} \\ \text{Kerja yang dilakukan} &= 315 \text{ lb} \times 200 \text{ ft} \\ &= 63.000 \text{ ft-lb}\end{aligned}$$

### **I-11. Daya (Power)**

Daya adalah jumlah kerja yang dilakukan. Daya adalah kerja yang dilakukan yang didapat dari waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kerja. Satuan daya adalah tenaga kuda (Horsepower, Hp). Satu tenaga kuda didefinisikan daya yang diperlukan untuk melakukan kerja sejumlah 33.000 ft-lb per menit atau  $33.000/60$  sama dengan 550 ft-lb per detik. Daya yang dibutuhkan dalam tenaga kuda dapat ditemukan dari salah satu persamaan di bawah ini :

$$\text{Hp} = \frac{W}{33.000xt}$$

Di mana :

$$\begin{aligned}\text{Hp} &= \text{Tenaga kuda} \\ W &= \text{Kerja yang dilakukan (foot-pound)} \\ T &= \text{Waktu (menit)}\end{aligned}$$

$$\text{Hp} = \frac{W}{550xt}$$

Di mana :  $T = \text{Waktu (detik)}$

Contoh I-8 :

Pada contoh I-7, jika waktu yang dibutuhkan untuk mngerek fan ke atap gedung 5 menit, berapakah tenaga kuda (Hp) yang dibutuhkan ?

*Jawab :*

Total kerja = 63.000 ft-lb

Waktu = 5 menit

$$\text{Tenaga kuda yang dibutuhkan} = \frac{63.000}{33.000 \times 5} = 0,382 \text{ Hp}$$

### **I-12. Energi**

Agar kerja yang dilakukan atau penyebab Bergeraknya sesuatu, energi selalu dibutuhkan. Sebuah benda dikatakan memiliki energi ketika benda tersebut mempunyai kapasitas untuk melakukan kerja. Oleh karena itu, energi digambarkan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Jumlah energi yang dibutuhkan untuk mendapatkan sejumlah kerja selalu sama dengan jumlah kerja yang dilakukan, dan jumlah energi yang dimiliki oleh sebuah benda sama dengan jumlah kerja benda yang dapat melewati dari satu kondisi ke kondisi lain.

Energi yang dimiliki oleh benda terdiri dari satu atau dua jenis yaitu energi kinetik dan energi potensial.

### **I-13. Energi Kinetik**

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh sebuah benda sebagai hasil dari gerakan atau kecepatan. Misalnya, ayunan palu menghasilkan bunga api, peluru yang melesat mencapai sasaran, dan pergerakan semua bagian-bagian mesin mempunyai energi kinetik akibat dari pergerakannya. Jumlah energi kinetik yang dimiliki benda berfungsi sebagai masa dan kecepatan dan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$K = \frac{MxV^2}{2g}$$

Di mana :

K = Energi kinetik (ft-lb)

M = Berat benda (lb)

V = Kecepatan (fps)

g = Konstanta gravitasi (32,174 ft/sec<sup>2</sup>)

Contoh :

Sebuah mobil mempunyai berat 3500 lb bergerak dengan kecepatan 30 mph. Berapakah energi kinetiknya ?

Jawab :

$$\text{Kecepatan} = \frac{5280 \text{ ft} / \text{ml} \times 30 \text{ ml}}{3600 \text{ sec} / \text{hr}} = 44 \text{ fps}$$

$$\text{Energi kinetik (K)} = \frac{3500 \text{ lb} \times (44 \text{ fps})^2}{2 \times 32,174 \text{ ft} / \text{sec}^2} = 105,302 \text{ ft-lb}$$

#### **I-14. Energi Potensial**

Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh sebuah benda karena kedudukannya atau susunannya (konfigurasi). Jumlah kerja sebuah benda yang dapat melewati dari satu posisi atau kondisi kepada beberapa posisi atau kondisi diukur sebagai energi potensial benda. Contoh, kepala pukul mesin pancang mempunyai energi potensial pada posisi ketika mencapai beberapa jarak di atas tiang pancang. Jika dilepas, kepala pukul akan melakukan kerja memukul tiang pancang. Penekan pegas baja atau rentangan karet gelang memiliki energi potensial berdasarkan susunannya. Pegas baja dan rentangan karet gelang mempunyai kemampuan untuk melakukan kerja karena mempunyai kemampuan untuk kembali pada posisi semula.

Energi potensial sebuah benda dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = M \times Z$$

Dimana :

P = Energi potensial (ft-lb)

M = Berat benda (lb)

Z = Jarak vertical

Contoh :

10.000 galon air disimpan dalam tangki yang terletak 250 ft di atas tanah. Hitunglah energi potensial air dalam hubungan dengan tanah ?

Jawab :

$$\begin{aligned}\text{Berat air} &= 10.000 \times 8,33 \text{ lb/gal} = 83.300 \text{ lb} \\ \text{Energi potensial} &= 83.300 \text{ lb} \times 25 \text{ ft} \\ &= 20.825.000 \text{ ft-lb}\end{aligned}$$

### **I-15. Energi Sebagai Penyimpan Kerja**

Sebelum sebuah benda dapat memiliki energi kinetic, kerja harus dilakukan pada benda. Kerja yang dilakukan pada benda akan memberikan gerakan, posisi dan konfigurasi pada benda yang disimpan dalam benda sebagai energi. Oleh karena itu, energi sebagai kerja yang disimpan. Misalnya, kerja harus diberikan untuk merentangkan karet gelang, untuk menekan pegas baja, atau menaikkan kepala pukul tiang pancang untuk menaikkan posisi tiang pancang. Dalam beberapa kasus, energi potensial yang disimpan sama deengan kerja yang dilakukan.

Jumlah energi yang dimiliki oleh benda dapat dipastikan dengan menghitung jumlah kerja yang dilakukan pada benda untuk memberikan benda agar dapat bergerak, berposisi dan konfigurasinya. Contoh, diasumsikan bahwa kepala pukul mesin tiang pancang mempunyai berat 200 lb dinaikan pada posisi 6 ft di atas tiang pancang. Kerja yang dilakukan untuk menaikkan kepala pukul adalah 1200 ft-lb (200 lb x 6 ft). Kemudian, 1200 ft-lb energi disimpan dalam kepala pukul untuk menaikkan posisi dan ketika dilepaskan, gesekan diabaikan, kepala pukul akan melakukan kerja 1200 ft-lb pada tiang pancang.

### **I-16. Energi Eksternal Total**

Energi eksternal total dari benda adalah jumlah energi kinetic dan energi potensial.

Conatoh I-11 :

Hitung energi eksternal total sebuah pesawat terbang yang mempunyai berat 10.000 lb dan terbang 6000 ft di atas tanah dengan kecepatan 800 mph ?

Jawab :

$$\text{Energi kinetic (K)} = \frac{10.000 \text{ lb} \times (440 \text{ fps})^2}{2 \times 32,174 \text{ ft/sec}^2} = 30.086.436 \text{ ft-lb}$$

$$\text{Energi potensial (P)} = 10.000 \text{ lb} \times 6000 \text{ ft} = 60.000.000 \text{ ft-lb}$$

$$\text{Energi eksternal total} = 90.086.436 \text{ ft-lb}$$

### **I-17. Hukum Konservasi Energi**

Hukum pertama termodinamika berlaku bahwa jumlah energi konstan. Energi tidak dapat dimusnahkan dan tidak dapat diciptakan. Energi hanya dikeluarkan dalam bentuk yang dirubah ke dalam bentuk lain.

### **I-18. Bentuk Energi**

Semua energi dapat diklasifikasi menjadi dua jenis yaitu energi kinetik dan energi potensial. Akan tetapi, energi dapat muncul dalam beberapa bentuk yang berbeda, seperti: energi mekanik, energi listrik, energi kimia, energi panas dan lain-lain, dan dengan cepat berubah bentuk dari bentuk satu ke bentuk yang lain. Energi listrik, misalnya: telah berubah menjadi energi panas dalam toaster, heater, atau kompor listrik. Energi listrik berubah menjadi energi mekanik dalam motor listrik, solenoid, alat listrik lain yang dioperasikan sebagai alat mekanik. Energi mekanik, energi kimia dan energi panas telah berubah menjadi energi listrik dalam generator, battery (accu) dan thermocouple. Energi kimia berubah menjadi energi panas dalam reaksi kimia, seperti: pembakaran dan oksidasi. Hanya ada sedikit cara yang tidak dapat dihitung dalam transformasi energi. Terdapat beberapa rumus dasar yang ada antara berbagai bentuk energi dan transformasinya.

### **Soal-Soal**

1. Cooling tower di atas gedung mempunyai berat 1360 lb, jika diisi air. Jika kolom (basin) tower diukur 4 ft dari 5 ft., berapakah tekanan yang terjadi pada atap ?
  - a. Dalam pound per square foot (Jawab : 68 psf)
  - b. Dalam pound per square inch. (Jawab : 0,472 psi)
2. Jika tekanan atmosfer pada permukaan laut normal dan alat ukur R-12 di condenser terbaca 130 psi. Berapakah tekanan absolute Freon dalam condenser dalam psi ? (Jawab : 144,7 psi)

3. Berapakah gaya total yang bekerja pada bagian atas piston, jika luas silinder 5 sq in dan tekanan gas dalam silinder adalah 150 psi. (Jawab : 750 lb).
4. Barometer terbaca 10 in. Hg. Berapakah tekanan atmosfer dalam psi ? (Jawab : 4,91 psi)
5. Barometer pada dinding terbaca 29,6 in. Hg. Jika alat ukur pada tangki kompresor udara menunjukkan 105 psi. Berapakah tekanan absolute udara dalam tangki dalam psi? (Jawab : 119,53 psia)
6. Alat ukur di pipa suction kompresor terbaca 10 in. Hg. Tentukan tekanan absolute pada suction vapor dalam psi. (Jawab : 9,79 psia).
7. Alat ukur disisi suction kompresor refrigerasi terbaca 5 in. Hg. Jika alat ukur pada sisi discharge kompresor terbaca 122 psi. Berapakah kenaikan tekanan selama kompresi ? (Jawab : 124,46 psi).
8. Sebuah motor listrik mempunyai berat 236 lb dikerek ke atap gedung dalam 2 menit. Jika jarak atap 125 ft dari tanah,
  - a. Berapakah kerja yang dilakukan ? (Jawab : 29.500 ft-lb)
  - b. Jika gesekan diabaikan dan yang lain dihilangkan, berapakah daya (Hp) yang dibutuhkan ? (Jawab : 0,497 Hp).
9. Hitunglah energi kinetic sebuah mobil dengan berat 3000 lb dan bergerak pada kecepatan 75 mph ? (Jawab : 567,18 ft-lb)
10. Berapakah total energi eksternal dari mobil dalam soal No.9, jika mobil tersebut pergi jauh 6000 ft di atas permukaan laut ? (Jawab : 10.000.000 ft-lb)
11. Berapakah total energi potensial 8000 galon air di atas tangki dan berlokasi dengan jarak 135 ft di atas tanah ? (Jawab : 8.996.400 ft-lb)

12. Air dalam sungai 800 ft di atas permukaan laut mengalir pada kecepatan 5 mph. Hitunglah jumlah energi kinetik dan energi potensial per pound air pada permukaan laut? (Jawab : 800,84 ft-lb).
13. Pompa air mengalirkan 60 galon air per menit ke dalam tangki air yang berlokasi 100ft di atas pompa. Jika berat air 8,33 lb per gallon dan jika gesekan pada pipa dan yang lain diabaikan,
- Berapakah kerja yang dilakukan ? (Jawab ; 49.980 ft-lb)
  - Hitung daya (Hp) yang dibutuhkan ? (Jawab : 1,5 Hp).