

BAB 6. SIFAT FISIK BENDA TEGAR

1. Elastisitas

Elastisitas adalah kecenderungan suatu benda untuk berubah dalam bentuk baik panjang, lebar, maupun tingginya, tetapi massanya tetap. Perubahan bentuk ini disebabkan oleh gaya-gaya yang menekan atau menariknya dan pada saat gaya ditiadakan, bentuk benda kembali seperti semula.

Karet, pegas, pelat logam merupakan contoh benda elastis (lentur) karena memiliki sifat elastisitas, yaitu sifat suatu benda yang jika diberi gaya luar akan mengalami perubahan bentuk dan bila gaya luar yang bekerja dihilangkan, maka benda kembali ke bentuk semula.

Benda elastis juga dapat bersifat plastis (tidak dapat kembali ke bentuk semula). Ini berarti batas elastisitas benda sudah terlampaui karena gaya yang bekerja terus diperbesar dan mengakibatkan suatu benda patah.

1.1. Tegangan

Tegangan adalah perbandingan antara gaya tarik yang bekerja terhadap luas penampang benda. Secara umum persamaan matematisnya adalah sebagai berikut:

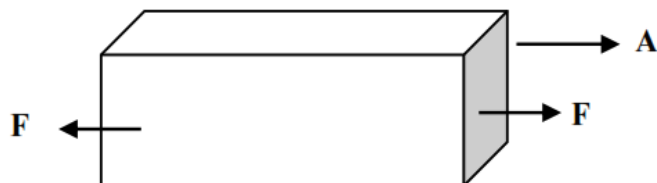
$$T = \frac{F}{A}$$

Dimana:

F = gaya tekan/tarik (Newton)

A = luas penampang (m^2)

T = tegangan (N/m^2)



1.2. Regangan

Regangan (*strain*) adalah perbandingan antara pertambahan panjang terhadap panjang mula-mula. Regangan dinotasikan dengan e dan tidak

mempunyai satuan. Secara umum persamaan matematisnya adalah sebagai berikut:

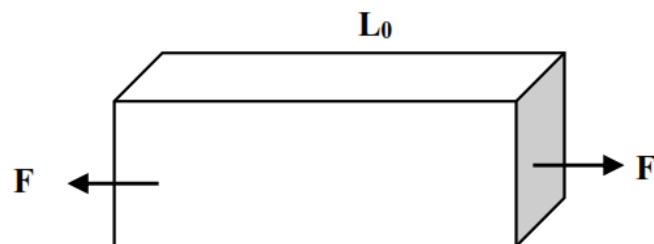
$$e = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Dimana:

e = regangan

ΔL = pertambahan panjang benda (m)

L_0 = tegangan (m)



1.3. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas atau disebut juga *modulus Young* adalah perbandingan antara tegangan dan regangan dari suatu benda. Modulus elastisitas dilambangkan dengan E dan satuannya N/m^2 . Secara matematis konsep modulus elastisitas adalah sebagai berikut:

$$E = \frac{T}{E}$$

$$E = \frac{F \times L_0}{\Delta L \times A}$$

$$E = k \times \frac{L_0}{A}$$

Dimana:

F = gaya pada benda (Newton)

k = konstanta bahan (Newton)

A = luas penampang (m^2)

E = modulus elastisitas (N/m^2)

Modulus elastisitas beberapa jenis bahan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Modulus elastisitas beberapa jenis bahan

No	Bahan	Modulus elastisitas (N/m^2)
1	Besi	100×10^9
2	Baja	100×10^9
3	Perunggu	100×10^9
4	Aluminium	100×10^9
5	Marmer	50×10^9
6	Granit	45×10^9
7	Kayu Pinus	10×10^9
8	Nilon	5×10^9
9	Tulang muda	15×10^9
10	Batubara	14×10^9

2. Statika dan Dinamika Fluida

2.1. Tekanan pada Statika Fluida

Tekanan pada statika fluida dibagi menjadi tiga, yaitu:

- Tekanan rata-rata

Tekanan rata-rata pada suatu permukaan adalah gaya (F) dibagi luas (A), dengan catatan gaya tersebut berarah tegaklurus pada permukaan.

- Tekanan udara baku

Tekanan pada permukaan sebesar $1,01 \times 10^5$ Pa yang setara dengan 14,7 lb/in². Tekanan lain yang dipakai adalah:

Tekanan 1 atmosfer (atm) = $1,013 \times 10^5$ Pa

1 torr = 1 mm raksa (mmHg) = 133,32 Pa

1 lb/in² = 6,895 kPa

- Tekanan hidrostatik

Tekanan ini terjadi pada permukaan yang berisi cairan setinggi h dengan kerapatan ρ adalah:

$$P = h \times \rho \times g$$

2.2. Prinsip-prinsip pada Statika Fluida

Prinsip-prinsip pada statika fluida antara lain:

- Prinsip Pascal

Apabila tekanan pada fluida (cairan atau gas) dalam ruang tertutup diubah, maka tekanan pada segenap bagian fluida berubah dalam jumlah yang sama.

- Prinsip Archimedes

Benda yang seluruhnya atau sebagian tenggelam dalam fluida mengalami gaya apung sebesar berat fluida yang dipindahkan. Gaya apung ini dianggap bekerja dalam arah vertikal dan melalui titik pusat gravitasi fluida yang dipindahkan.

$$F_{\text{apung}} = \text{berat fluida yang dipindahkan}$$

2.3. Aliran/Pelepasan Fluida (Q)

Apabila fluida di dalam pipa mengalir dengan kecepatan rata-rata v , maka:

$$Q = A \times v$$

Dimana A adalah luas penampang pipa. Satuan Q adalah m^3/s dalam SI. Q disebut kepesatan aliran (*rate of flow*) atau kepesatan pelepasan (*discharge rate*).

2.4. Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas akan terjadi apabila suatu fluida yang tidak dapat dimampatkan (*incompressible* = kerapatannya konstan) mengalir dalam pipa dan mengisi seluruh pipa. Misalkan sebuah penampang pipa adalah A_1 di suatu tempat dan A_2 di tempat lain. Karena aliran fluida melalui A_1 haruslah sama dengan aliran fluida melalui A_2 , sehingga berlaku persamaan:

$$Q = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 = \text{tetap}$$

v_1 dan v_2 adalah kecepatan rata-rata fluida di A_1 dan di A_2 .

2.5. Viskositas

Viskositas atau kekentalan (η) adalah suatu ukuran besarnya tegangan geser (*shear stress*) yang diperlukan untuk menghasilkan satu satuan kepesatan geser (*shear rate*). Satuannya adalah satuan tegangan (*stress*) per satuan “kepesatan

geser” atau Pa.det di dalam satuan SI. Satuan SI lainnya adalah N.det/m² (atau kg/m.det) dan disebut poiseuille (P1). 1 P1 = 1 kg/m.det = 1 Pa.det.

2.6. Hukum Poiseuille

Hukum Poiseuille digunakan pada aliran fluida yang melalui pipa berbentuk silinder sepanjang L dengan jari-jari penampang r dan dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{\pi \times r^4 (p_1 - p_2)}{8 \times \eta \times L}$$

$p_1 - p_2$ adalah beda tekanan antara kedua ujung pipa.

2.7. Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli berlaku untuk aliran stasioner fluida yang kontinu. Bisa diartikan bahwa fluida tersebut tidak dapat dimampatkan dan tidak memiliki viskositas, sehingga berlaku persamaan:

$$p_1 + \left(\frac{1}{2} \times \rho \times v_1^2\right) + (h_1 \times \rho \times g) = p_2 + \left(\frac{1}{2} \times \rho \times v_2^2\right) + (h_2 \times \rho \times g)$$

$\rho_1 = \rho_2 = \rho$; dan g adalah percepatan gravitasi.

3. Latihan Soal

- 1) Sebuah papan yang panjangnya 2 m dan luas penampangnya 100 cm² ditarik gaya 15 N. Hitung besar tegangan yang terjadi pada papan tersebut?
- 2) Sebuah kawat panjangnya 100 cm ditarik dengan gaya 12 N, sehingga panjang kawat menjadi 112 cm. Tentukan regangan yang dihasilkan kawat!
- 3) Seutas kawat dengan luas penampang 4 mm² ditarik oleh gaya 3,2 N sehingga kawat tersebut mengalami pertambahan panjang sebesar 0,04 cm. Jika panjang kawat pada mulanya 80 cm, tentukan *modulus young* kawat tersebut!