

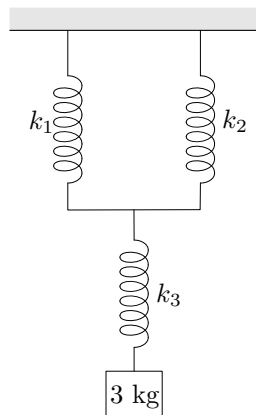
# Pembahasan UH Elastisitas

Firman Qashdus Sabil

September 7, 2024

## Soal

1. Sebuah pegas mula-mula panjangnya 20 cm. Kemudian pada salah satu ujungnya digantungkan beban 2 kg, ternyata panjang pegas menjadi 25 cm. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$  maka konstanta pegas ...
2. Untuk merenggangkan pegas sebesar 5 cm diperlukan gaya 10 N, maka pertambahan panjang pegas jika ditarik dengan gaya sebesar 25 N adalah....
3. Sepotong kawat logam homogen dengan panjang 140 cm dan luas penampangnya 2 mm ketika ditarik dengan gaya sebesar 100 N bertambah panjang 1 mm. Modulus elastik bahan kawat logam tersebut adalah...
4. Perhatikanlah gambar sistem pegas di bawah ini.



Jika  $k_1 = k_2 = 600 \text{ N/m}$ ,  $k_3 = 1.200 \text{ N/m}$ , dan  $m = 3 \text{ kg}$ , tentukanlah:

- (a) Tetapan sistem pegas, dan
- (b) pertambahan panjang sistem pegas

5. Sebuah pegas yang panjangnya 5 cm ditarik dengan gaya 200 N sehingga panjang pegas menjadi 6 cm. Energi potensial pegas adalah...

## Solusi

1. Hukum Hooke menyatakan bahwa Gaya Pemulih ( $\vec{F}$ ) oleh pegas berbanding lurus dengan pertambahan panjang pegas ( $\vec{\Delta L}$ ).

$$\vec{F} = -k\vec{\Delta L}. \quad (1)$$

*Tanda negatif di dalam Persamaan 1 menunjukkan bahwa  $\vec{F}$  adalah gaya pemulih yang arahnya berlawanan dengan gaya yang diberikan pada pegas.*

Berdasarkan Soal, diketahui bahwa:

$$L_0 \text{ (panjang pegas mula-mula)} = 20 \text{ cm.}$$

$$L_t \text{ (panjang pegas setelah diberi beban)} = 25 \text{ cm.}$$

$$m_{\text{beban}} \text{ (massa beban)} = 2 \text{ kg.}$$

$$g \text{ (percepatan gravitasi)} = 10 \text{ m/s}^2.$$

Ditanya: konstanta pegas ( $k$ )

Jawab: Jika kita tinjau besarnya saja tanpa meninjau arah/vektor nya maka Persamaan 1 dapat dituliskan kembali menjadi:

$$F = k\Delta L. \quad (2)$$

Konstanta Pegas ( $k$ ) dapat dicari dengan menyusun ulang Persamaan 2 menjadi:

$$k = \frac{F}{\Delta L}. \quad (3)$$

Gaya ( $F$ ) dalam soal ini sama dengan Gaya Berat ( $F_{\text{berat beban}} = mg$ ) dari beban. Maka Persamaan 3 dapat dituliskan kembali menjadi

$$k = \frac{mg}{\Delta L}.$$

Substitusi/masukkan nilai yang sudah diketahui.

$$\begin{aligned} k &= \frac{(2 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)}{(x_t - x_0)} \\ &= \frac{(2 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)}{(25 \text{ cm} - 20 \text{ cm})}. \end{aligned}$$

Kita perlu mengkonversi semua besaran ke dalam Satuan Internasional (SI)

$$\begin{aligned} k &= \frac{(2 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)}{(0,25 \text{ m} - 0,20 \text{ m})} \\ &= \frac{20 \text{ N}}{0,05 \text{ m}} \\ &= 400 \text{ N/m.} \end{aligned}$$

2. Di dalam soal nomor 2, pertama, kita perlu mengetahui berapa besar tetapan/konstanta pegas yang digunakan.

Diketahui bahwa dengan gaya  $10\text{ N}$  pegas bertambah panjang sebesar  $\Delta L_{10\text{N}} = 5\text{ cm}$ . Berdasarkan informasi ini, maka konstanta pegas adalah:

$$k = \frac{F}{\Delta L_{10\text{N}}} = \frac{10\text{ N}}{5\text{ cm}} = \frac{10\text{ N}}{0,05\text{ m}} = 200\text{ N/m}.$$

Dengan informasi konstanta pegas ( $k$ ) yang telah di dapat, maka dapat dicari pertambahan panjang pegas jika ditarik dengan gaya  $25\text{ N}$ .

$$F = k\Delta L \Rightarrow \Delta L = \frac{F}{k} = \frac{25\text{ N}}{200\text{ N/m}} = 0,125\text{ m} = 12,5\text{ cm}.$$

3. Modulus Elastisitas atau Modulus Young dinyatakan oleh persamaan:

$$E = \frac{F}{A} \frac{l_0}{\Delta l}, \quad (4)$$

dengan  $E$ : modulus elastisitas;  $F$ : Gaya yang diberikan kepada benda;  $l_0$ : panjang awal benda;  $A$ : luas penampang benda; dan  $\Delta l$ : perubahan panjang benda.

Berdasarkan soal diketahui bahwa:

$$l_0 = 140\text{ cm} = 1,4\text{ m}$$

$$A = 2\text{ mm}^2 = 2 \times 10^{-6}$$

$$F = 100\text{ N}$$

$$\Delta l = 1\text{ mm} = 0,001\text{ m} = 1 \times 10^{-3}\text{ m}.$$

Maka dapat dihitung Modulus Elastisitas menggunakan Persamaan 4.

$$\begin{aligned} E &= \frac{F}{A} \frac{l_0}{\Delta l} \\ &= \frac{100\text{ N}}{2 \times 10^{-6}\text{ m}^2} \frac{1,4\text{ m}}{1 \times 10^{-3}\text{ m}} \\ &= \frac{140\text{ Nm}}{2 \times 10^{-9}\text{ m}^3} \\ &= 70 \times 10^9 \text{ N/m}^2 \\ &= 7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2. \end{aligned}$$

4. Berdasarkan soal, diketahui bahwa

- Pegas-1 dan Pegas-2 disusun secara prallel.
- Pegas-3 disusun secara seri dengan Pegas-Parallel (Pegas-1 + Pegas-2).

- Konstanta Pegas-1 ( $k_1 = 600 \text{ N/m}$ )
- Konstanta Pegas-2 ( $k_2 = 600 \text{ N/m}$ )
- Konstanta pegas-3 ( $k_3 = 1200 \text{ N/m}$ )
- Massa dari beban pegas  $m = 3 \text{ kg}$ .

Ditanya:

- Tetapan total sistem pegas ( $k_{tot}$ )
- Pertambahan panjang sistem pegas ( $\Delta L$ )

Jawab:

- Menentukan tetapan total pegas.

Pada sistem pegas yang disusun secara paralel, tetapan pegas total ( $k_{tot}$ ) diperoleh dengan menjumlahkan langsung masing-masing  $k$  pegas.

$$\begin{aligned} k_{\text{total pegas 1 \& 2}} &= k_1 + k_2. \\ &= 600 \text{ N/m} + 600 \text{ N/m} \\ &= 1200 \text{ N/m}. \end{aligned}$$

Sedangkan untuk sistem pegas yang disusun secara seri berlaku persamaan:

$$\frac{1}{k_{\text{total}}} = \frac{1}{k_a} + \frac{1}{k_b} + \frac{1}{k_c} + \dots$$

Maka berdasarkan gambar, kita perlu menjumlahkan  $k_{\text{total pegas 1\&2}}$  dengan  $k_3$  secara seri.

$$\begin{aligned} \frac{1}{k_{\text{total}}} &= \frac{1}{k_{\text{total pegas 1 \& 2}}} + \frac{1}{k_3} \\ \frac{1}{k_{\text{total}}} &= \frac{1}{1200 \text{ N/m}} + \frac{1}{1200 \text{ N/m}} \\ \frac{1}{k_{\text{total}}} &= \frac{2}{1200} \\ k_{\text{total}} &= \frac{1200}{2} \\ k_{\text{total}} &= 600 \text{ N/m} \end{aligned}$$

- Menentukan pertambahan panjang sistem pegas.

Menggunakan Hukum Hooke dapat dihitung pertambahan panjang sistem pegas sebagai berikut.

$$\begin{aligned} F &= k\Delta L \\ \Delta L &= \frac{F}{k}. \end{aligned}$$

Gaya ( $F$ ) dalam soal ini adalah gaya berat ( $F_{\text{berat}} = mg$ ) yang dihasilkan oleh beban bermassa 3 kg. Maka (jika percepatan gravitasi,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ):

$$\begin{aligned}\Delta L &= \frac{mg}{k} \\ &= \frac{3 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2}{600 \text{ N/m}} \\ &= \frac{30 \text{ N}}{600 \text{ N/m}} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

5. Diketahui:

- Panjang awal pegas,  $L_0 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$
- Panjang akhir pegas,  $L_t = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$
- Gaya yang diberikan kepada pegas,  $F = 200 \text{ N}$ .

Ditanya: Energi Potensial Pegas ( $EP_{\text{pegas}}$ ). Jawab:

- Menentukan perubahan panjang pegas.

$$\Delta L = L_t - L_0 = 0,06 \text{ m} - 0,05 \text{ m} = 0,01 \text{ m}.$$

- Menentukan Energi Potensial pegas.

$$EP_{\text{pegas}} = \frac{1}{2}k\Delta L.$$

Berdasarkan Hukum Hooke (Persamaan 1)  $k = F/\Delta L$  maka

$$\begin{aligned}EP_{\text{pegas}} &= \frac{1}{2} \frac{F}{\Delta L} \Delta L^2 \\ &= \frac{1}{2} F \Delta L \\ &= \frac{1}{2} (200 \text{ N})(0,01 \text{ m}) \\ &= 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}\end{aligned}$$