

TOPIK: KESETIMBANGAN STATIK DAN ELASTISITAS

SOAL-SOAL KONSEP

1. Dapatkah sebuah benda berada dalam kesetimbangan jika dalam keadaan bergerak? Jelaskan!

JAWAB:

Ya. Anggaplah sebuah benda berada pada sebuah pegas yang bergerak bolak-balik (bersilasi). Pada pusat gerakan, baik jumlah torsi maupun jumlah gaya yang bekerja pada benda itu sama dengan nol. Contoh lain, sebuah meteorid yang bergerak bebas melewati ruang hampa antarbintang merasakan tidak ada gaya dan terus bergerak dengan kecepatan konstan.

2. Berikanlah 1 contoh di mana torsi yang bekerja pada benda itu nol meskipun gaya total tidak nol.

JAWAB:

Sebuah benda yang jatuh bebas tidak mempunyai gaya total yang tidak nol, tetapi torsinya nol terhadap pusat massanya.

3. Dapatkah sebuah benda berada di dalam kesetimbangan jika satu-satunya torsi yang bekerja pada benda itu menghasilkan rotasi searah jarum jam?

JAWAB:

Tidak. Jika torsi-torsi berarah sama, maka torsi total tidaklah nol.

4. Misalkan, Anda berdiri dengan punggung menempel pada dinding. Mengapa Anda tidak dapat memposisikan tumit merapat pada dinding dan membungkuk tanpa terjatuh?

JAWAB:

Ketika Anda sedang membungkuk, pusat gravitasi tubuhmu bergeser ke depan. Sekali pusat gravitasi Anda bergeser, gaya gravitasi yang bekerja menghasilkan torsi yang tidak nol pada tubuhmu dan Anda mulai berotasi.

5. Pusat gravitasi dari sebuah benda mungkin berada di luar benda itu. Berikanlah contohnya!

JAWAB:

Bomerang berbentuk V, barstool, cangkir kopi kosong, satellite dish, dan pelampung berbentuk cincin. Dan masih ada contoh lain, Anda dapat mencarinya.

6. Sebuah tangga berdiri di atas tanah, bersandar pada dinding. Akankah Anda merasa lebih aman menaiki tangga itu jika dikatakan bahwa tanah licin tetapi dinding kasar, atau dinding licin dan tanah tidak rata? Jelaskanlah jawaban Anda!

JAWAB:

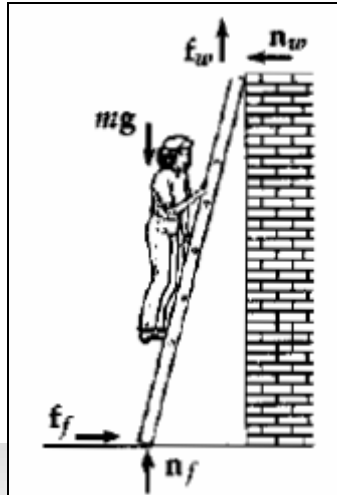


Diagram benda bebas menunjukkan bahwa perlu sekali gaya gesekan pada tanah untuk mengimbangi gaya normal yang dikerjakan oleh dinding terhadap tangga dan untuk menjaga tumpuan tangga tergelincir. Yang cukup menarik adalah bahwa, jika ada gaya gesekan pada tanah dan pada dinding, adalah tidak mungkin untuk menentukan apakah tangga akan tergelincir (slip) terhadap keadaan setimbang.

7. Ananda hendak menimbang berat badan seekor anjing kesayangannya, Heru, pada sebuah timbangan. Salah satu cara yang dapat dipakai untuk menimbang Heru adalah sebagai berikut: Mula-mula dua kaki depan Heru diletakkan pada timbangan dan skala yang ditunjukkan terbaca. Kedua dua kaki belakang diletakkan di atas timbangan dan skala yang ditunjukkan terbaca. Ananda berpikir bahwa jumlah pembacaan skala pada langkah pertama dan kedua akan menjadi berat Heru yang sebenarnya. Apakah Ananda benar? Jelaskan jawabanmu!

JAWAB:

Dia mungkin saja benar. Jika Heru, anjingnya, berdiri pada sebuah timbangan yang relatif kecil, 2 kaki

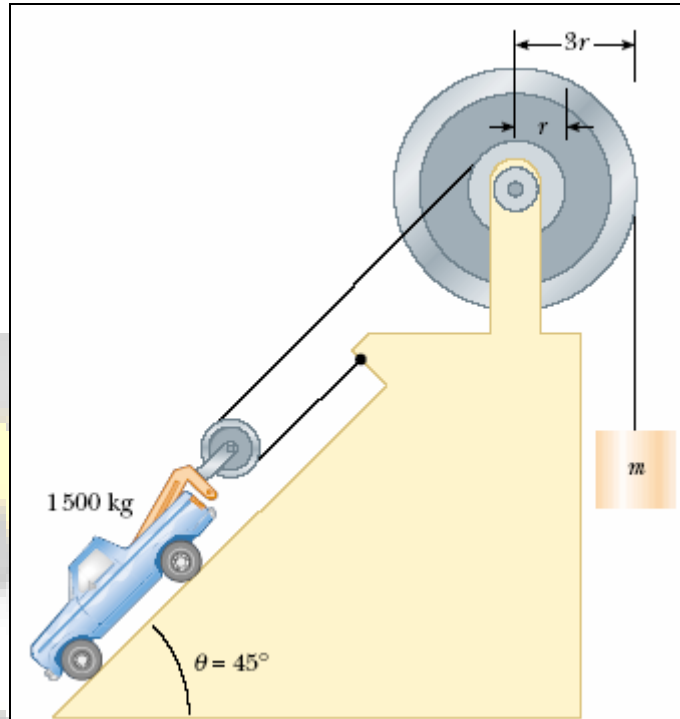
8. Dapatkah sebuah benda berada dalam kesetimbangan ketika hanya satu gaya yang bekerja terhadapnya? Jika Anda yakin jawabannya adalah ya, berikanlah sebuah contoh untuk mendukung kesimpulanmu!

JAWAB:

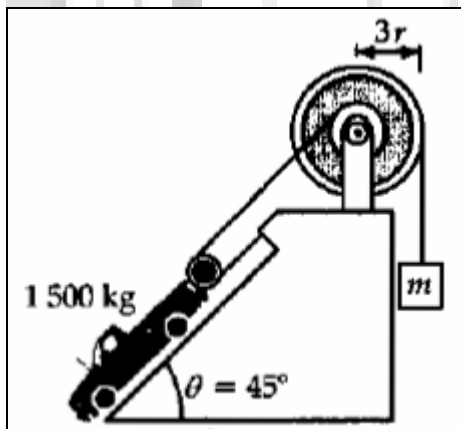
TIDAK. Salah satu syarat kesetimbangan adalah bahwa $\sum F = 0$. Agar pernyataan pada soal menjadi benar, di mana hanya satu gaya tunggal yang bekerja pada sebuah benda, maka gaya itu harus mempunyai besar/nilai nol; jadi, sebenarnya tidak ada gaya yang bekerja pada benda itu.

SOAL-SOAL HITUNGAN

9. Carilah massa beban m yang diperlukan untuk mengimbangi truk 1500 kg pada permukaan bidang miring seperti pada gambar di bawah ini. Anggaplah katrol licin dan tidak bermassa.



JAWAB:



$$\sum \tau = 0 = mg(3r) - Tr$$

$$2T - Mg \sin 45^\circ = 0$$

$$T = \frac{Mg \sin 45^\circ}{2} = \frac{1500 \text{ kg} (g) \sin 45^\circ}{2}$$

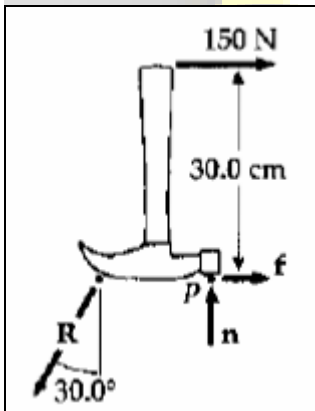
$$= (530)(9,80) \text{ N}$$

$$m = \frac{T}{3g} = \frac{530g}{3g} = 177 \text{ kg.}$$

10. Gambar berikut menunjukkan sebuah palu ketika sedang digunakan untuk menarik sebuah paku dari permukaan sebuah papan horisontal. Jika gaya 150 N dikerjakan secara horisontal seperti pada gambar, carilah (a) gaya yang dikerjakan oleh palu pada paku (b) gaya yang dikerjakan oleh permukaan pada titik kontak dengan palu. Anggaplah bahwa gaya yang dikerjakan palu pada paku sejajar dengan paku itu.



JAWAB:



(a) Ambillah momen terhadap P ,

$$(R \sin 30^\circ)0 + (R \cos 30^\circ)(5,00 \text{ cm})$$

$$- (150 \text{ N})(30,0 \text{ cm}) = 0$$

$$R = 1039,2 \text{ N} = 1,04 \text{ kN}$$

Gaya yang dikerjakan oleh palu terhadap paku sama besarnya dan berlawanan arah:

1,04 kN pada arah 60° ke atas dan ke kanan.

(b) $f = R \sin 30,0^\circ - 150 \text{ N} = 370 \text{ N}$

$$n = R \cos 30,0^\circ = 900 \text{ N}$$

$$\mathbf{F}_{\text{permukaan}} = (370 \text{ N})\hat{\mathbf{i}} + (900 \text{ N})\hat{\mathbf{j}}$$

11. Beban 200 kg digantungkan pada sebuah kawat yang panjangnya 4,00 meter, luas permukaan penampang kawat $0,200 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, dan modulus Young $8,00 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$. Berapakah pertambahan panjangnya?

JAWAB:

$$\frac{F}{A} = Y \frac{\Delta L}{L_i}$$

$$\Delta L = \frac{FL_i}{AY} = \frac{(200)(9,80)(400)}{(0,200 \times 10^{-4})(8,00 \times 10^{10})}$$
$$= 4,90 \text{ mm}$$

12. Anggaplah bahwa modulus Young adalah $1,50 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ untuk sebuah tulang dan bahwa tulang itu akan retak jika tarikan yang dikerjakan padanya lebih besar daripada $1,50 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. (a) Berapakah gaya maksimum yang dapat dikerjakan pada tulang femur kaki jika tulang itu mempunyai diameter efektif minimum 2,50 cm? (b) Jika gaya yang lebih besar ini menekan tulang yang panjangnya 25 cm, berapakah besar penyusutan panjang tulang tersebut?

JAWAB:

(a) $\text{stress} = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi r^2}$

$$F = (\text{stress}) \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$$

$$F = (1,50 \times 10^8 \text{ N/m}^2) \pi \left(\frac{2,50 \times 10^{-2} \text{ m}}{2} \right)^2$$

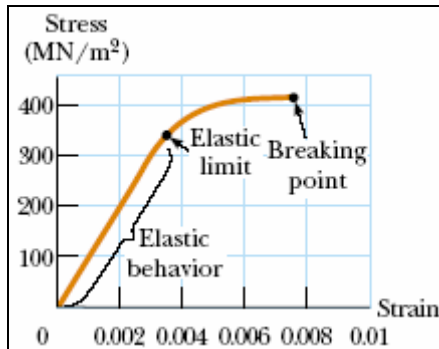
$$F = 73,6 \text{ kN}$$

(b) $\text{stress} = Y(\text{strain}) = \frac{Y\Delta L}{L_i}$

$$\Delta L = \frac{(\text{stress})L_i}{Y} = \frac{(1,50 \times 10^8 \text{ N/m}^2)(0,250 \text{ m})}{1,50 \times 10^{10} \text{ N/m}^2}$$

$$= 2,50 \text{ mm}$$

13. Hitunglah modulus Young untuk sebuah material yang kurva stress terhadap strain-nya ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.

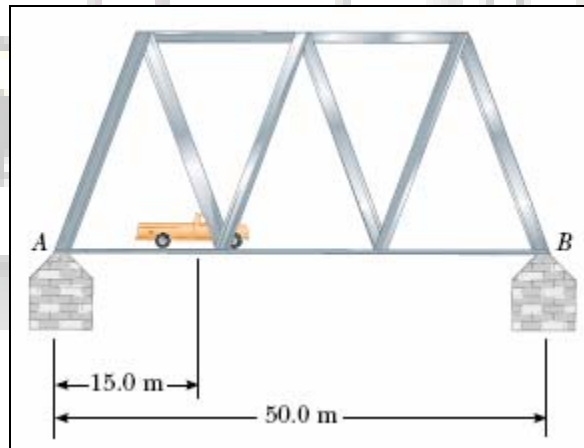


JAWAB:

Defenisi dari $Y = \frac{\text{stress}}{\text{strain}}$ berarti bahwa Y adalah kemiringan grafik:

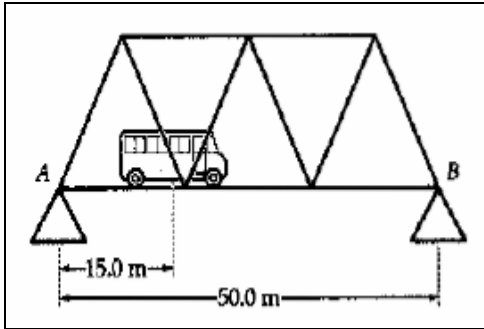
$$Y = \frac{300 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{0,003} = 1,0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2.$$

14. Sebuah jembatan panjangnya 50,0 m dan massanya $8,00 \times 10^4$ kg disokong oleh tiang-tiang pada ujung-ujungnya (titik A dan B), seperti pada gambar berikut.



Sebuah truk bermasa $3,00 \times 10^4$ kg berada 15,0 meter dari salah satu titik ujung jembatan. Berapakah gaya yang dikerjakan terhadap jembatan pada titik-titik tumpuannya?

JAWAB:



Misalkan n_A dan n_B adalah gaya-gaya normal pada titik-titik tumpu.

Dengan memilih titik asal

pada A dengan $\sum F_y = 0$

dan $\sum \tau = 0$, diperoleh:

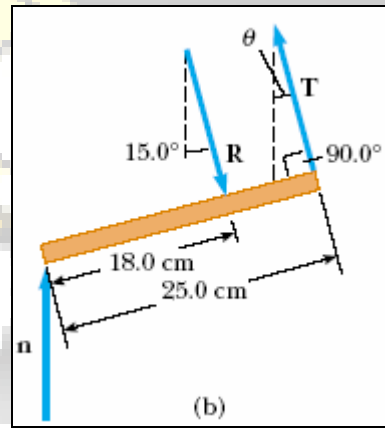
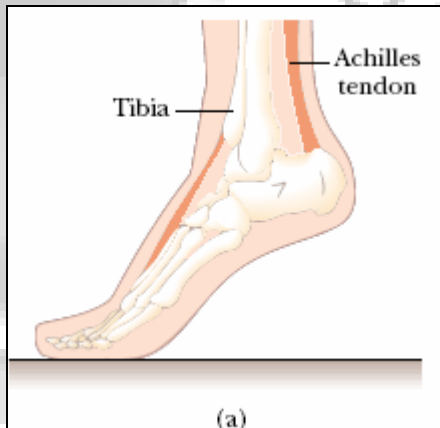
$$n_A + n_B - (8,00 \times 10^4)g - (3,00 \times 10^4)g = 0 \text{ dan}$$

$$-(3,00 \times 10^4)(g)15,0 - (8,00 \times 10^4)(g)25,0$$

$$+ n_B(50,0) = 0$$

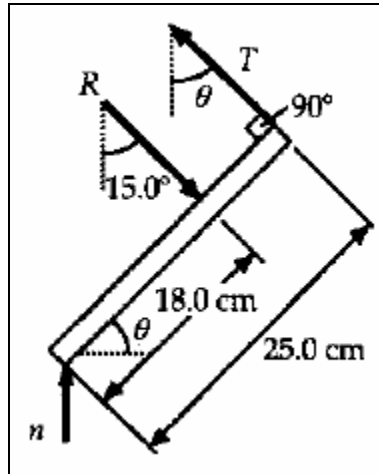
$$n_A = 5,98 \times 10^5 \text{ N dan}$$

$$n_B = 4,80 \times 10^5 \text{ N.}$$



15. Ketika seseorang berdiri di atas tumpuan kedua ujung kakinya (posisi menjinjit), posisi kaki ditunjukkan oleh gambar di atas (gambar (a)). Gaya gravitasi pada tubuh F_g diimbangi oleh gaya normal \mathbf{n} yang dikerjakan lantai pada ujung kaki. Sebuah model mekanis untuk situasi tersebut digambarkan dalam gambar (b), di mana \mathbf{T} adalah gaya yang dikerjakan oleh tendon Achilles pada kaki dan \mathbf{R} adalah gaya yang dikerjakan oleh tibia pada kaki. Tentukanlah nilai-nilai dari T , R , dan θ ketika $F_g = 700 \text{ N}$.

JAWAB:



Dengan memilih titik asal koordinat pada R,

$$(1) \sum F_x = +R \sin 15^\circ - T \sin \theta = 0$$

$$(2) \sum F_y = 700 - R \cos 15^\circ + T \cos \theta = 0$$

$$(3) \sum \tau = -700 \cos \theta (0,180) + T (0,0700) = 0$$

Mencari nilai θ :

$$\text{dari (3), } T = 1800 \cos \theta \quad \text{dari (1), } R = \frac{1800 \sin \theta \cos \theta}{\sin 15,0^\circ}$$

$$\text{dari (2) } 700 - \frac{1800 \sin \theta \cos \theta \cos 15,0^\circ}{\sin 15^\circ} + 1800 \cos^2 \theta = 0$$

$$\text{atau } \cos^2 \theta + 0,3889 - 3,732 \sin \theta \cos \theta = 0$$

$$\text{dikudratkan: } \cos^4 \theta - 0,8809 \cos^2 \theta + 0,01013 = 0$$

$$\text{Misalkan, } u = \cos^2 \theta$$

$$\text{diperoleh } u = 0,01165 \text{ atau } 0,8693$$

Hanya akar ke-2 yang mungkin secara fisis,

$$\therefore \theta = \cos^{-1} \sqrt{0,8693} = 21,2^\circ$$

$$\therefore T = 1,68 \times 10^3 \text{ N dan } R = 2,34 \times 10^3 \text{ N.}$$