

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

DEFINISI



Definisi-definisi yang harus dipahami pada statika.

- Keseimbangan / benda seimbang artinya : Benda dalam keadaan diam atau pusat massanya bergerak dengan kecepatan tetap.
- Benda tegar : adalah suatu benda yang tidak berubah bentuk bila diberi gaya luar.
- Partikel : adalah benda dengan ukuran yang dapat diabaikan, sehingga benda dapat digambarkan sebagai titik dan gerak yang dialami hanyalah gerak translasi.



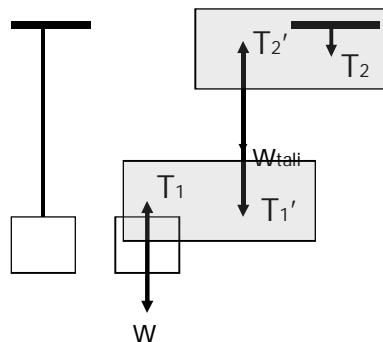
Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

PASANGAN AKSI-REAKSI



PASANGAN GAYA AKSI-REAKSI ADALAH :

1. Dua buah gaya yang mempunyai arah berlawanan dan besarnya sama.
2. Dua buah gaya tersebut bekerja tidak pada satu benda.



W dan T_1 meskipun besarnya sama dan Arahnya berlawanan bukan pasangan Gaya aksi reaksi.

Pasangan gaya aksi reaksi adalah :

T_1 dan T_1'

T_2 dan T_2'



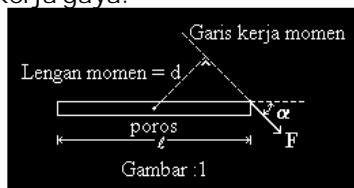
Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

MOMEN DAN MOMEN KOPEL



Momen gaya : adalah kemampuan suatu gaya untuk dapat menyebabkan gerakan rotasi.

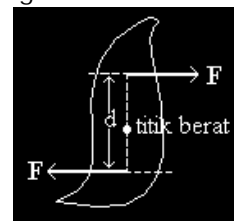
Lengan momen : adalah panjang garis yang ditarik dari titik poros sampai memotong tegak lurus garis kerja gaya.



$$\lambda = F \cdot d$$

$$= F \cdot l \cdot \sin \alpha$$

Koppel : adalah dua gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah dan memiliki garis-garis kerja yang berbeda.



$$\lambda = F \cdot d$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

SYARAT BENDA SETIMBANG



$$\Sigma F_x = 0 \qquad \Sigma F_y = 0 \qquad \Sigma \lambda = 0$$

LANGKAH-LANGKAH MENYELESAIKAN SOAL KESETIMBANGAN :

1. Gambar semua gaya yang bekerja pada benda/batang.
2. Uraikan gaya-gaya ke sumbu x dan sumbu y.
3. $\Sigma F_x = 0$
4. $\Sigma F_y = 0$
5. $\Sigma \lambda = 0$ dengan mengambil pusat momen : sebuah titik pada benda/batang yang banyak gaya tidak diketahui besarnya.
6. Selesaikan persamaan-persamaan di atas dengan : substitusi atau eliminasi

CONTOH KESETIMBANGAN TRANSLASI

CONTOH KESETIMBANGAN ROTASI

CONTOH KESETIMBANGAN

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH KESETIMBANGAN TRANSLASI

Hitung massa B dan gaya tegangan tali

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH KESETIMBANGAN TRANSLASI

$\sum F_x = 0$
 $T_2 \cos 37^\circ - T_1 \cos 53^\circ = 0$
 $\frac{4}{5}T_2 - \frac{3}{5}T_1 = 0$
 $4T_2 = 3T_1$
 $T_2 = \frac{3}{4}T_1$

$\sum F_y = 0$
 $T_1 \sin 53^\circ + T_2 \sin 37^\circ - 500 = 0$
 $\frac{4}{5}T_1 + \frac{3}{5}T_2 = 500$
 $\frac{4}{5}T_1 + \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4}T_1 = 500$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

LANJUTAN



$$\frac{16+9}{20}T_1 = 500$$

$$T_1 = 500 \cdot \frac{20}{25} = 400N$$

$$T_2 = \frac{3}{4} \cdot 400 = 300N$$



$$\sum F_x = 0$$

$$T_3 \cos 60^\circ - T_2 \cos 37^\circ = 0$$

$$\frac{1}{2}T_3 = 300 \cdot \frac{4}{5} = 480N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$T_3 \sin 60^\circ - T_2 \sin 37^\circ - w_B = 0$$

$$480 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3} - 300 \cdot \frac{3}{5} = w_B$$

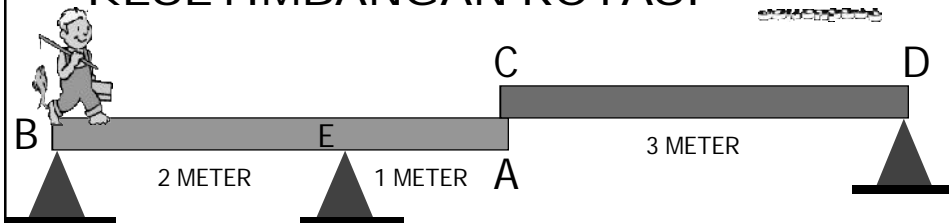
$$m_B = \frac{240\sqrt{3} - 180}{10} = (24\sqrt{3} - 18)Kg$$

$$w_B = (240\sqrt{3} - 180)N$$



Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH KESETIMBANGAN ROTASI



Massa batang AB = 60 Kg

Massa batang CD = 20 Kg

Massa anak + Beban = 40 Kg

Hitung jarak anak dari B agar batang tepat
Terganggu kesetimbangannya.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH KESETIMBANGAN ROTASI

Batang CD.

$$\sum \tau_D = 0$$

$$N_C \cdot 3 - w_2 \cdot \frac{3}{2} = 0$$

$$3N_C = \frac{3}{2} \cdot 200$$

Batang BC

Syarat keseimbangan
Terganggu : $N_B = 0$

$N_A = N_C$ pasangan
Gaya aksi = -reaksi

$$\sum \tau_E = 0$$

$$-w_1 \cdot \frac{1}{2} + w_0 \cdot x + N_A \cdot 1 = 0$$

$$-600 \cdot \frac{1}{2} + 400x + 100 \cdot 1 = 0$$

$$400x = 300 - 100$$

$$x = \frac{200}{400} = \frac{1}{2} m$$

CONTOH SOAL KESETIMBANGAN

SoA

Massa batang 4 kg dan massa
Beban 500 gram.
Hitunglah koefisien gesekan
Antara batang dengan lantai
Jika panjang batang adalah 1,2 meter

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL KESETIMBANGAN

$\sum F_x = 0$

$fg - N_B \cos \beta = 0$

$fg - \frac{4}{5} N_B = 0$

$fg = \frac{4}{5} N_B$

$\sum F_y = 0$

$N_A + N_B \sin \beta - w_{batang} - w = 0$

$N_A + \frac{3}{5} N_B - 40 - 5 = 0$

$N_A + \frac{3}{5} N_B = 45$

$\sum \tau_A = 0$

$-1 \cdot N_B + 0,6 \cdot w_{batang} \cos \alpha + 1,2 \cdot w \cdot \cos \alpha = 0$

$N_B = 0,6 \cdot 40 \cdot \frac{3}{5} + 1,2 \cdot 5 \cdot \frac{3}{5} = 18 N$

$N_A = 45 - \frac{3}{5} \cdot 18 = 34 \frac{1}{5} N$

$fg = \frac{4}{5} \cdot 18 = 14 \frac{2}{5} N$

$\mu_s = \frac{fg}{N_A} = \frac{14 \frac{2}{5}}{34 \frac{1}{5}} = \frac{8}{19} = 0,42$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

MACAM KESETIMBANGAN

Keseimbangan stabil : apabila gaya yang diberikan padanya dihilangkan. Maka ia akan kedudukan semula.

Keseimbangan labil : Apabila gaya yang diberikan padanya dihilangkan, maka ia tidak akan dapat kembali ke kedudukan semula.

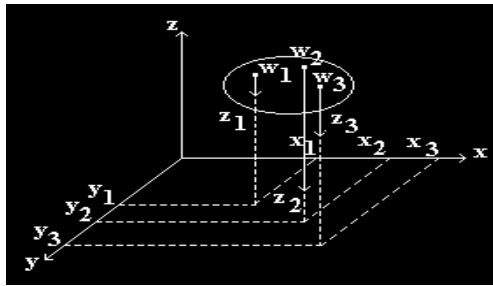
Keseimbangan indiferen : Apabila gaya yang diberikan padanya dihilangkan, maka ia akan berada dalam keadaan keseimbangan, tetapi di tempat yang berlainan.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

TITIK BERAT BENDA

SA

Sebuah benda sebenarnya terdiri atas bagian-bagian yang sangat kecil (molekul-molekul) yang masing-masing mempunyai berat.



gaya berat molekul-molekul boleh dianggap sejajar sesamanya dan titik tangkap resultan gaya-gaya tersebut disebut Titik Berat.

$$\mathbf{F}_R \cdot \mathbf{x}_0 = \mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{x}_1 + \mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{x}_2 \quad \longrightarrow \quad x_0 = \frac{F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2}{F_1 + F_2}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

APLIKASI DALAM PERHITUNGAN

SA

a. Untuk benda linier (berbentuk garis)

$$x_0 = \frac{\sum l_n \cdot x_n}{l} \quad y_0 = \frac{\sum l_n \cdot y_n}{l}$$

b. Untuk benda luasan (benda dua dimensi)

$$x_0 = \frac{\sum A_n \cdot x_n}{A} \quad y_0 = \frac{\sum A_n \cdot y_n}{A}$$


c. Untuk benda ruang (berdimensi tiga)

$$x_0 = \frac{\sum V_n \cdot x_n}{V} \quad y_0 = \frac{\sum V_n \cdot y_n}{V}$$

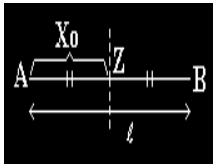
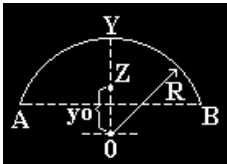
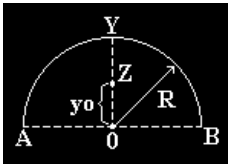
d. Untuk susunan benda yang berbeda massa jenis

$$x_0 = \frac{\sum m \cdot x}{M} \quad y_0 = \frac{\sum m \cdot y}{M} \quad z_0 = \frac{\sum m \cdot z}{M}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1




TABEL TITIK BERAT BENDA 1 DIMENSI

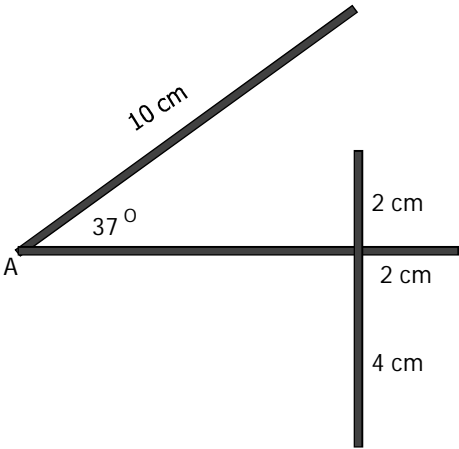
<p>Garis lurus</p>  $x_o = \frac{1}{2} \ell$	<p>Busur lingkaran</p>  $y_0 = R \times \frac{\text{tali busur } AB}{\text{busur } AB}$	<p>Busur 1/2 lingkaran</p>  $y_0 = \frac{2R}{\pi}$
---	--	---

CONTOH SOAL

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL TITIK BERAT 1 DIMENSI

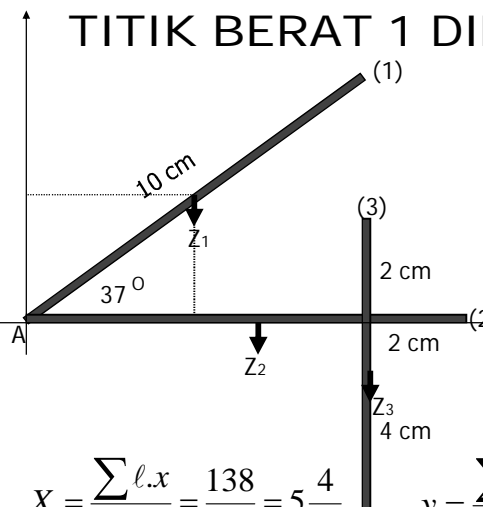




HITUNGLAH TITIK BERAT KAWAT (SUSUNAN BENDA 1 DIMENSI) DENGAN PUSAT KOORDINAT DI : A

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL TITIK BERAT 1 DIMENSI



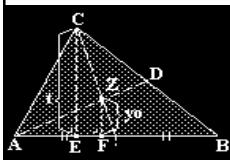
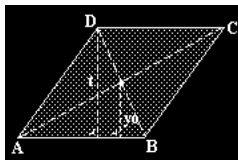
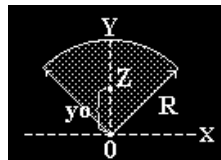
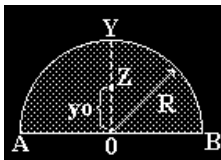
No	l	x	y	l.x	l.y
1	10	4	3	40	30
2	10	5	0	50	0
3	6	8	-1	48	-6
26				JUMLAH	138 24

$$X = \frac{\sum l.x}{\sum l} = \frac{138}{26} = 5 \frac{4}{13}$$

$$y = \frac{\sum l.y}{\sum l} = \frac{24}{26} = \frac{12}{13}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

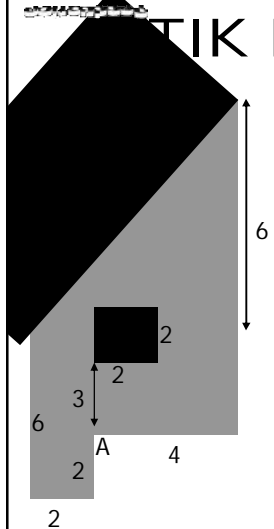
TABEL TITIK BERAT BENDA 2 DIMENSI

SEGITIGA	SEGI EMPAT	JURING LINGKARAN	½ LINGKARAN
			
$y_0 = \frac{1}{3}t$ t = tinggi z = perpotongan garis-garis berat AD & CF	$y_0 = \frac{1}{2}t$ t = tinggi z = perpotongan diagonal AC dan BD	$y_0 = \frac{2}{3}R \times \frac{\text{tali busur } AB}{\text{busur } AB}$ R = jari-jari lingkaran	$y_0 = \frac{4R}{3\pi}$ R = jari-jari lingkaran

CONTOH SOAL

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

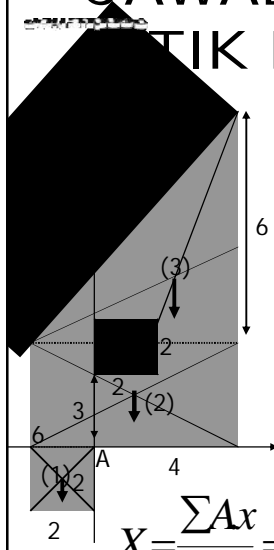
CONTOH SOAL
TITIK BERAT 2 DIMENSI



Hitung titik berat susunan
Bidang 2 dimensi dengan
Pusat koordinat A.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL
TITIK BERAT 2 DIMENSI



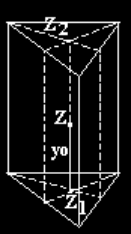
No	A	x	y	A.x	A.y
1	4	-1	-1	-4	-4
2	24	1	2	24	48
3	18	2	6	36	108
4	-4	1	4	-4	-16
	42	JUMLAH		52	136

$$X = \frac{\sum Ax}{\sum A} = \frac{52}{42} = 1\frac{5}{21} \quad Y = \frac{\sum Ay}{\sum A} = \frac{136}{42} = 3\frac{5}{21}$$

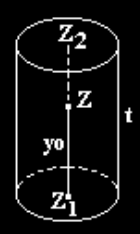
Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

TABEL TITIK BERAT BIDANG RUANG HOMOGEN

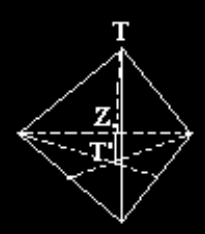
Bidang kulit prisma



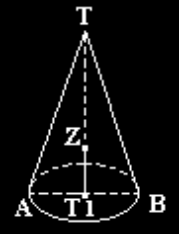
Bidang kulit silinder



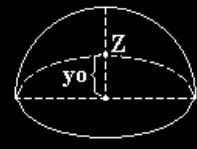
Bidang Kulit limas



Bidang kulit kerucut



Bidang kulit setengah bola.



$$y_o = \frac{1}{2}t$$

z pada titik tengah garis z1z2
z1 = titik berat bidang alas
z2 = titik berat bidang atas
t = panjang sisi tegak.

$$y_o = \frac{1}{2}t$$

A = $2 \pi R \cdot t$
t = tinggi silinder
R = jari-jari lingkaran alas
A = luas kulit silinder

$$T'_z = \frac{1}{3}T'T$$

T'T = garis tinggi ruang

$$T'_z = \frac{1}{3}T'T$$

T T' = tinggi kerucut
T' = pusat lingkaran alas

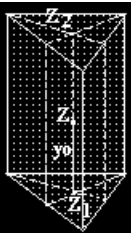
$$y_o = \frac{1}{2}R$$

R = jari-jari

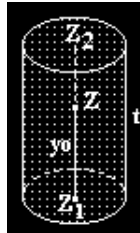
Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

TABEL TITIK BERAT BENDA RUANG PEJAL HOMOGEN

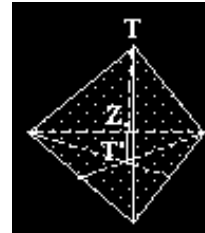
Prisma beraturan



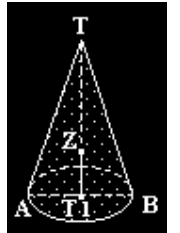
Silinder Pejal



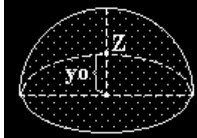
Limas pejal beraturan



Kerucut pejal



Setengah bola pejal



$$Y_o = \frac{1}{2}l$$

z pada titik tengah garis z1z2
V = luas alas kali tinggi

$$y_o = \frac{1}{2}t$$

t = tinggi silinder
R = jari-jari lingkaran alas
V = $\pi R^2 t$

$$y_o = \frac{1}{4}TT' = \frac{1}{4}t$$

T T' = t = tinggi limas beraturan
V = $\frac{\text{luas alas} \times \text{tinggi}}{3}$

$$y_o = \frac{1}{4}t$$

t = tinggi kerucut
R = jari-jari lingkaran alas
V = $\frac{1}{3} \pi R^2 t$

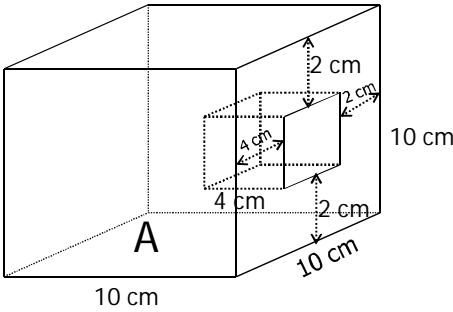
$$y_o = \frac{3}{8}R$$

R = jari-jari bola.
V = $\pi R^2 t$

CONTOH SOAL

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

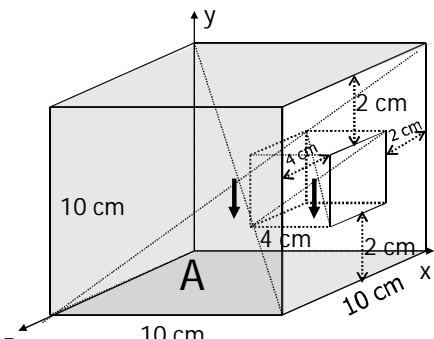
CONTOH SOAL
TITIK BERAT BENDA 3 DIMENSI



Kubus besar dengan massa jenis 6 gram/cm³ dimasuki kubus kecil dengan massa jenis 10 Gram/cm³ seperti Pada gambar. Hitung koordinat titik berat dari A.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL
TITIK BERAT BENDA 3 DIMENSI



No	V	ρ	m	x	y	z	m.x	m.y	m.z
1	1000	6	6000	5	5	5	30000	30000	30000
2	-96	6	-576	8	5	4	-4608	-2880	-2304
3	96	10	960	8	5	4	7680	4800	3840
JUMLAH			6384				33072	31920	31536

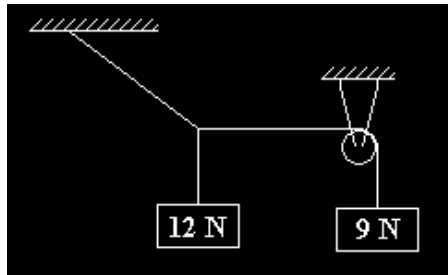
$$x = \frac{\sum m.x}{\sum m} = \frac{33072}{6384} = 5,18045$$

$$y = \frac{\sum m.y}{\sum m} = \frac{31920}{6384} = 5$$

$$z = \frac{\sum m.z}{\sum m} = \frac{31536}{6384} = 4,93985$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL 1

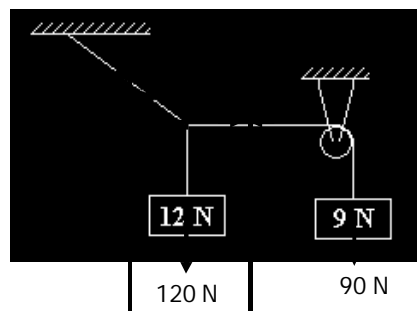


Hitunglah Gaya T pada susunan kesetimbangan ini.



Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 1



$$\sum F_x = 0$$

$$90 - T \cos \alpha = 0$$

$$T \cos \alpha = 90$$

$$\sum F_y = 0$$

$$T \sin \alpha - 120 = 0$$

$$T \sin \alpha = 120$$

$$\frac{T \sin \alpha}{T \cos \alpha} = \frac{120}{90}$$

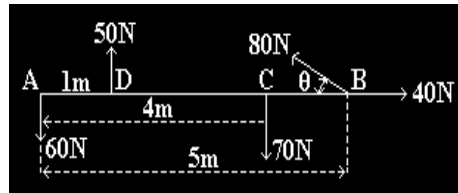
$$\frac{T \sin \alpha}{T \cos \alpha} = \frac{4}{3}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3} \quad T \cdot \frac{4}{5} = 120$$

$$T = 120 \cdot \frac{5}{4} = 150 \text{ N}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL 2

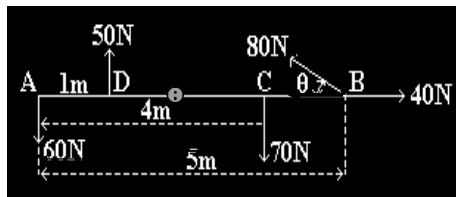


Batang AB yang panjangnya 5 meter dan beratnya boleh diabaikan, padanya bekerja 5 buah gaya seperti tampak pada gambar di bawah ini. Jika $\text{tg } \theta = 3/4$.

Tentukan besar dan letak dari gaya resultannya.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 2



$$\sum \tau_P = 0$$

$$50 \cdot x + 70(3 - x) - 60(1 + x) - 80 \sin \theta(4 - x) + 40 \cdot 0 + 80 \cos \theta \cdot 0 = 0$$

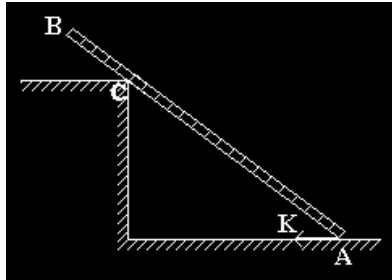
$$50x + 210 - 70x - 60 - 60x - 80 \cdot \frac{3}{5}(4 - x) = 0$$

$$-32x = 42$$

$$x = -\frac{42}{32} = -1\frac{5}{16} \quad (-1\frac{5}{16} \text{ m sebelah kanan D, Jadi di luar batang AB)}$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

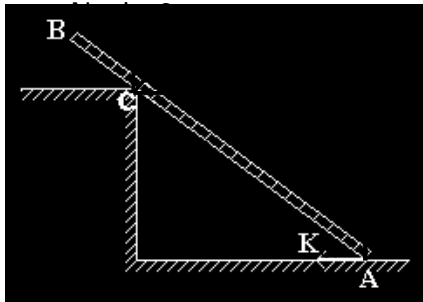
CONTOH SOAL 3



Suatu batang AB yang homogen, massanya 30 kg, panjangnya 6 meter, bersandar di atas tembok yang tingginya 3 meter ujung A dari batang menumpu pada lantai dan berjarak 4 meter dari tembok. Berapa besarnya gaya K mendatar yang harus diberikan pada batang di A supaya batang tetap seimbang ? dan Hitung juga gaya-gaya tekanan pada A dan C.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 3



$$\sum F_y = 0$$

$$N_A + N_C \sin \beta - w = 0$$

$$N_A + N_C \cdot \frac{4}{5} = 300$$

$$N_A = 300 - \frac{4}{5} \cdot 144 = 184,8N$$

$$\sum F_x = 0$$

$$N_C \cos \beta = K$$

$$N_C \cdot \frac{3}{5} = K$$

$$K = 144 \cdot \frac{3}{5} = 86,4N$$

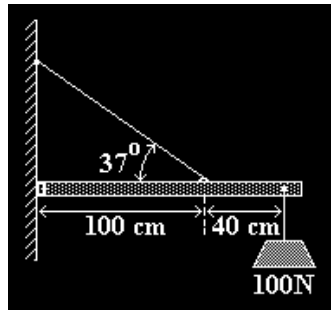
$$\sum \tau_P = 0$$

$$N_C \cdot 5 - w \sin \beta \cdot 3 = 0$$

$$5N_C = 300 \cdot \frac{4}{5} \cdot 3 \quad N_C = 144N$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

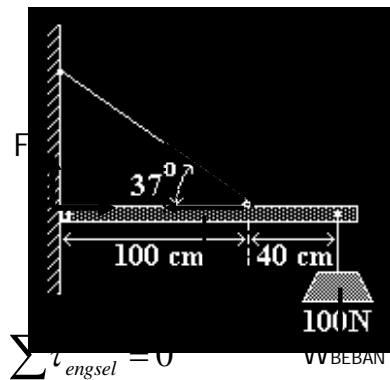
CONTOH SOAL 4



Sebuah batang dengan berat 50 N seperti tampak pada gambar di bawah ini. Berapa besar tegangan dalam kabel pendukungnya dan berapa komponen dari gaya yang dikerjakan oleh engsel pada batang.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 4



$$W_{batang} \cdot 0,7 + W_{beban} \cdot 1,4 - T \sin 37^\circ \cdot 1 = 0$$

$$\frac{3}{5} T = 50 \cdot 0,7 + 100 \cdot 1,4$$

$$T = \frac{5}{3} (35 + 140) = 291,67 N$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_x - T \cos 37^\circ = 0$$

$$F_x = \frac{4}{5} T$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_y + T \sin 37^\circ - W_{batang} - W_{beban} = 0$$

$$F_y + \frac{3}{5} T - 50 - 100 = 0 \quad F_y + \frac{3}{5} T = 150$$

Besar komponen gaya Engsel :

$$F_x = \frac{4}{5} \cdot 291,67 = 233,33 N$$

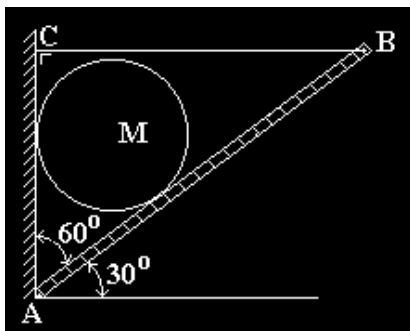
$$F_y = 150 - \frac{3}{5} \cdot 291,67 = -25,002 N \quad (- \text{Arah gambar terbalik})$$

$$F_{engsel} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F_{engsel} = \sqrt{(-25,002)^2 + (233,33)^2} = 234,67 N$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

CONTOH SOAL 5

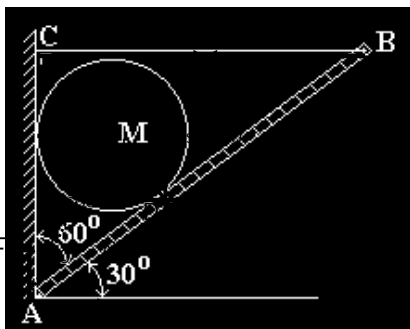


Ditanyakanlah :
 Gaya-gaya tekanan oleh bidang miring dan tembok pada bola
 Gaya tegangan dalam tali
 Gaya sendi.

Sebuah bidang miring AB (panjangnya 40 meter) bersendi pada kakinya yaitu titik A. Puncak B bidang condong dihubungkan oleh tali BC dengan tembok vertikal yang melalui A. Bidang miring ini bersudut 30 derajat dengan horizontal dan tali BC arahnya mendatar. Pada bidang miring dan tembok vertikal bersandar sebuah bola jari-jarinya 5 meter dan massanya 10 kg. berat bidang miring diabaikan.

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

JAWABAN CONTOH SOAL 5



Pada batang :
 $N_D = N_D'$ Pasangan gaya aksi-reaksi

$$\sum F_x = 0 \quad F_x + N_D' \cos 60^\circ - T = 0$$

$$F_x + \frac{200}{3} \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} - T = 0 \quad T - F_x = \frac{100}{3} \sqrt{3}$$

$$F_x = 50 - \frac{100}{3} \sqrt{3} N \quad \sum F_y = 0$$

$$F_y - N_D' \sin 60^\circ = 0 \quad F_y = \frac{200}{3} \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3} = 100 N$$

Pada Bola :
 $\sum F_y = 0$
 $\sum F_x = 0$

$$\tan 30^\circ = \frac{R}{AD} \quad \sum \tau_{engsel} = 0$$

$$N_E - N_D \cos 60^\circ = 0 \quad N_D \sin 60^\circ - w = 0 \quad \frac{1}{3} \sqrt{3} = \frac{5}{AD} \quad N_D \cdot 5 \sqrt{3} - T \cdot 40 \cos 60^\circ = 0$$

$$N_E = \frac{1}{2} N_D \quad N_D \frac{1}{2} \sqrt{3} - 100 = 0 \quad AD = \frac{15}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 5 \sqrt{3} \quad \frac{200}{3} \sqrt{3} \cdot 5 \sqrt{3} = 20 T$$

$$N_E = \frac{1}{2} \cdot \frac{200}{3} \sqrt{3} = \frac{100}{3} \sqrt{3} N \quad N_D = \frac{200}{\sqrt{3}} = \frac{200}{3} \sqrt{3} N \quad T = 50 N$$

Created by : Ir. Arianto, Guru Fisika SMAK. St. Louis 1

PROFICIAT



SELAMAT ANDA TELAH MENYELESAIKAN
MATERI KESETIMBANGAN BENDA TEGAR

BERLATIHLAH DENGAN :

SOAL-SOAL URAIAN

TESTLAH

KEMAMPUANMU

DENGAN SOAL TEST YANG TERSEDIA

