

# **Modul Mekanika Teknik Rekayasa Alat Berat**

**Penulis:**

Vuko AT Manurung

**ISBN:**

**Editor:**

Dr. Yohanes Tri Joko W., ST MT

**Penyunting:**

Wanda ST MT

**Desain Sampul dan Tata Letak:**

Susilo

**Penerbit:**

LP2M Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta 14330

Telepon: (021) 6519555 Fax: (021) 6519821

Email: [sekretariat@polman.astra.ac.id](mailto:sekretariat@polman.astra.ac.id)

**Cetakan Pertama, Januari 2025**

**Hak Cipta dilindungi undang-undang.**

**Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.**

## **Kata Pengantar**

Dengan berselimutkan rasa syukur kepada Tuhan yang maha Agung, kami haturkan ke hadapan para pembaca dan keluarga besar Politeknik Astra, Modul Mekanika Teknik Rekayasa Alat Berat. Program studi rekayasa alat berat memang relatif baru dan khusus untuk D4 masih sangat sedikit institusi yang mengadakannya. Oleh karena itu kami membertakan diri untuk membuat diktat ini.

Secara khusus, kami mengucapkan banyak terima kasih untuk segala kesempatan dan fasilitas yang disediakan untuk kami dari sehingga buku ini dapat diterbitkan.

Kami menyadari buku ini tidak lepas dari kekurangan. Segala kritik, saran dan harapan demi lebih baiknya buku ini merupakan kesenangan kami berikutnya.

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>BAB I PRINSIP DASASAR MEKANIKA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Aksi - Reaksi .....	1
1.2 Pengoperasian Vektor .....	4
1.3 Jenis-Jenis Gaya Lainnya .....	3
1.4 Soal-Soal Latihan .....	6
<b>BAB 2 KESETIMBANGAN PARTIKELEL .....</b>	<b>12</b>
2.1 Kondisi kesetimbangan Suatu partikel .....	12
2.2. Diagram Benda Bebas .....	12
2.2.1 Pegas.....	13
2.2.2 Kabel dan polley .....	13
2.3 Prosedur Penggambaran Diagram BendaBebas.....	13
2.4 Gaya Luar dan Gaya Dalam.....	17
2.5 Latihan Soal.....	18
<b>BAB 3 RESULTAN GAYA.....</b>	<b>22</b>
3.1 Gaya Mengakibatkan Momen .....	22
3.2 Contoh Soal Momen.....	24
3.3 Latihan Soal.....	26
3.4 Momen Kopel.....	29
3.5 Latihan Soal.....	32
<b>BAB 4 KESETIMBANGAN BENDA TEGAR.....</b>	<b>35</b>
4.1 Kesetimbangan Dua Dimensi.....	35
4.2 Reaksi Support.....	35
4.3 Contoh Soal.....	37
4.4 Latihan Soal.....	39
<b>BAB 5 DISTRIBUSI GAYA.....</b>	<b>46</b>
5.1 Pusat Gravitasi.....	46
5.2 Latihan Soal.....	49
5.3 Diagram Gaya Geser dan Momen Tekuk.....	51
5.4 Latihan Soal.....	55
<b>BAB 6 GESEKAN.....</b>	<b>57</b>

6.1	Pendahuluan.....	57
6.2	Gesekan Kering.....	57
6.2.1	Gesekan Basah ( <i>Fluid Friction</i> ).....	58
6.2.2	Gesekan Dalam ( <i>Internal Friction</i> ).....	58
6.3	Mekanisme Gesekan Kering.....	58
6.4	Contoh Soal.....	60
6.5	Latihan Soal.....	62
DAFTAR PUSTAKA .....		64



## BAB 1

### PRINSIP DASAR MEKANIKA

Mekanika (*mechanics*) merupakan suatu cabang dari ilmu fisika yang berhubungan dengan kondisi diam atau bergerak yang tekanannya pada ***gaya*** yang bekerja.

Secara umum pokok bahasannya dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu:

- Mekanika benda tegar (*rigid body mechanics*)
- Mekanika benda yang mengalami perubahan bentuk (*deformable-body mechanics*)
  - Mekanika fluida (*fluid mechanics*).

Mekanika benda tegar di bagi menjadi dua bagian, yaitu :

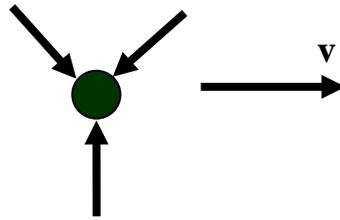
- Statika (*statics*), yang berhubungan dengan kesetimbangan benda dalam arti benda tersebut diam atau bergerak dengan kecepatan yang konstan. Pada kondisi tertentu suatu benda yang bergerak dengan percepatan yang konstan dapat dianggap sebagai persoalan statis.
- Dinamika (*dynamics*), yang berhubungan dengan percepatan suatu benda.

Membahas mekanika tidak pernah lepas dari prinsip-prinsip hukum Newton, yaitu

:

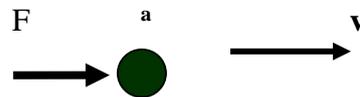
- **Hukum pertama** : suatu partikel akan tetap diam, atau bergerak lurus dengan kecepatan konstan selama tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut.

$$\mathbf{F} = m \mathbf{a}$$



Gambar 1.1 Prinsip Hukum 1 Kestimbangan

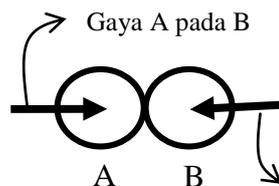
- **Hukum ke dua** : bila suatu partikel dikenai gaya  $\mathbf{F}$  dengan percepatan  $\mathbf{a}$  yang memiliki arah yang sama dengan gaya yang bekerja dan massa  $m$  maka :



Gerak dipercepat

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

- **Hukum ke tiga** : dua gaya aksi dan reaksi yang bekerja bersamaan diantara dua partikel yang sama, berlawanan arah dan segaris

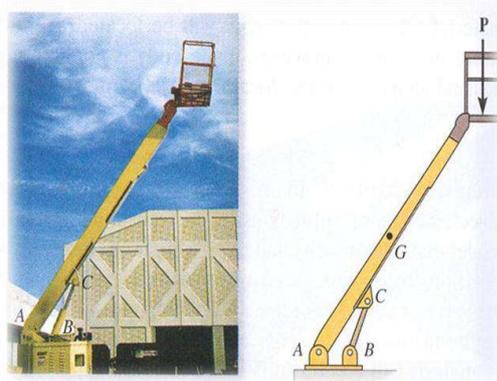


Gaya pada B

### 1.1 Aksi - Reaksi

- **Berat** : berat benda adalah :  $\mathbf{W} = m\mathbf{g}$  ; dimana  $g$  adalah gravitasi bumi  $= 9.81 \text{ m/s}^2$  (SI unit) atau  $= 32.2 \text{ ft/s}^2$

Gambar berikut merupakan contoh penerapan mekanika teknik dalam aktivitas keteknikan



Gambar 1.2 penerapan Mekanika pada Alat Ankat

Gambar 1.3 merupakan kesalahan perhitungan serta pengabaian pengaruh mekanika teknik dalam mengangkat beban.

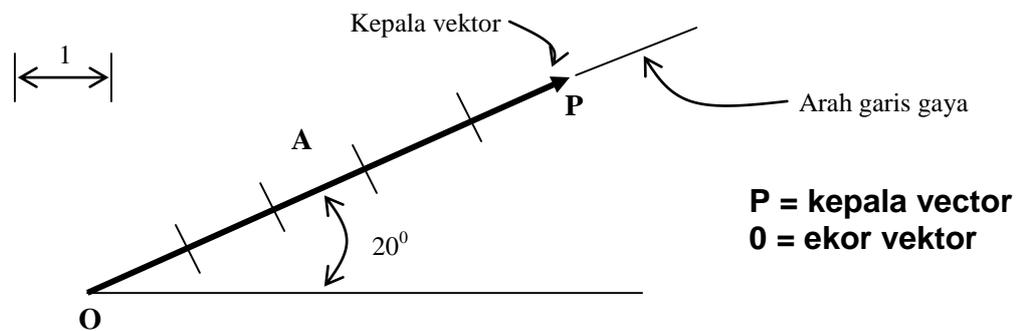


Gambar 1.3 Kesalahan Perhitungan Mekanika

### 1.1 Skalar dan Vektor:

Skalar adalah karakteristik kuantitatif dengan bilangan positif atau negative. Contohnya adalah massa, volume dan panjang adalah quantity skalar yang sering digunakan dalam statika.

Vektor adalah besaran yang memiliki besar (magnitude) dan arah. Didalam statika besaran vector sering menyatakan posisi, gaya dan momen. untuk penulisannya biasanya menggunakan panah diatasnya, contoh :

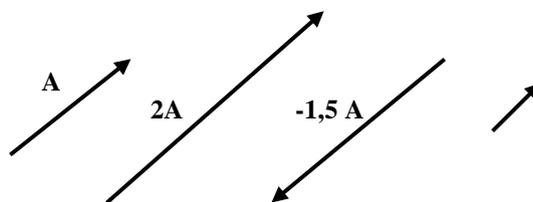


Gambar 2.1 Vektor dan Arah Gaya  $0.5 A$

Sebuah vektor (gambar 2.1) digambarkan dengan sebuah anak panah, yang terdiri dari besar, arah. Besar vector adalah panjang panah, arahnya dinyatakan dengan sudut antara garis aksis dan garis anak panah.

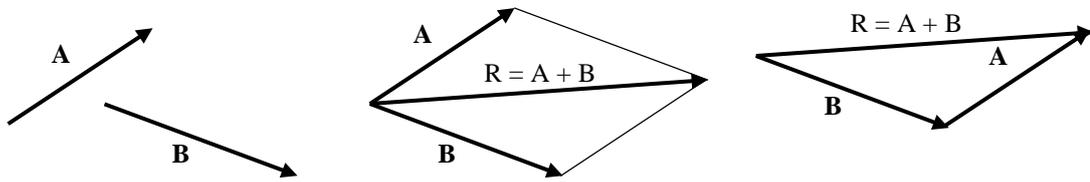
## 1.2 Pengoperasian Vektor

Suatu vector dapat di kalikan atau di bagi dengan bilangan skalar. Suatu vector  $A$  dan skalar  $a$  di kalikan menjadi vector  $aA$ . Arahnya sama dengan  $A$  bila  $a$  positif dan sebaliknya berlawanan arah dengan  $A$  bila  $a$  negative.

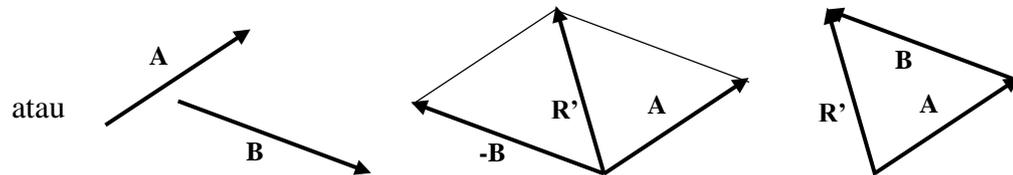


Suatu vector dapat di *jumlah* maupun di *kurang*. Dua vector  $A$  dan  $B$  di jumlahkan membentuk suatu vector resultan  $R = A + B$  dengan menggunakan hukum

*Parallelogram.*



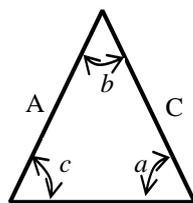
$$\mathbf{R}' = \mathbf{A} - \mathbf{B} = \mathbf{A} + (-\mathbf{B})$$



Penjumlahan vector dengan metode analisis, menggunakan **hukum sinus** atau **hukum kosinus**.

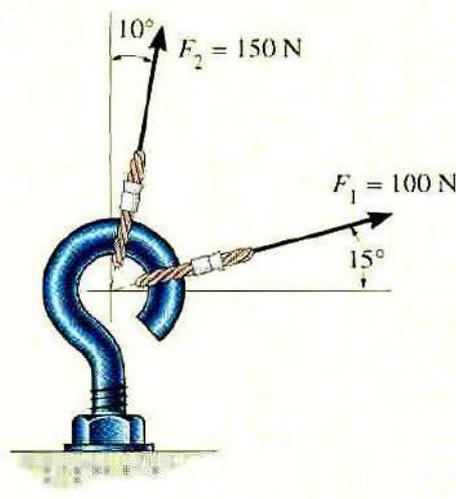
**Hukum sinus :**  $A/\sin a = B/\sin b = C/\sin c$

Hukum kosinus :  $C^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos c$



Contoh soal:

Gantungan seperti pada gambar mendapat dua gaya **F<sub>1</sub>** dan **F<sub>2</sub>**. Tentukan besar dan arah dari resultan gaya tersebut.



**Jawab:** Menggunakan hukum *parallelogram*. Dua besaran yang tidak di ketahui yaitu  $F_R$  dan sudut  $\theta$  (theta).

Menggunakan trigonometri.  $F_R$  ditentukan dengan menggunakan hukum cosinus:

$$F_R = \sqrt{(100 \text{ N})^2 + (150 \text{ N})^2 - 2 (100 \text{ N})(150 \text{ N}) \cos 115^\circ}$$

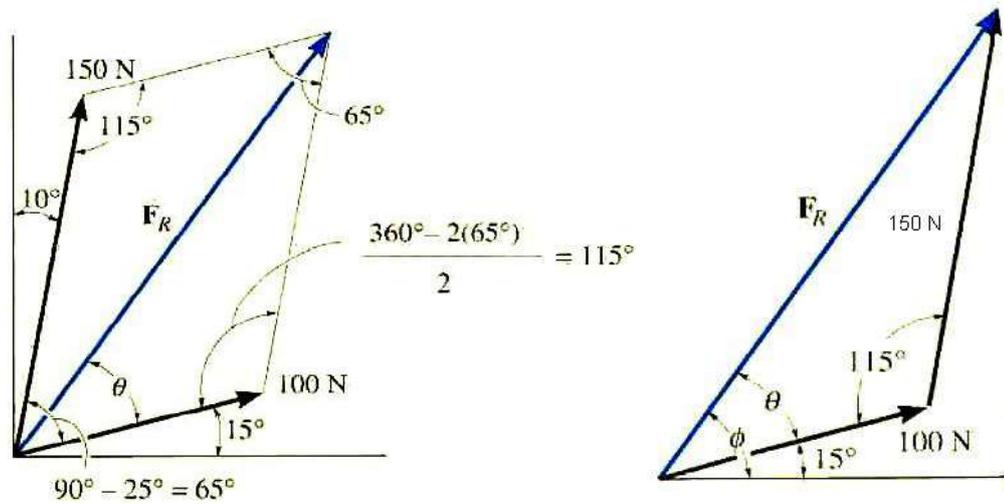
$$= \sqrt{10000 + 22500 - 3000 - (-0,4226) 212,6 \text{ N}} = 213 \text{ N Sudut } \theta$$

ditentukan dengan menggunakan hukum sinus:

$$150 \text{ N}/(\sin \theta) = 212,6 \text{ N}/(\sin 115^\circ) \text{ maka } \theta = 39,8^\circ$$

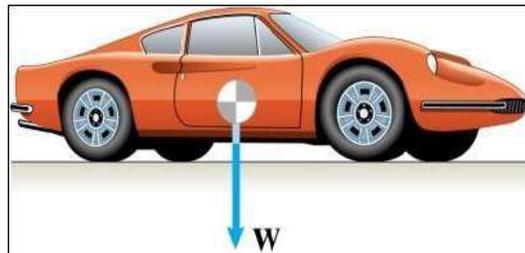
Dengan demikian arah  $\phi$  (phi) terhadap  $F_R$  di ukur dari garis horizontal adalah:

$$\phi = 39,8^\circ + 15^\circ = 54,8^\circ$$



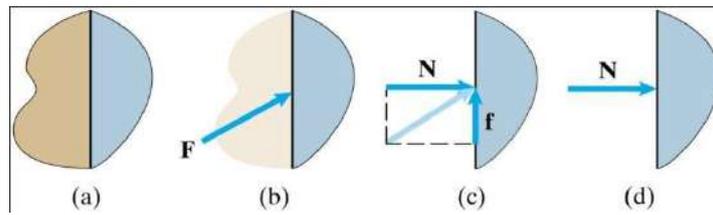
### 1.3 Jenis-jenis Gaya yang lainnya.

Gaya gravitasi, gaya yang bekerja akibat adanya gravitasi bumi.  $W = m \cdot g$ . Dimana  $m$  adalah massa atau berat benda dan  $g$  adalah gravitasi bumi yang besarnya **9,81  $m/s^2$  atau 32,2  $ft/s^2$**



Gambar 2.2 Contoh gaya berat

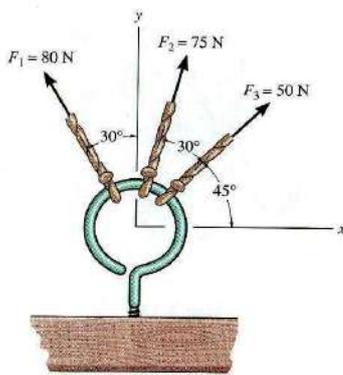
Gaya permukaan, terdiri dari gaya normal (N) dan gaya gesek (f). Gaya normal adalah gaya yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan dan gaya gesek adalah gaya yang bekerja sejajar dengan permukaan seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



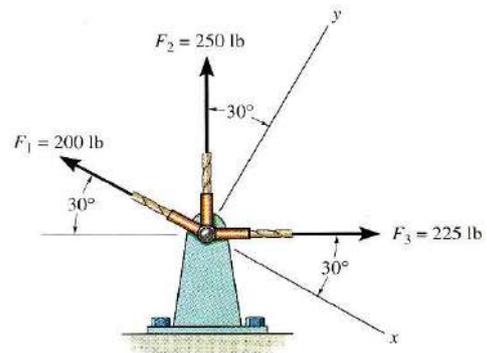
Gambar 2.3 Contoh gaya normal

#### 1.4 Soal untuk Latihan

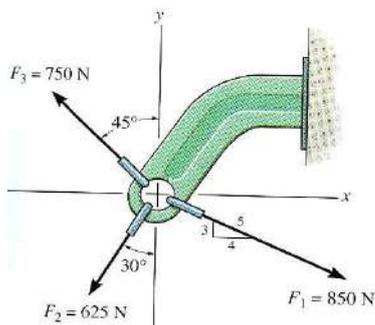
1. Dari gambar berikut (a, b, c dan d) tentukan besar dan arah dari resultan gaya-gaya yang bekerja.



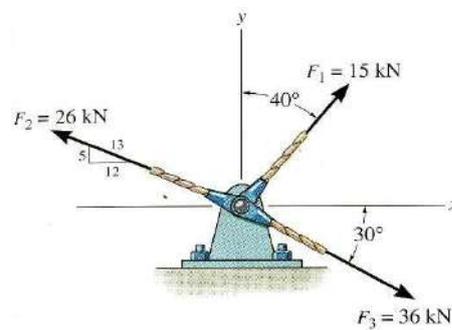
(a)



(b)

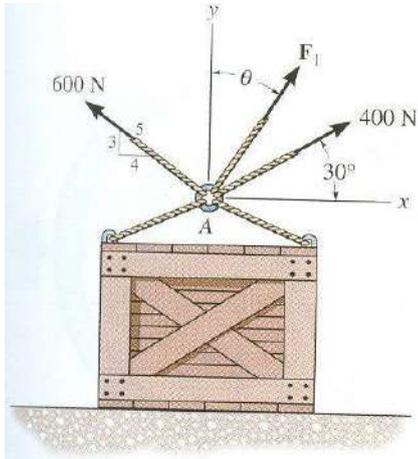


(c)

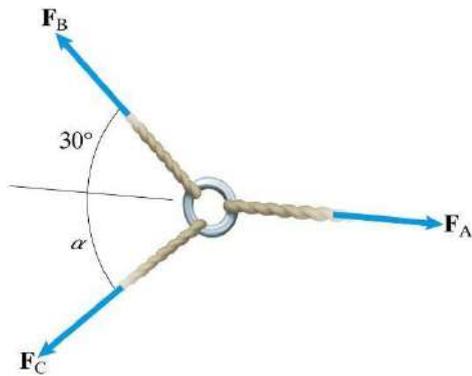


(d)

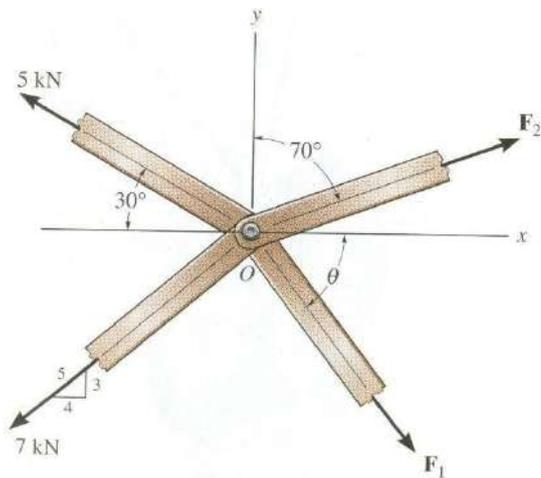
2. Diketahui berat box 1000kg. Tentukan besar  $F_1$  dan sudut  $\theta$ .



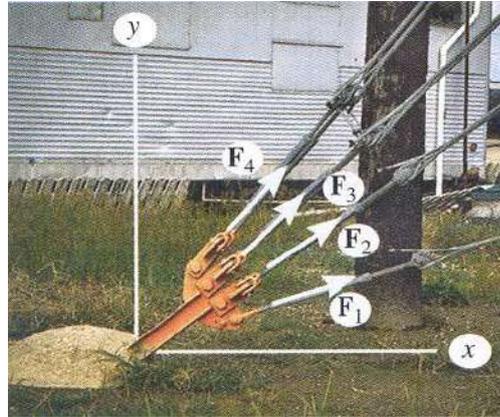
3. Diketahui  $F_B = 200\text{N}$  dan  $F_C = 300\text{N}$ . Carilah nilai  $F_A$  dan  $\alpha$ .



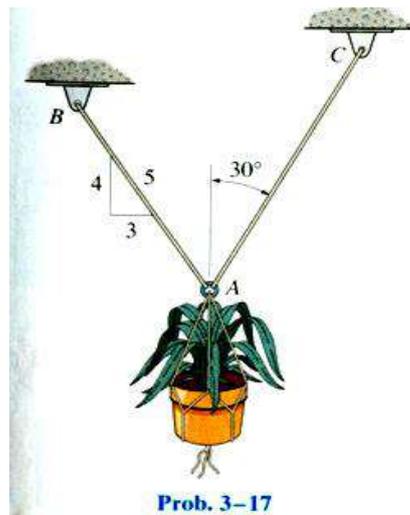
4. Hitung gaya  $F_1$  dan  $\theta$  bila diketahui  $F_2 = 6\text{ kN}$



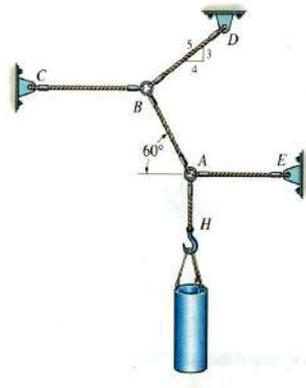
5. Hitung Resultan gaya pada breket.



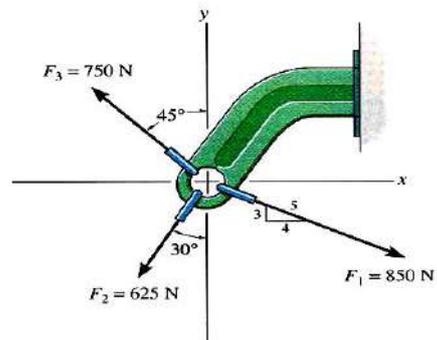
6. Hitung berat pot bunga berikut:



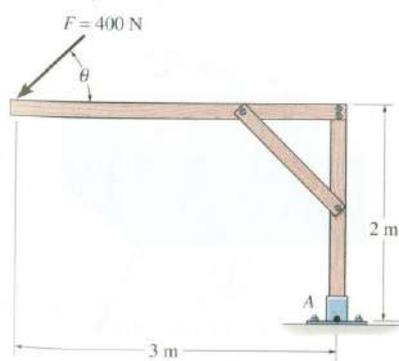
7. hitung tegangan tali yang bekerja.



9. hitung beban yang padatumpuan seperti pada gambar berikut:



10. hitung beban yang bekerja di titik A



## BAB 2

### KESETIMBANGAN PARTIKEL

Objektif :

- a. Memperkenalkan konsep diagram benda bebas (free body diagram) suatu partikel.
- b. menunjukkan bagaimana menyelesaikan persoalan kesetimbangan dengan menggunakan persamaan kesetimbangan.

#### 2.1 Kondisi Kesetimbangan suatu Partikel.

Suatu partikel berada dalam kesetimbangan bila partikel tersebut benar-benar diam atau memiliki kecepatan yang konstan. Untuk menjaga agar benda tetap berada dalam kesetimbangan perlu diterapkan hukum pertama Newton, yang resultan gayanya sama dengan nol. Secara matematika dinyatakan dengan :

$$\Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0}$$

Dimana  $\Sigma \mathbf{F}$  adalah vector dari jumlah semua gaya-gaya yang bekerja pada suatu partikel. Dari persamaan diatas dapat dinyatakan bahwa partikel bergerak dengan kecepatan konstan atau tetap diam.

#### 2.2 Diagram Benda Bebas (*Free Body Diagram*)

Untuk menerapkan persamaan kesetimbangan pertama-tama harus dihitung semua gaya yang diketahui dan tidak diketahui, yang bekerja pada suatu partikel. Cara paling baik untuk menyatakan semua gaya-gaya tersebut adalah dengan

*menggambar diagram benda bebasnya*. Diagram ini adalah sketsa suatu partikel secara sederhana dimana seluruh gaya-gaya yang bekerja tercakup didalamnya.

### **2.2.1 Pegas.**

Jika suatu pegas elastis linear digunakan sebagai support, panjang pegas akan berubah secara proporsional searah dengan gaya yang bekerja.

Besarnya gaya adalah :  $F = ks$

Dimana  $s$  adalah perbedaan pegas sebelum dan sesudah mengalami beban.  $k$  adalah konstanta kekakuan pegas.

### **2.2.2 Kabel dan Pulley.**

Pada pembahasan ini semua kabel diasumsikan berat diabaikan dan tidak dapat di-stretch. Juga kabel hanya memiliki gaya tarik yang bekerja searah dengan arah kabel

### **2.3 Prosedur Penggambaran Diagram Benda Bebas.**

Pertama-tama gambarkan bentuk sketsanya dengan cara dipotong atau dilepas dari sambungannya, kemudian nyatakan semua gaya-gaya yang bekerja di sketsa yang telah dibuat. Gaya-gaya tersebut dapat berupa gaya aktif atau gaya reaktif ke partikel tersebut. Kemudian identifikasi setiap gaya. Untuk gaya yang telah diketahui besar dan arahnya perlu diberi tanda (warna yang berbesa) guna membedakan dengan gaya yang tidak diketahui.

Contoh prosedur penggambaran diagram benda bebas:

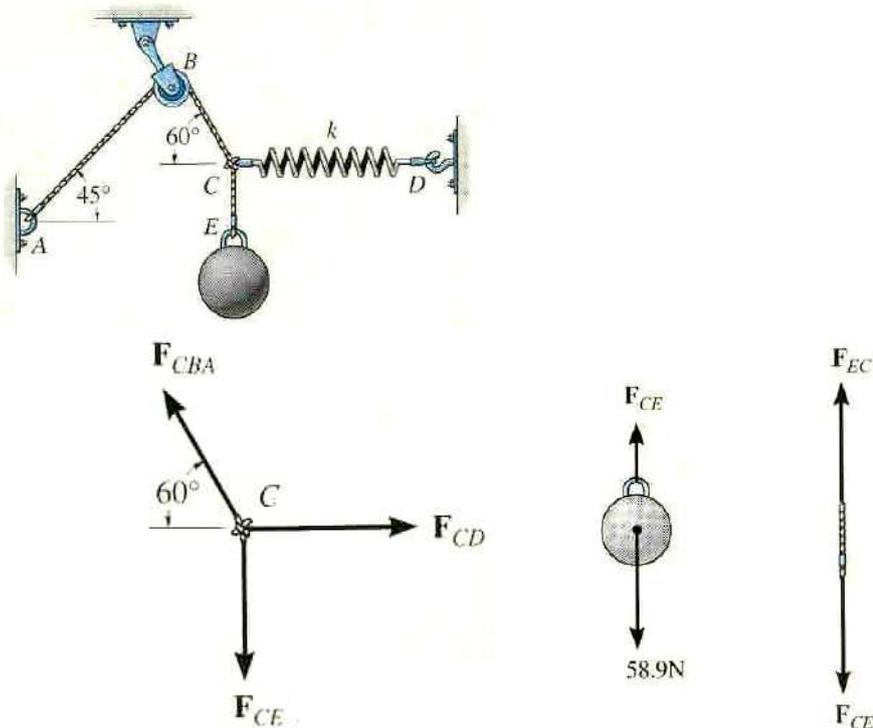
a. Suatu bola mempunyai massa 6 kg dan ditopang seperti pada gambar. Gambarkan diagram benda bebas dari bola tersebut, tegangan tali  $CE$ , dan sambungan di  $C$ .

Jawab :

**Bola.** Diagram benda bebas bola menunjukkan hanya ada dua gaya yang bekerja, yaitu beratnya dan gaya tali  $CE$ . Berat bola adalah :  $6 \text{ kg} (9,81 \text{ m/s}^2) = 58,9 \text{ N}$

**Tali  $CE$ .** Bila tali  $CE$  di isolasi dari sekelilingnya, hanya ada dua gaya yang bekerja, yaitu gaya dari bola dan gaya dari sambungan. Gaya  $F_{CE}$  adalah sama dengan gaya  $F_{EC}$  tetapi arahnya berlawanan sebagai konsekuensi dari hukum ke 3 Newton.

**Sambungan.** Sambungan  $C$  memiliki tiga gaya. Gaya-gaya tersebut disebabkan oleh tali  $CBA$  dan  $CE$  dan gaya pegas  $CD$

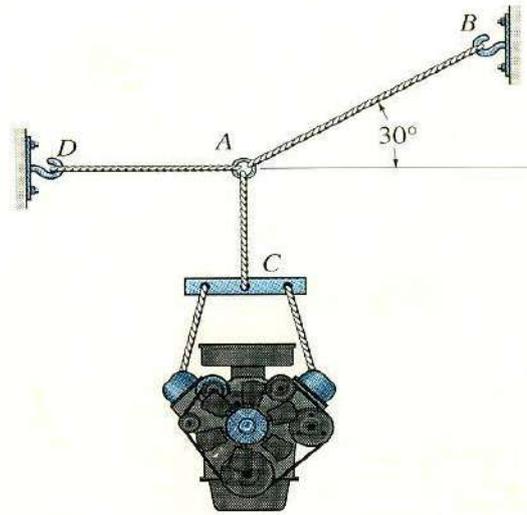


Untuk mempermudah dalam perhitungan gaya-gaya yang bekerja dinyatakan kedalam sumbu x-y diagram kartesian. Persamaannya menjadi :

$$\Sigma F_x = 0 \text{ maka } \Sigma F_y = 0$$

b. Tentukan tegangan di kabel  $AB$  dan  $AD$  pada kondisi setimbang, berat mesin yang diangkat  $250\text{ kg}$  (lihat gambar berikut)

**Jawab:**



Pertama-tama tuliskan apa yang diketahui dari soal, kemudian apa yang ditanyakan datuliskan rumus atau persyaratan yang dipirlukan sehingga soal dapat di aelesaikan. Untuk menyelesaikannya diperlukan gambar diagram benda bebasnyasehingga semua gaya yang diketahui dan akan di cari tersaji.

Diagram benda bebas. Untuk memecahkan persoalan ini, ditinjau kesetimbangan pada cincin A karena ini merupakan titik pertemuan gaya-gaya yang bekerja di kabel AB dan AD. Berat mesin  $(250\text{ kg})(9,81\text{ m/s}^2) = 2,452\text{ kN}$ , yang di topang oleh kabel CA. Oleh karena itu ada tiga gaya yang bekerja pada cincin A.

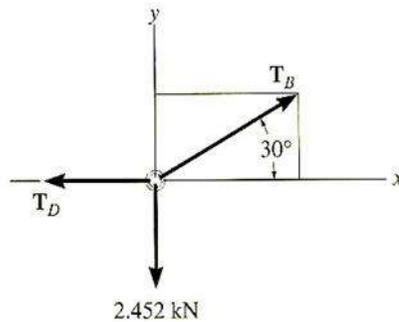
Gaya  $T_B$  dan  $T_D$  besarnya tidak diketahui tetapi arahnya diketahui, dan kabel AC arah kebawah sebesar  $2,452\text{ kN}$ .

Persamaan kesetimbangan. Dua besaran yang tidak diketahui yaitu  $T_B$  dan  $T_D$ , di cari melalui persamaan  $\Sigma F_x = 0$  dan  $\Sigma F_y = 0$ , sehingga

$$+ \Sigma F_x = 0; \quad T_B \cos 30^\circ - T_D =$$

$$+ \Sigma F_y = 0 \quad T_B \sin 30^\circ - 2,452 \text{ kN} = 0$$

Dengan demikian diperoleh :  $T_B = 4,90 \text{ kN}$  ; dan  $T_D = 4,25 \text{ kN}$ .



- c. Tentukan panjang yang dibutuhkan oleh suatu tali AC sehingga rumah lampu dengan berat 8 -kg dapat menggantung seperti pada gambar. Panjang pegas AB sebelum = 300 N/m.

**Jawab :**

Jika gaya pegas AB diketahui, regangan (stretch) pegas dapat dicari dengan persamaan  $F = ks$ . Dengan menggunakan perhitungan geometri maka panjang AC dapat diketahui. *Diagram benda bebas*. Berat lampu :  $W = 8 (9,81) = 78,5 \text{ N}$

*Persamaan kesetimbangan*. Dari sumbu x-y diperoleh :

$$\begin{array}{l} + \Sigma F_x = 0; T_{AB} - T_{AC} \cos 30^\circ = 0 \\ \rightarrow T_{AC} = \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 157 \text{ N dan } T_{AB} = 136 \text{ N} \\ \uparrow + \Sigma F_y = 0; T_{AC} \sin 30^\circ - 78,5 \text{ N} \end{array}$$

Regangan pegas AB diperoleh dari :

$$T_{AB} = k_{AB} s_{AB}; \quad 136 \text{ N} = 300$$

$$\text{N/m}(s_{AB}) \quad s_{AB} = 0,453 \text{ m}$$

sehingga panjang regangan :  $l_{AB} = l'_{AB}$

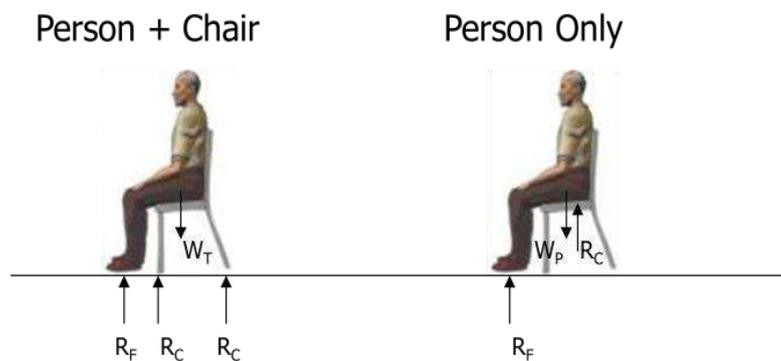
$$+ s_{AB} = 0,4 \text{ m} + 0,453 \text{ m} = 0,853 \text{ m}$$

panjang jarak horizontal dari C ke B :  $2 \text{ m} = l_{AC} \cos 30^0 + 0,853 \text{ m}$  maka hasilnya

$$l_{AC} = \mathbf{1,32 \text{ m.}}$$

#### 2.4 Gaya Luar dan Gaya Dalam (*Internal/External Forces*)

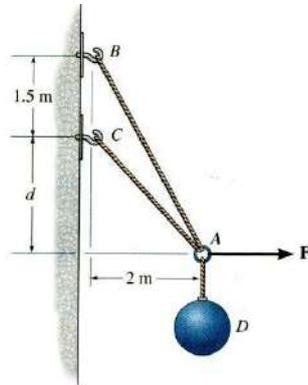
Gaya luar dan gaya dalam yang bekerja pada suatu diagram benda bebas tergantung dari pemilihan objek yang di tinjau. Misalnya seorang yang sedang duduk di kursi (lihat gambar) maka gaya yang bekerja bila di tinjau dari orang yang duduk beserta dengan kursinya (a) atau orangnya saja (b)



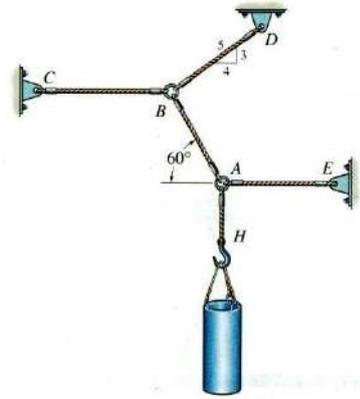
Gambar 2. 1 contoh gaya luar

## 2.5 Latihan Soal:

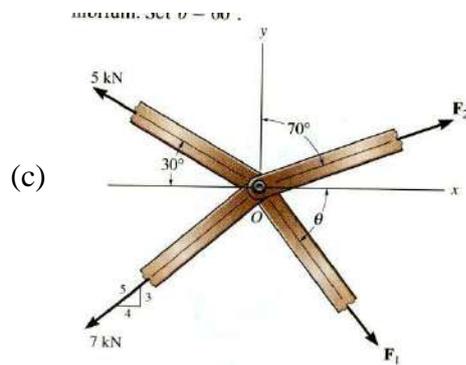
1. Lihat gambar:



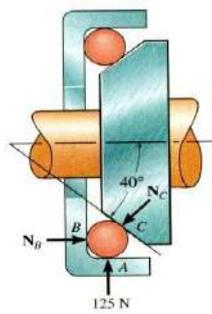
(a)



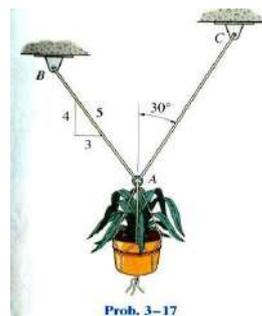
(b)



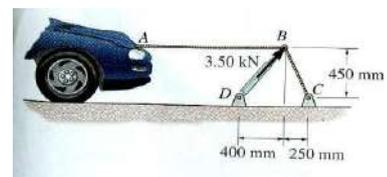
(c)



(d)



(e)

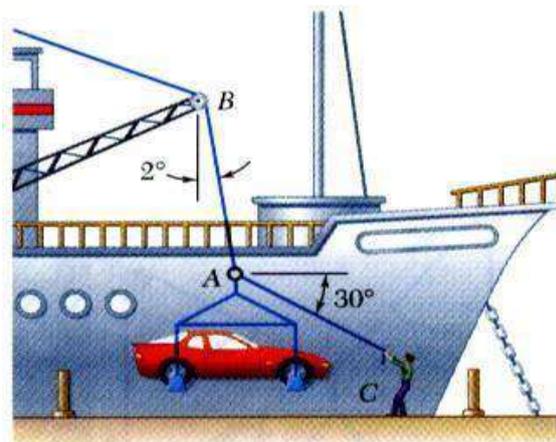


(f)

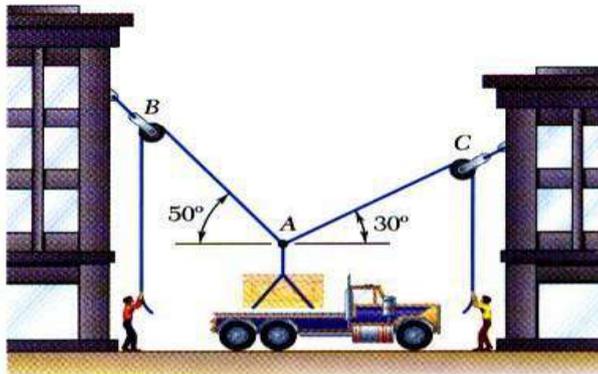
A. Hitung gaya  $F_1$  dan sudut  $\theta$  bila  $F_2 = 6 \text{ kN}$

B. Tentukan gaya di kabel AC dan AB bila berat  $D = 20 \text{ kg}$ ;  $F = 300 \text{ N}$  dan  $d = 1 \text{ m}$

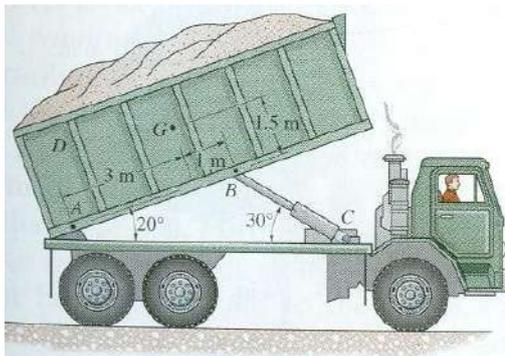
- C. Tentukan tegangan dimasing-masing tali bila berat pipa = 30 kg. Dan Bila masingmasing tali dapat menahan beban maksimum adalah 500 N, tentukan berat maksimum pipa yang dapat ditahan.
- D. Bila gaya kontak dititik A = 125 N tentukan gaya reaksi  $N_B$  dan  $N_C$  pada kondisi setimbang.
- E. Tentukan maksimum berat dari pot bunga bila tali yang memegangnya memiliki kekuatan maksimum sebesar 250N.
- F. Bila gaya hidraulik sebesar 3,5 kN tentukan besar tegangan tali AB dan BC.
2. Suatu kapal sedang menurunkan muatan berupa mobil dengan berat 3500-lb menggunakan kawat baja. Kawat baja tersebut diikatkan ke bodi mobil dan kemudian ditarik kearah kanan sebesar  $2^0$  (lihat gambar). Hitung berapa tegangan kawat baja tersebut.



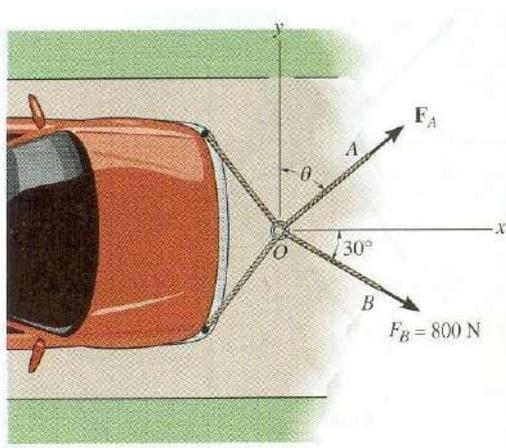
3. Gambarkan diagram benda bebas dari tegangan tali di titik A.



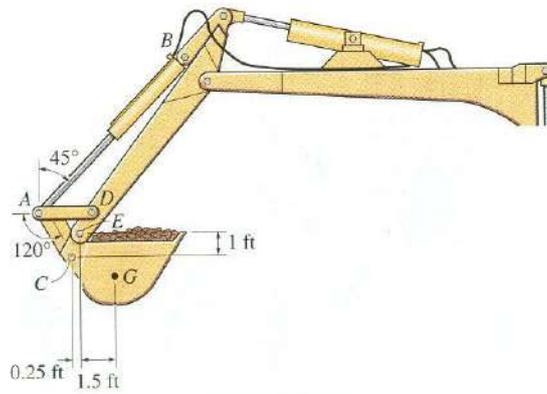
4. Gambarkan diagram benda bebas untuk bak (dump) dari truk dibawah ini.



5. Lihat gambar di bawah diketahui tentukan besar  $F_A$  dan sudut  $\theta$ .



6. Gambarkan diagram benda bebas dari sistem lengan excavator berikut:



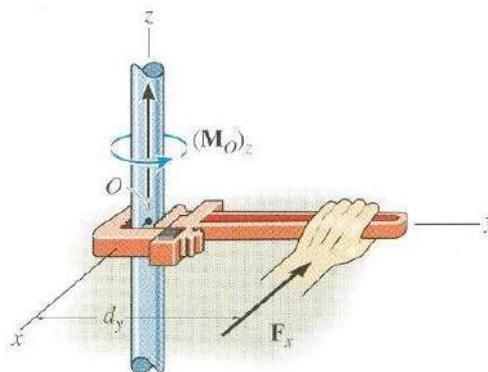
## BAB 3

### RESULTAN GAYA

Objektif :

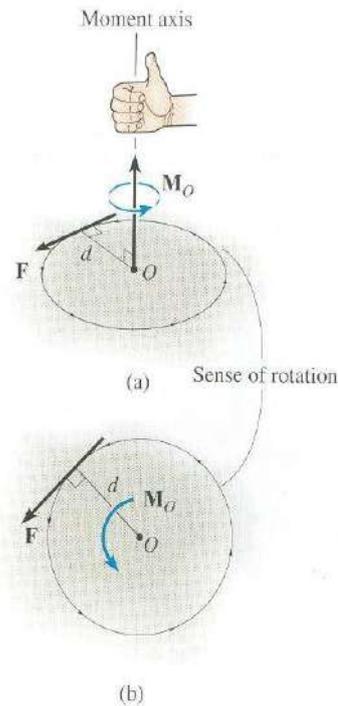
- a. Mendiskusikan konsep momen gaya dan cara menghitungnya dalam dua dimensi.
- b. Metoda perhitungan momen akibat gaya yang bekerja di sumbu x-y yang spesifik.

#### 3.1 Gaya Mengakibatkan Momen.



Gambar 3.1 Gaya yang menyebabkan momen.

Momen akibat gaya pada suatu titik atau sumbu akan mengakibatkan terjadinya putaran disekitar titik atau sumbu tersebut. Sebagai contoh lihat gambar, suatu gaya horizontal  $F_x$  yang bekerja tegak lurus pada suatu kunci ingris (wrench) dan memiliki jarak dari titik  $O$  sebesar  $d_y$ . Gaya tersebut akan mengakibatkan terjadinya putaran di pipa dalam arah sumbu  $z$ . perputaran yang diakibatkan oleh gaya  $F_x$  dinamakan *torsi* atau *momen akibat gaya* atau disingkat *momen* saja  $(M_O)_z$ . Sumbu momen ( $z$ ) tegak lurus terhadap bidang  $x$ - $y$  yang terdiri dari  $F_x$  dan  $d_y$  dan berpotongan di titik  $O$ . yaitu:  $M_o = F.d$



Gambar 3.2 Prinsip Perhitungan Momen

Secara umum bila suatu gaya  $F$  dan suatu titik  $O$  yang terletak pada suatu bidang seperti pada gambar berikut, maka momen  $M_O$  pada titik  $O$  yang tegak lurus pada bidang tersebut adalah suatu *vector quantity* yang memiliki besar dan arah yang spesifik. Nilai atau besar dari  $M_O$  adalah:

$$M_O = F \cdot d \quad (\text{arah berlawanan dengan jafum jam})$$

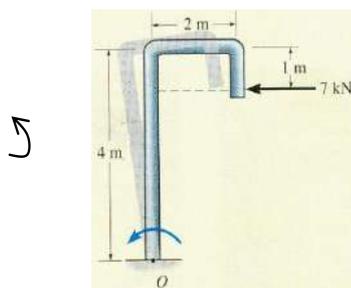
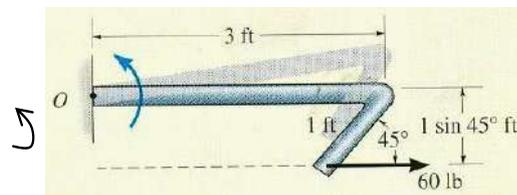
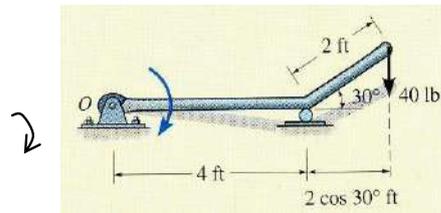
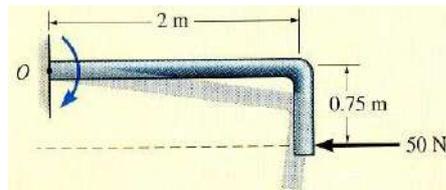
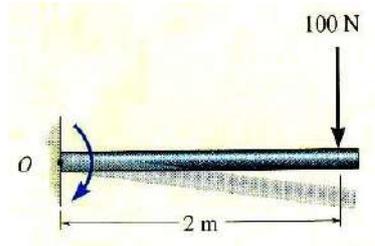
Dimana  $d$  adalah jarak dari lengan momen atau jarak yang tegak lurus dari titik  $O$  ke gaya yang bekerja. Arah dari  $M_O$  diperoleh dengan menggunakan *aturan tangan kanan*. Ibu jari menunjukkan arah sumbu momen dan tegak lurus terhadap bidang dimana  $F$  dan  $d$  berada. Kemudian untuk menghitung resultan

momen, adalah jika suatu system gaya terletak pada bidang  $x$ - $y$  kemudian menghasilkan momen akibat gaya tersebut dititik O maka akan menghasilkan resultan momen  $M_{Ro}$  yang besarnya adalah Gaya dikalikan jarak yang tegak lurus

### **3.2 Contoh Soal Momen**

Tentukan momen gaya di titik O dari masing-masing gambar berikut ini.

Jawab :



Gambar a;  $M_O = (100 \text{ N})(2\text{m}) = 200 \text{ N.m}$  ↷

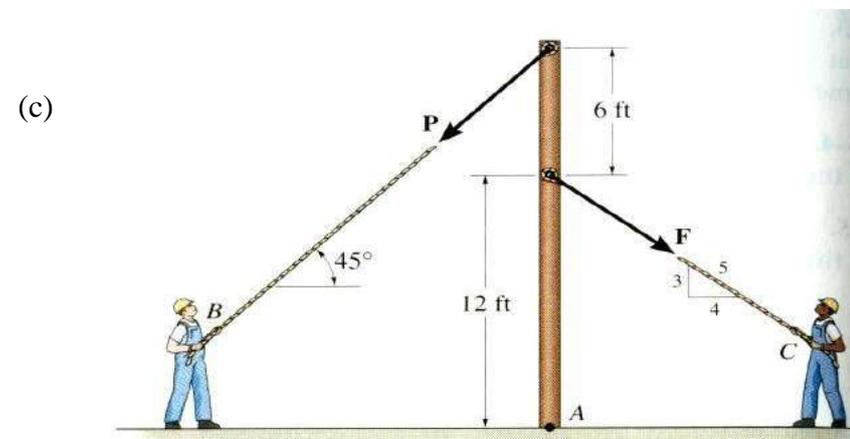
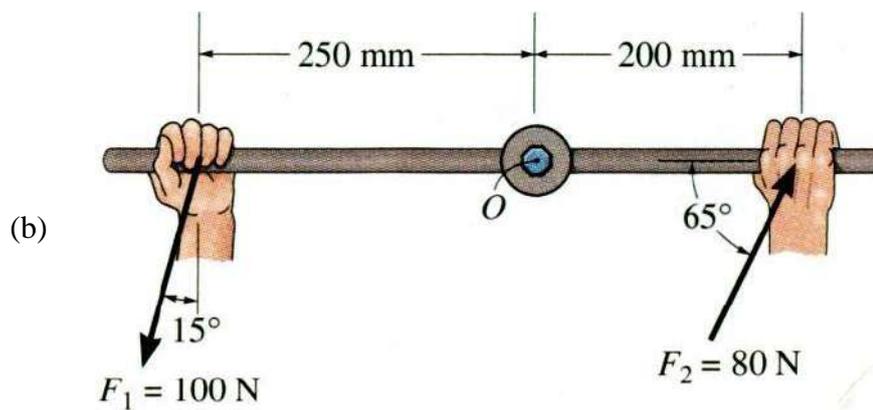
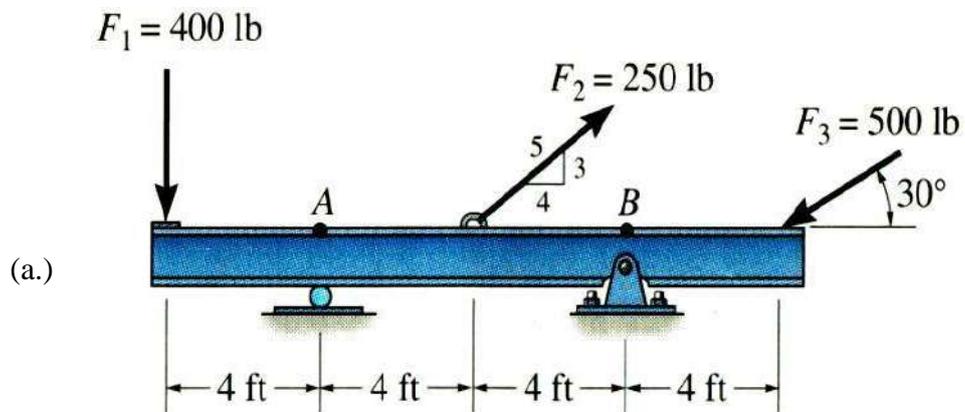
Gambar b;  $M_O = (50 \text{ N})(0,75) = 37,5 \text{ N.m}$  ↷

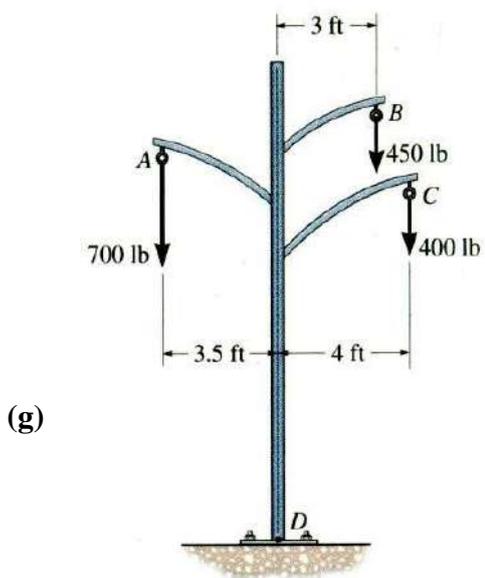
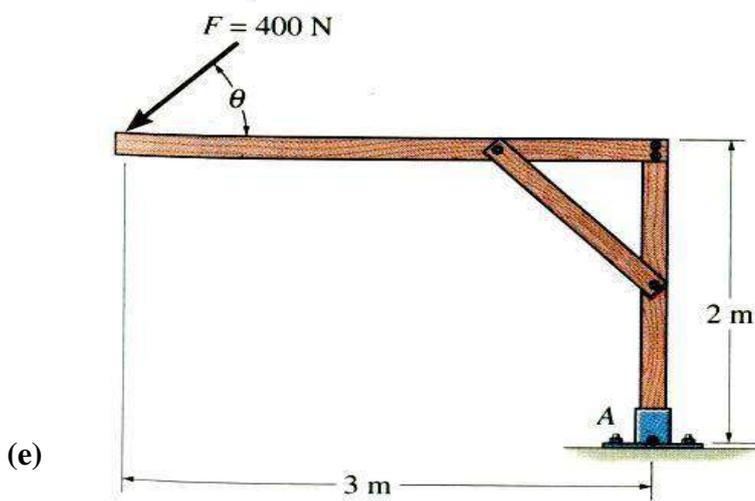
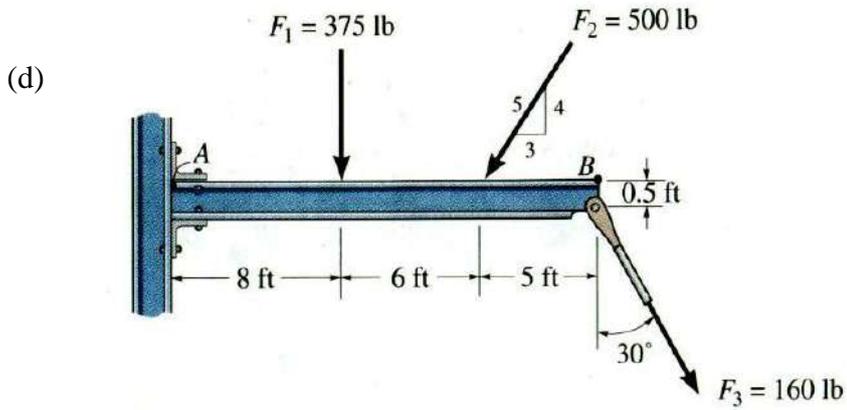
Gambar c ;  $M_O = (40 \text{ lb})(4 \text{ ft} + 2 \cos 30^0 \text{ ft}) = 229 \text{ lb.ft}$

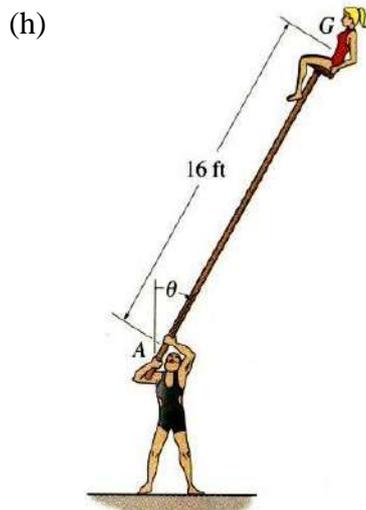
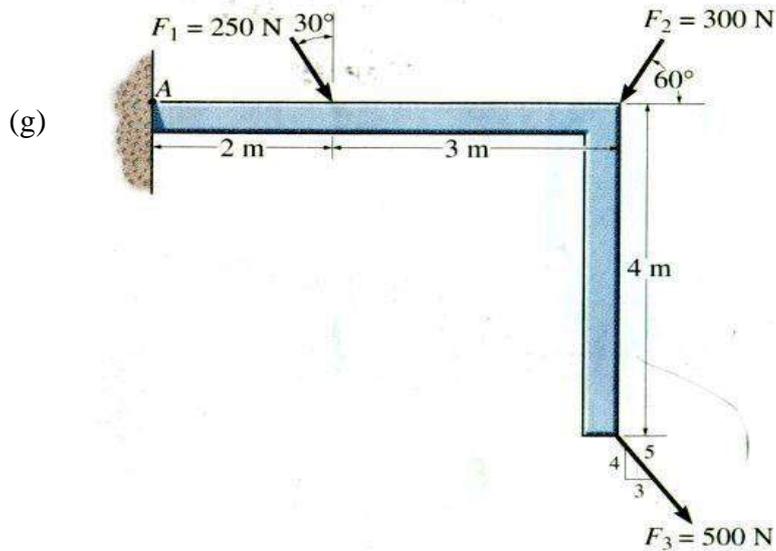
Gambar d;  $M_O = (60 \text{ lb})(1 \sin 45^0 \text{ ft}) = 42,4 \text{ lb.ft}$

ambar e;  $M_O = (7 \text{ kN})(4 \text{ m} - 1 \text{ m}) = 21 \text{ kN.m}$

3.3 Latihan soal :





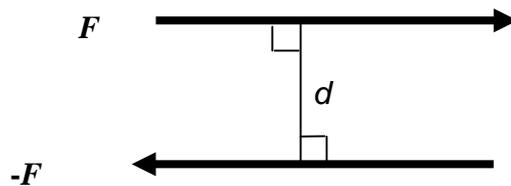


1. Gambar (a) tentukan besarnya momen akibat ketiga gaya tersebut di titik B.
2. Gambar (b) kunci (*wrench*) digunakan untuk membuka baut. Tentukan besarnya momen dititik O (dibaut).
3. Gambar (c) dua orang menarik tali dengan gaya  $F=80\text{ lb}$  dan  $P=50\text{ lb}$ . Tentukan momen akibat gaya tersebut dititik A. Kemana arah berputarnya tiang tersebut?
4. Gambar (d) tentukan momen di titik B akibat gaya-gaya di atas.
5. Gambar (e) tentukan besarnya resultan momen di D akibat gaya-gaya di atasnya.
6. Gambar (f) tentukan momen di titik A akibat ketiga gaya tersebut.

7. Gambar (g) tentukan momen di titik A bila  $\theta = 30^\circ$  dan  $60^\circ$ .
8. Gambar (h) bagian dari aerobic seorang pria menopang wanita dengan berat 120 lb. Jika pusat gravitasi wanita tersebut ada dititik G dan maksimum momen yang dapat diberikan oleh pria tersebut agar tetap tegak adalah 250 lb.ft, tentukan maksimum sudut  $\theta$  agar wanita yang diatasnya tidak terjatuh. (momen maksimum di titik A 250 lb.ft)

### 3.4 Momen Kopel (*moment of a couple*)

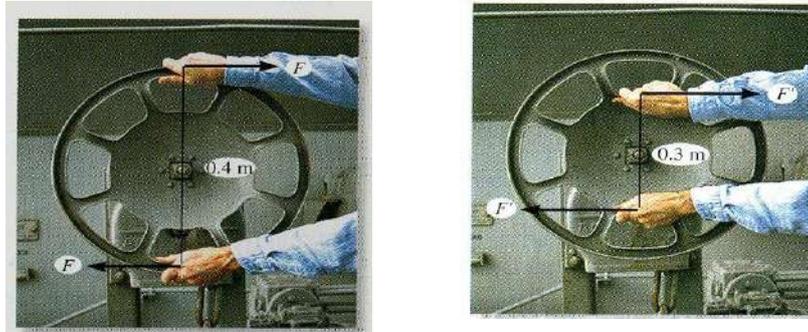
Sebuah kopel didefinisikan sebagai *dua gaya parallel yang memiliki besar yang sama, arah berlawanan dan dipisahkan dengan jarak tegak lurus d.*



Gambar 3.3 Prinsip dasar momen kopel

Pernyataan momen kopel adal dua yaitu : skalar dan vector. Momen kopel dalam formulasi skalar didefinisikan sebagai :  $M = Fd$  . Momen kopel dalam formulasi vector adalah :  $M = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$

Dua kopel dikatakan ekuivalen (sama) bila keduanya menghasilkan momen yang sama dan arah yang sama.



Gambar 3.4 Ilustrasi momen kopel

Dari gambar diatas untuk menghasilkan momen sebesar 12 N.m guna memutar roda, dilakukan dengan dua cara

- a. dengan jarak  $d = 0,4$  m, gaya yang diperlukan ( $F$ ) =  $12/0,4 = 30$  N
- b. dengan jarak  $d = 0,3$  m, gaya yang diperlukan ( $F'$ ) =  $12/0,3 = 40$  N

Dengan demikian cara paling efisien adalah dengan memperbesar jarak d.

### 3.5 Contoh soal

1. Tentukan momen kopel yang bekerja pada batang seperti pada gambar berikut ini.

Jawab :

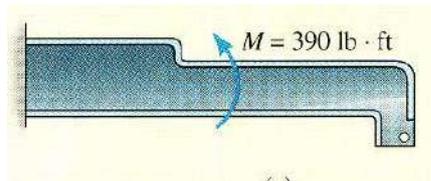
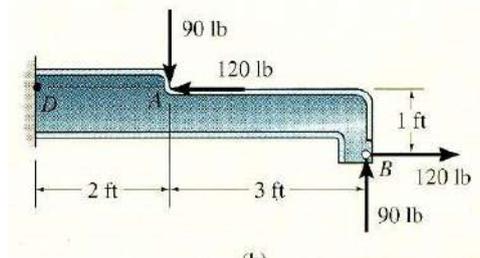
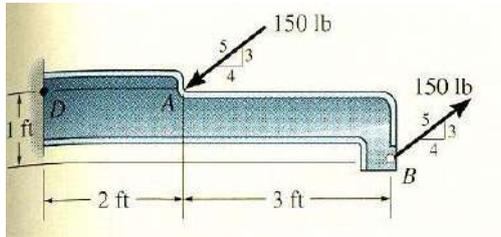
Dengan memecah kedua gaya tersebut dalam arah sumbu x dan y diperoleh :

$$F_x = 4/5(150 \text{ lb}) = 120 \text{ lb} ; F_y = 3/5(150 \text{ lb}) = 90 \text{ lb}$$

Momen kopel untuk setiap titik di batang tersebut sama.

Contoh momen kopel dititik D

$$\curvearrow + M = 120 \text{ (lb)}(0 \text{ ft}) - 90 \text{ lb} (2 \text{ ft}) + 90 \text{ lb}(5 \text{ ft}) + 120 \text{ lb}(1 \text{ ft}) = 390 \text{ lb}\cdot\text{ft} \curvearrow$$

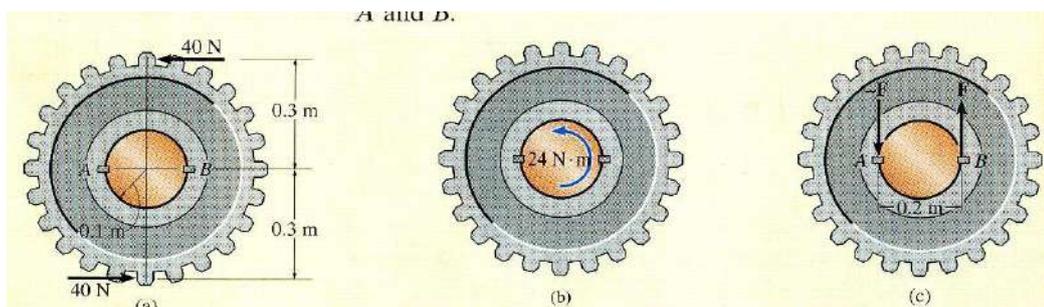


Dengan demikian maka  $F = 120 \text{ N}$

2. Suatu momen kopel bekerja pada rodagigi seperti pada gambar a. gantikan kopel tersebut dengan gaya lain yang bekerja di titik A dan B.

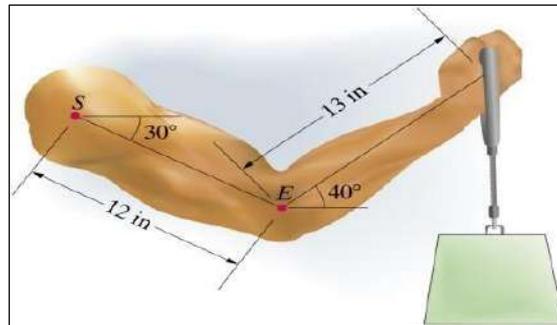
Jawab :

Besarnya momen kopel adalah :  $M = F \cdot d = 40(0,6) = 24 \text{ N}\cdot\text{m}$

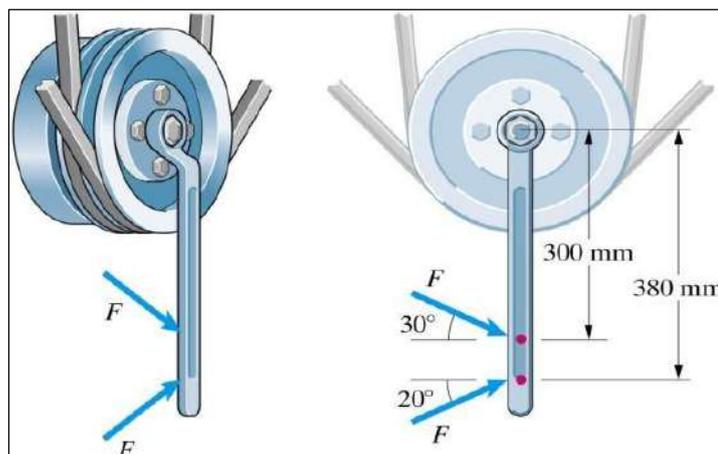


### 3.5 Latihan soal:

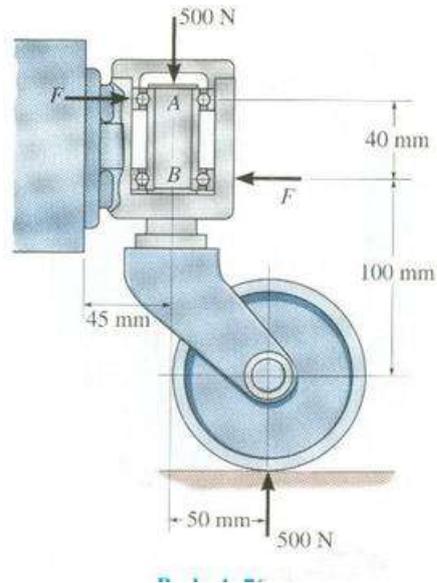
1. Momen yang bekerja di titik E (lihat gambar) akibat adanya beban di genggaman tangannya adalah: 299 lb-in. tentukan momen yang bekerja di titik S.



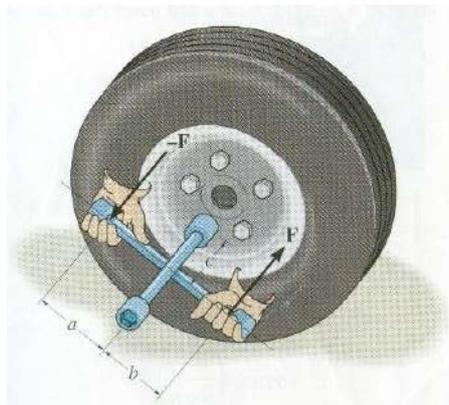
2. Dua gaya dengan besar yang sama di terapkan pada kunci ring (lihat gambar) untuk membuka baut pulley dengan momen yang diperlukan 50 Nm. Tentukan besarnya gaya F.



3. Perhatikan gambar suatu roda (*wheel caster*), tentukan besarnya gaya  $F$  yang menekan bantalan (bearing) agar roda tetap tegak.

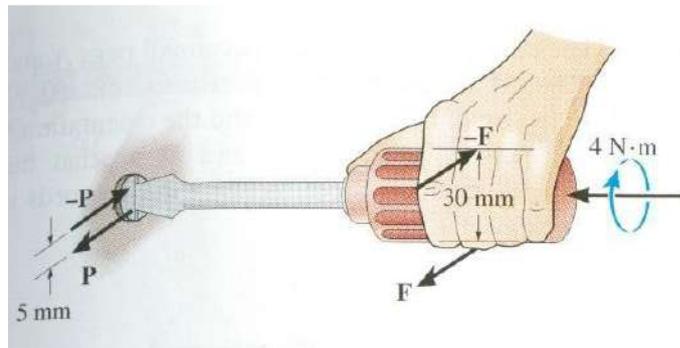


4. Nyatakan besarnya gaya  $F$ , pada gambar berikut.



5. Diketahui momen yang diperlukan untuk membuka mur menggunakan obeng adalah  $4 \text{ N}\cdot\text{m}$ . tentukan besarnya  $P$  dan  $F$

6.



## BAB 4

### KESETIMBANGAN BENDA TEGAR (RIGID BODY)

Objektif :

- a Mengembangkan persamaan kesetimbangan untuk benda tegar.
- b Mengenalkan konsep diagram benda bebas dan menyelesaikan persoalan kesetimbangan pada benda tegar.

#### 4.1 Kesetimbangan Dua dimensi

Keberhasilan menyelesaikan persoalan kesetimbangan adalah jika semua gaya-gaya luar yang bekerja yang tidak diketahui besarnya tergambar di diagram benda bebas. Gambar tersebut merupakan sketsa yang menunjukkan suatu gaya yang bekerja yang bebas dari sekelilingnya.

#### 4.2 Reaksi Support

Secara umum ada tiga jenis reaksi support pada suatu benda tegar, yaitu :

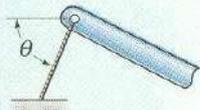
- a. roller atau silinder, memiliki *satu gaya reaksi*
- b. pin, memiliki *dua gaya reaksi*, dan
- c. fixed support (jepit), memiliki *tiga gaya reaksi*.

Tabel 4.1 Jenis-Jenis Support untuk Benda Tegar

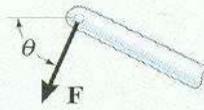
Jenis Sambungan

Reaksi di Sambungan

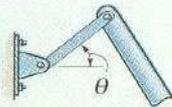
(1)



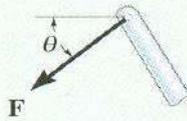
cable



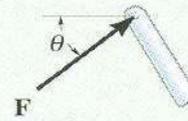
(2)



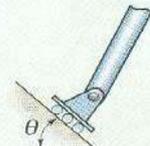
weightless link



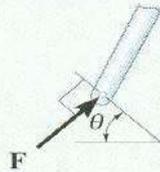
or



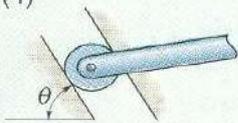
(3)



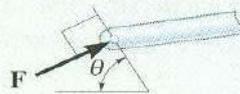
roller



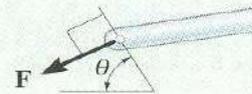
(4)



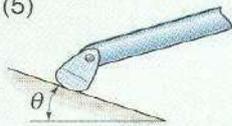
roller or pin in confined smooth slot



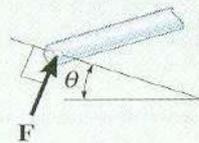
or



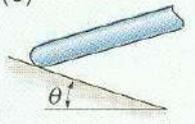
(5)



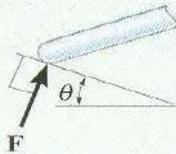
rocker



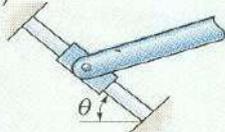
(6)



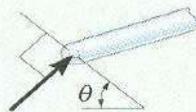
smooth contacting surface



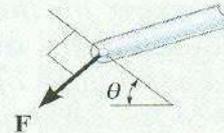
(7)

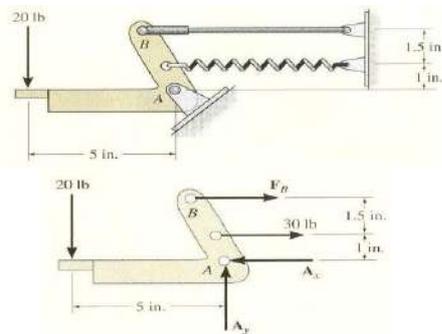
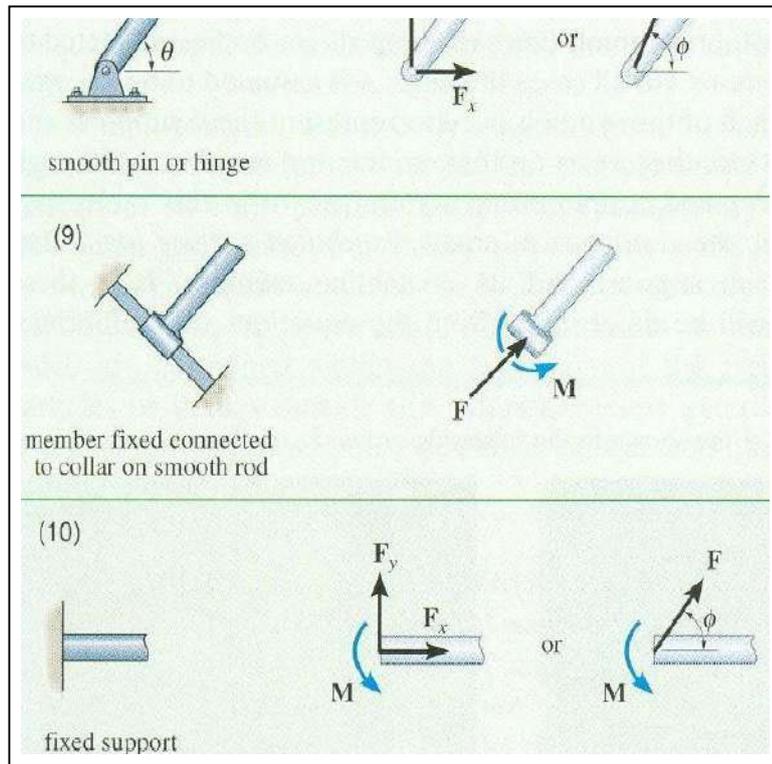


member pin connected to collar on smooth rod



or





Gambar 4.1 Mengubah gambar nyata menjadi sketsa mekanika sederhana.

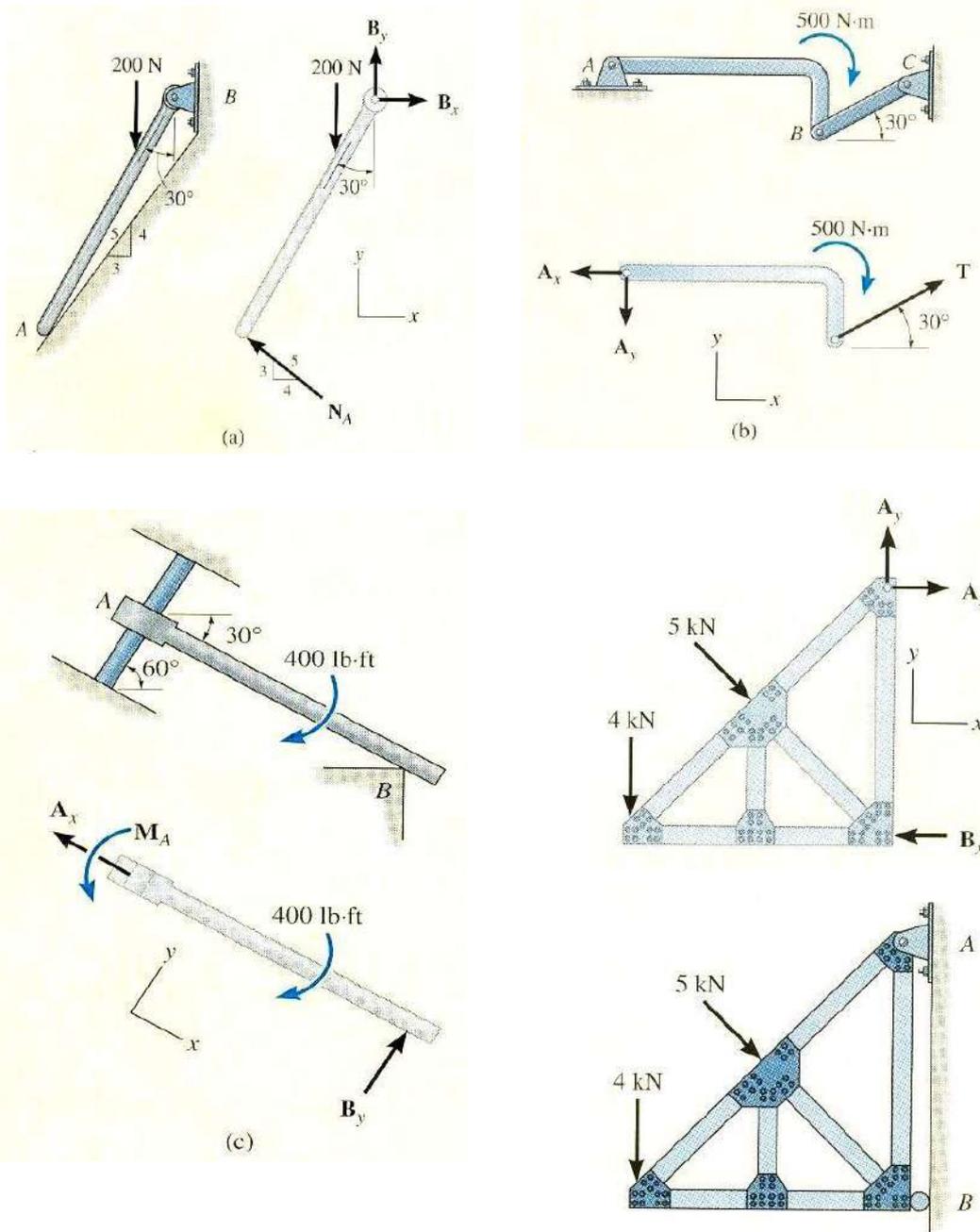
### 4.3 Contoh soal

A. Gambarkan diagram benda bebas gambar berikut. Gaya yang bekerja menekan pedal 20 lb sehingga pegas meregang sebesar 1,5 in.

Jawab:

Dari sketsa, batang **B** berfungsi sebagai *short link* yang berarti hanya ada satu gaya yang bekerja (gaya tarik atau tekan).

B. Berikut ini adalah beberapa gambar support dengan diagram benda bebasnya.



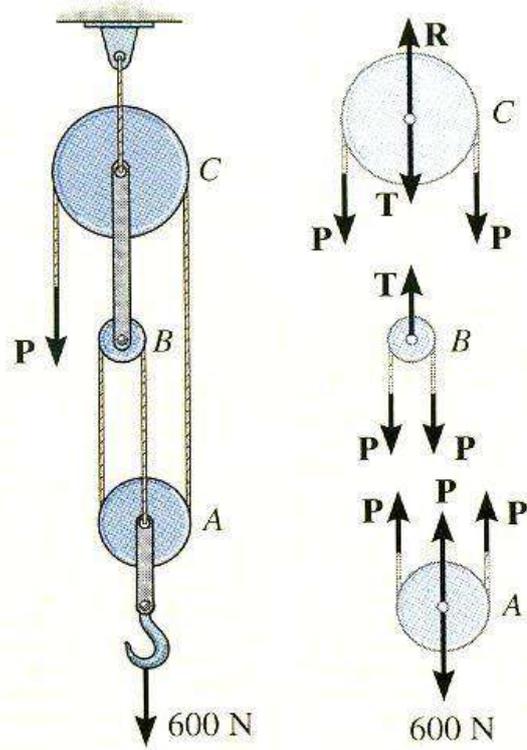
Gambar 4.2 Contoh support dan Diagram Benda Bebasnya.

C. Tentukan tegangan kabel dan gaya P yang diperlukan untuk menopang beban 600 N, gesekan di sistem pulley diabaikan.

Jawab :

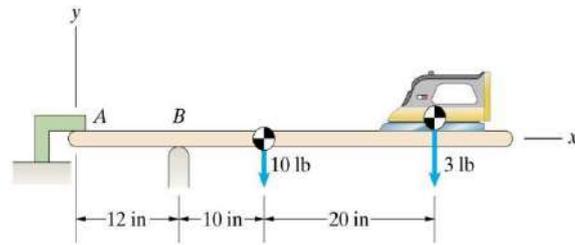
Pertama-tama gambarkan diagram benda bebas. Kemudian yang perlu diperhatikan dari DBB adalah prinsip kesetimbangan bahwa resultan gaya yang berlawanan sama dengan nol.

$$\begin{aligned} \text{Pulley A : } \uparrow \sum F_y = 0; & \quad 3P - 600\text{N} = 0; & \quad P = 200 \text{ N} \\ \text{Puley B : } \uparrow \sum F_y = 0; & \quad T - 2P = 0; & \quad T = 400 \text{ N} \\ \text{Puley C : } \uparrow \sum F_y = 0; & \quad R - 2P - T = 0; & \quad R = 800 \text{ N} \end{aligned}$$

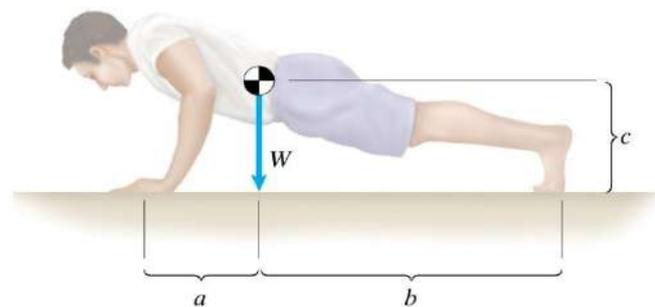


#### 4.4 Latihan soal

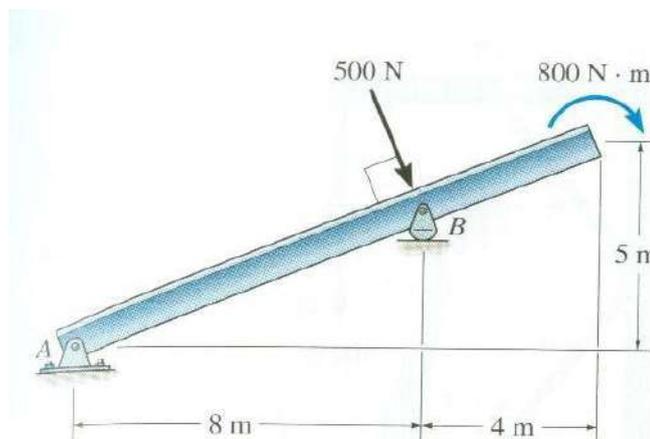
1. Suatu alat setrika menggantung seperti pada gambar. Gambarkan diagram benda bebas (DBB) dan tentukan besarnya reaksi di titik A dan B.



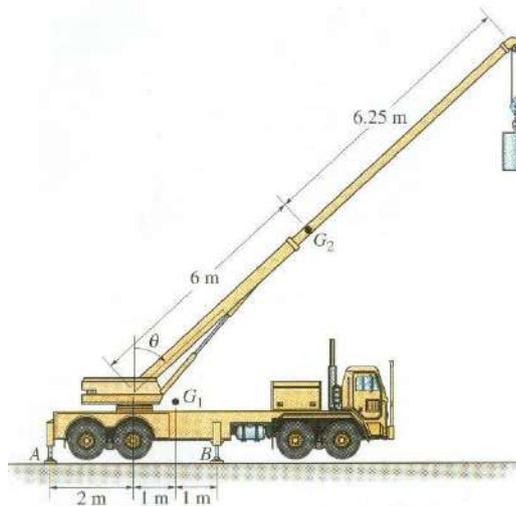
2. Seorang atlet sedang melakukan gerakan push-up. Bila beratnya adalah 80 kg dan pusat berat seperti pada gambar, tentukan besarnya gaya yang menekan tangan dan kaki si atlet tersebut. Diketahui  $a = 250$  mm,  $b = 740$  mm, and  $c = 300$  mm.



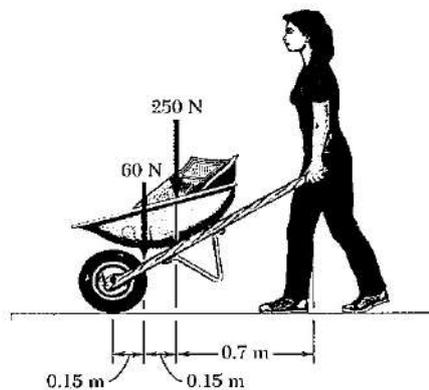
3. Lihat gambar berikut. Tentukan reaksi di titik A dan B



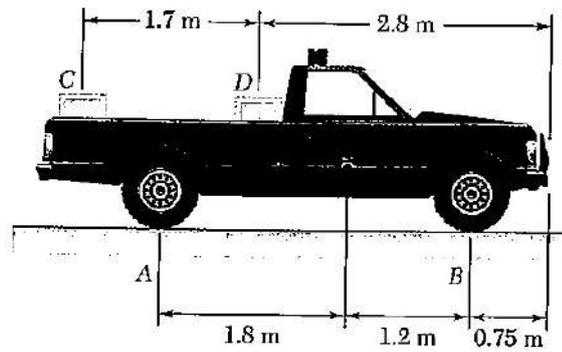
4. Mobil crane di tumpu secara simetris pada dua penopang (outrigger) A dan B seperti pada gambar sehingga posisi truk tersebut stabil. Jika truk dan crane memiliki berat 18 ton dengan pusat massa  $G_1$  dan “boom” memiliki massa 1,8 ton dengan pusat massa di  $G_2$ . dengan sudut  $\theta = 60^\circ$  Bila beban yang diangkat sebesar 1,2 ton tentukan reaksi di titik A dan B.



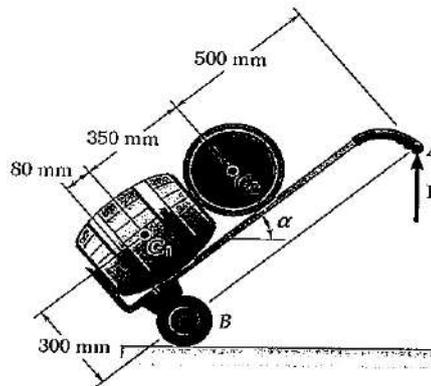
5. Seorang tukang kebun sedang mengangkat peralatan berkebun seperti pada gambar. Tentukan reaksi yang dialami tukang kebun tersebut



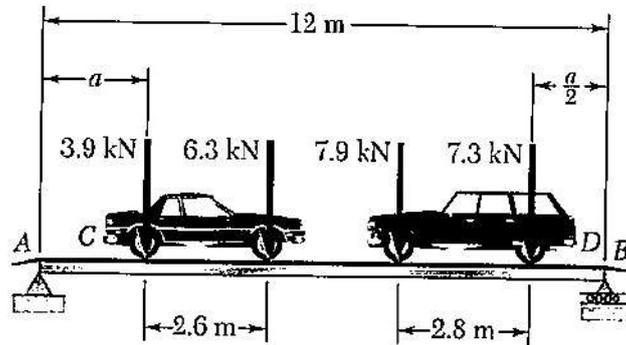
6. Lihat gambar. Suatu *pick-up* mengangkut beban di titik C dan D dengan berat masing-masing 350kg, sedangkan berat *pickups* sendiri 1400kg. Tentukan reaksi pada roda *pick-up* depan dan belakang



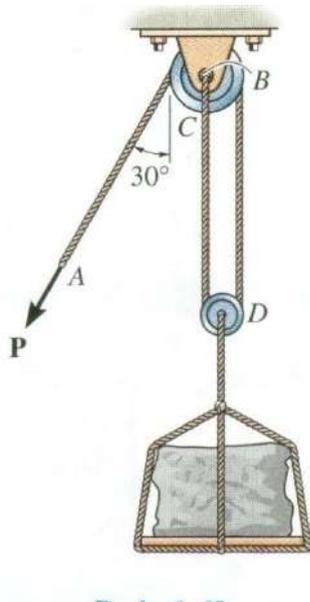
7. Lihat gambar. Tentukan besarnya reaksi di titik A dan B bila di ketahui  $a = 2,9$  m dan  $b = 8,1$  m



8. Suatu alat angkat tangan mengangkut 2 buah gentong seperti pada gambar. Bila ke dua gentong tersebut memiliki berat 40 kg tentukan besarnya P bila  $\alpha = 35^\circ$ .

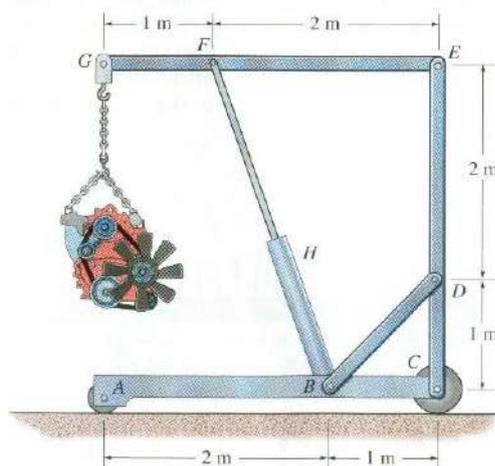


9. Hitung besarnya gaya P pada gambar berikut:



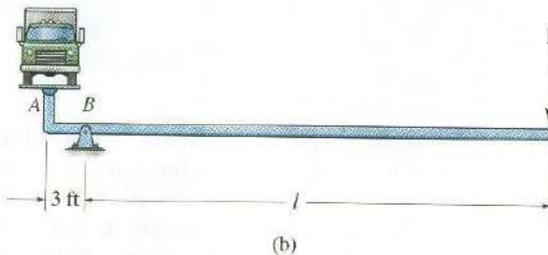
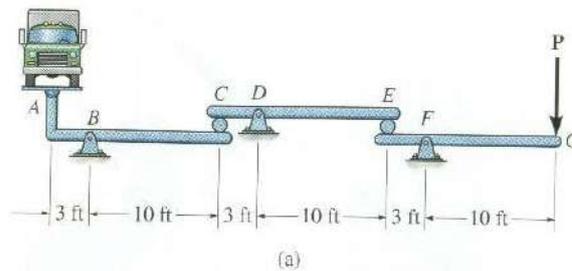
10. Bucket suatu backhoe memiliki berat 1200 kg dengan titik berat berada di titik

G. Tentukan besarnya gaya hidraulik AB.

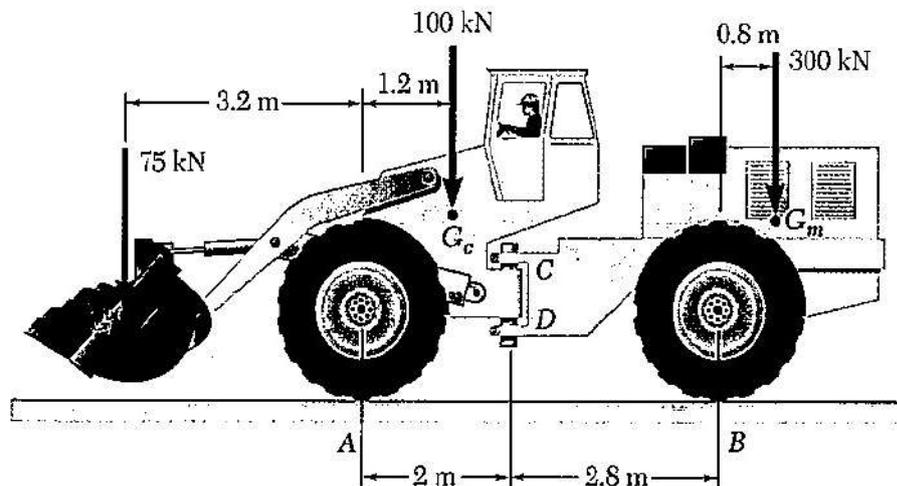


11. Penggunaan beberapa batang pengangkat lebih efektif dibandingkan 1 batang.

Pada contoh berikut suatu truk dengan berat 8000 lb diangkat dengan menggunakan 3 batang (gambar a) dan 1 batang (gambar b). Tentukan besarnya  $P$  yang diperlukan agar truk berada pada posisi setimbang (untuk gambar a) dan besarnya  $l$  (untuk gambar b)

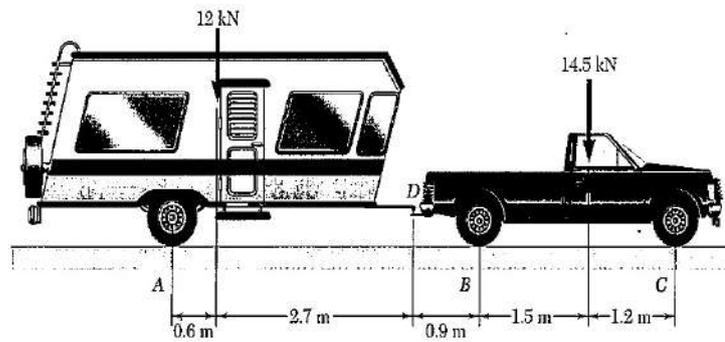


12. Lihat gambar di samping *cabin loader* dan motor penggeraknya dihubungkan dengan suatu pin vertikal dengan jarak dari  $C$  ke  $D$  adalah 1 m. Tentukan gaya reaksi pada setiap roda.



13. Suatu trailer dengan berat 12 kN ditarik oleh pickup dengan berat 14,5 kN.

Tentukan gaya reaksi dari roda truk dan trailer tersebut



## BAB 5

### DISTRIBUSI GAYA

Objektif:

- a. Mampu menentukan titik berat suatu benda/struktur sederhana.
- b. Mampu menghitung tegangan dan distribusi tegangan akibat gaya luar yang bekerja.

#### 5.1 Pusat Gravitasi.

Diasumsikan bahwa gaya yang bekerja pada suatu benda akibat gravitasi bumi digambarkan dengan satu gaya kebawah  $W$ . Misalkan suatu benda yang rata dan terletak horizontal (seperti pada gambar) kemudian dibagi kedalam  $n$  elemen yang lebih kecil, maka koordinat elemen yang pertama dibagi dengan  $x_1$  dan  $y_1$ , elemen yang kedua dibagi dengan  $x_2$  dan  $y_2$  dan seterusnya. Sedangkan gaya gravitasi yang bekerja ditunjukkan dengan  $\Delta W_1$ ,

$\Delta W_2, \Delta W_3, \dots, \Delta W_n$ . nilai  $W$  diperoleh dengan menjumlahkan seluruh beratnya,

$$\Sigma F_z = \Delta W_1 + \Delta W_2 + \Delta W_3 + \dots + \Delta W_n.$$

Untuk mendapatkan koordinat  $\bar{x}$  dan  $\bar{y}$  dari titik G dimana resultan  $W$  akan diterapkan maka momen dari  $W$  pada sumbu  $x$  dan  $y$  adalah:

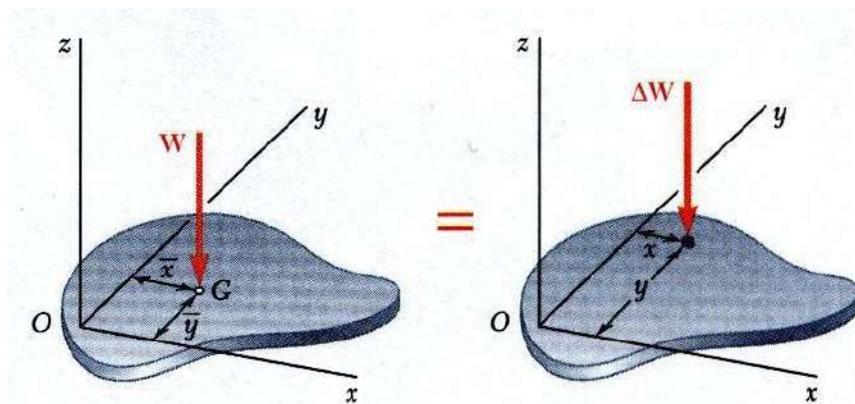
$$\Sigma M_y : \bar{x}W = x_1\Delta W_1 + x_2\Delta W_2 + x_3\Delta W_3 \dots x_n\Delta W_n$$

$$\Sigma M_x : \bar{y}W = y_1\Delta W_1 + y_2\Delta W_2 + y_3\Delta W_3 \dots y_n\Delta W_n$$

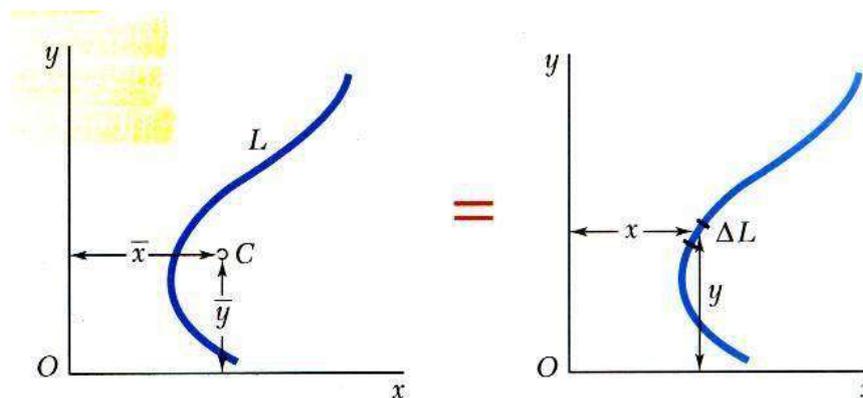
Jika kenaikan jumlah elemen pada plat tersebut dibagi dengan penurunan ukuran dari elemen maka akan diperoleh :

$$W = \int dW \quad \bar{x}W = \int x dW \quad \bar{y}W = \int y dW$$

Persamaan diatas menyatakan berat  $W$  dan koordinat  $\bar{x}$ , dan  $\bar{y}$  pada pusat gravitasi  $G$  dari plat tersebut.



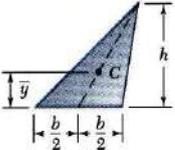
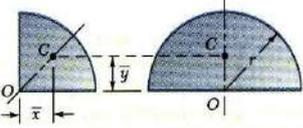
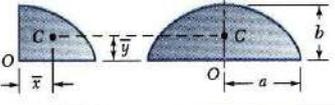
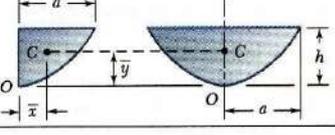
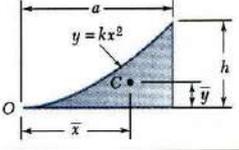
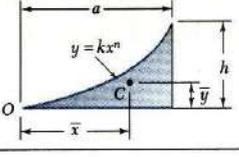
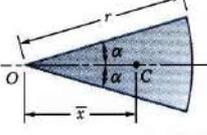
x



Gambar 5.1 Prinsip Titik Berat

Berikut ini adalah beberapa bentuk bangun yang umum dengan posisi titik berat dan centroid nya.

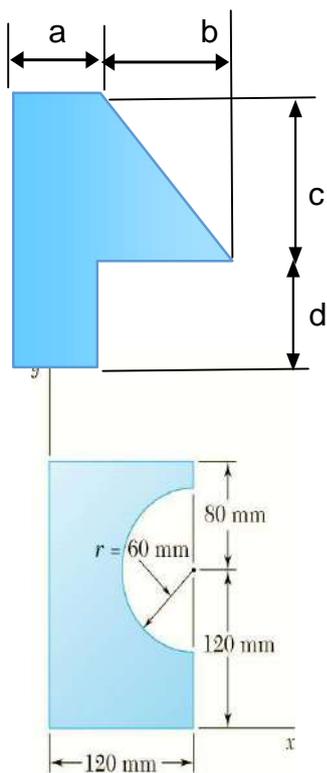
Tabel 5.1 Beberapa bentuk Bangun yang uUm dan Lokasi Titik Beratnya

Shape		$\bar{x}$	$\bar{y}$	Area
Triangular area			$\frac{h}{3}$	$\frac{bh}{2}$
Quarter-circular area		$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{4}$
Semicircular area		0	$\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{2}$
Quarter-elliptical area		$\frac{4a}{3\pi}$	$\frac{4b}{3\pi}$	$\frac{\pi ab}{4}$
Semielliptical area		0	$\frac{4b}{3\pi}$	$\frac{\pi ab}{2}$
Semiparabolic area		$\frac{3a}{8}$	$\frac{3h}{5}$	$\frac{2ah}{3}$
Parabolic area		0	$\frac{3h}{5}$	$\frac{4ah}{3}$
Parabolic spandrel		$\frac{3a}{4}$	$\frac{3h}{10}$	$\frac{ah}{3}$
General spandrel		$\frac{n+1}{n+2}a$	$\frac{n+1}{4n+2}h$	$\frac{ah}{n+1}$
Circular sector		$\frac{2r \sin \alpha}{3\alpha}$	0	$\alpha r^2$

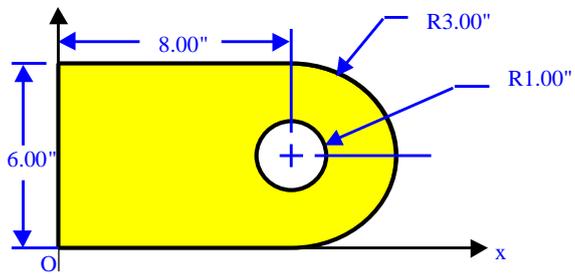
Shape		$\bar{x}$	$\bar{y}$	Length
Quarter-circular arc		$\frac{2r}{\pi}$	$\frac{2r}{\pi}$	$\frac{\pi r}{2}$
Semicircular arc		0	$\frac{2r}{\pi}$	$\pi r$
Arc of circle		$\frac{r \sin \alpha}{\alpha}$	0	$2\alpha r$

## 5.2 Latihan soal:

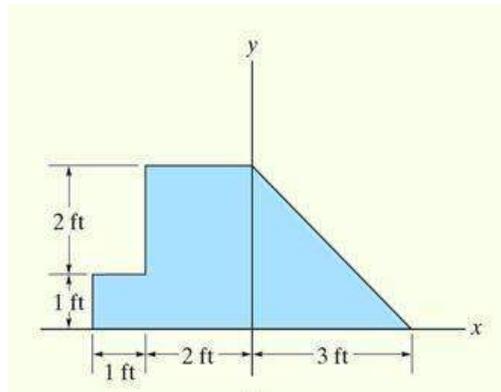
a. tentukan lokasi titik berat bangun berikut:



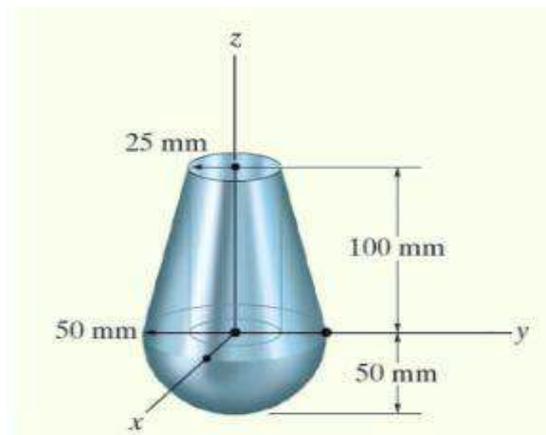
b. Tentukan lokasi centroid gambar berikut.



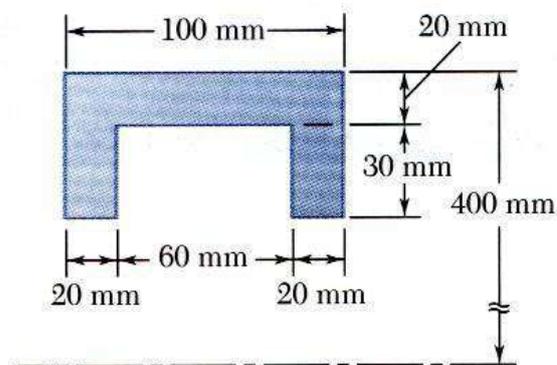
c. Tentukan lokasi centroid gambar berikut.



d. Tentukan lokasi centroid gambar berikut.



e. Tentukan lokasi centroid gambar berikut.



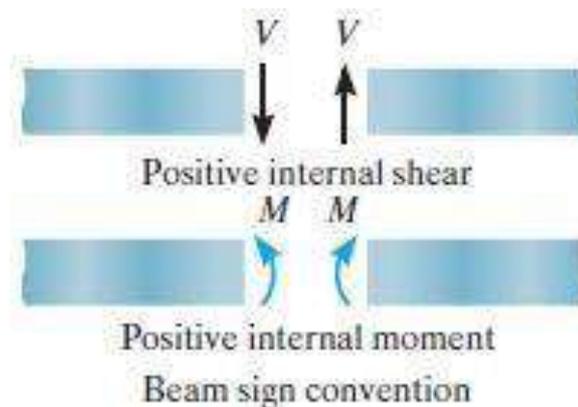
### 5.3 Diagram Gaya Geser (*Shear*) dan Momen Tekuk (*Bending Moment*)

Batang (*beam*) adalah suatu struktur yang tahan terhadap beban tekukan (*bending*) akibat adanya gaya luar yang bekerja. Beban yang bekerja pada batang tersebut biasanya tegak lurus (*normal*) terhadap sumbunya. Untuk menentukan reaksi pendukung pada suatu batang harus dipertimbangkan struktur tersebut berada dalam kesetimbangan.

Variasi dari gaya geser  $V$  dan momen tekuk  $M$  sepanjang suatu batang merupakan informasi yang penting untuk menentukan kekuatan disain dari struktur yang dirancang. Dengan demikian besarnya momen tekuk maksimum digunakan sebagai dasar untuk mendisain kekuatan suatu struktur yang sedang di rancang. Besarnya gaya geser dan momen tekuk paling baik bila di nyatakan dalam suatu diagram sehingga gaya geser maksimum dan momen maksimum dengan jelas tergambarakan di sepanjang batang yang sedang di hitung.

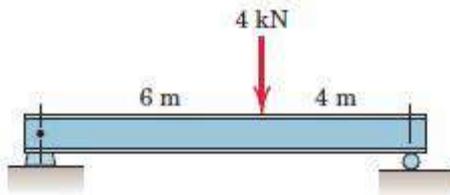
Langkah-langkah untuk menghitungnya adalah:

- a. Tentukan semua gaya-gaya eksternal yang bekerja pada batang yang ditinjau dalam bentuk diagram benda bebasnya (DBB).
- b. Isolasi batang yang akan dihitung ke dalam dua bagian lengkap dengan diagram benda bebasnya dan persamaan kesetimbangannya pada batang yang ditinjau. Persamaan tersebut akan menyatakan posisi gaya geser dan momen tekuk yang bekerja pada potongan dari batang yang di hitung.
- c. Harus dihindari penggunaan potongan dari batang yang ditinjau yang bertepatan dengan konsentrasi dari gaya atau momen luar pada posisi yang menggambarkan titik ke tidak sambungan (*discontinuity*) dari gaya geser ataupun momen tekuknya.
- d. Terakhir penting untuk di perhatikan dalam menghitung  $V$  dan  $M$  adalah mengenai konsistensi penggunaan tanda positif atau negatif. Lihat gambar berikut.

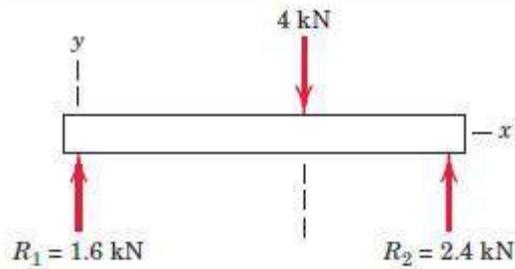


Gasmbar 5.2 Prinsip Gaya Geser dan Momen tekuk (*bending*)

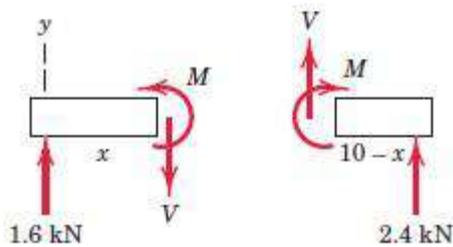
Contoh soal: hitung besarnya gaya geser dan momen tekuk (*bending moment*)



**jawab:**



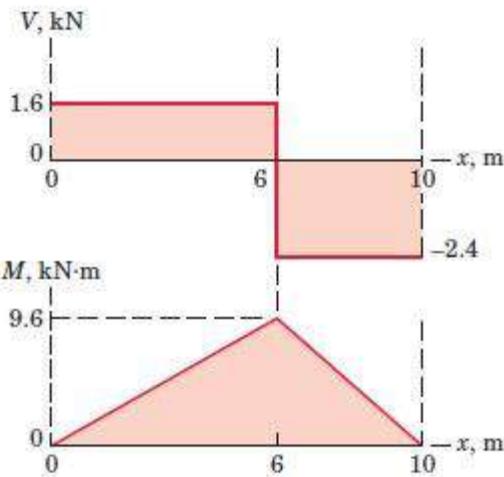
support:



adalah sbb:

$$[\Sigma F_y = 0]$$

$$[\Sigma M_{R_1} = 0]$$



dihitung kesetimbangan sbb:

$$[\Sigma F_y = 0]$$

$$[\Sigma M_{R_2} = 0]$$

digambarkan DBB untuk reaksi  $R_1 = 1,6 \text{ kN}$  dan  $R_2 = 2,4 \text{ kN}$

Kemudian batang tersebut di potong dengan panjang  $x$  dan kemudian dibuatkan DBB nya sehingga kelihatan gaya geser  $V$  dan momen lentur  $M$  dalam kondisi positif. Persamaan kesetimbangannya

$$1,6 - V = 0 \text{ maka } V = 1,6 \text{ kN}$$

$$\rightarrow M - 1,6x = 0 \text{ maka } M = 1,6x$$

Nilai  $V$  dan  $M$  diatas dipakai untuk potongan di bagian kiri dari gaya yang bekerja (4 kN)

Sedangkan potongan DBB dibagian kanan 4 kN

dengan menggunakan persamaan

$$\rightarrow V + 2,4 = 0 \text{ maka } V = -2,4 \text{ kN}$$

$$\rightarrow -(2,4)(10 - x) + M = 0$$

$$M = 2,4(10 - x) = 24 - 2,4x$$

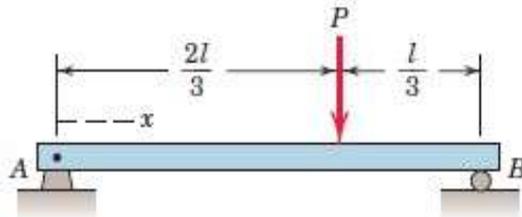
Persamaan diatas hanya di pakai untuk DBB di bagian kanan dari 4 kN. Momen tekuk maksimum terjadi saat gaya geser berubah arah.

Catatan:

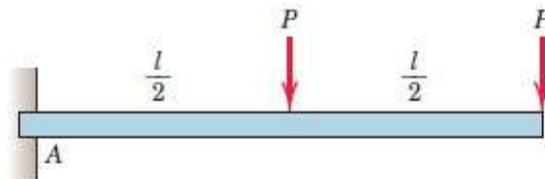
Perlu kehati-hatian dalam mengambil  $x$  karena saat  $x = 6$  m grafik gaya geser terjadi perubahan yang tidak kontinu.

#### 5.4 Latihan soal:

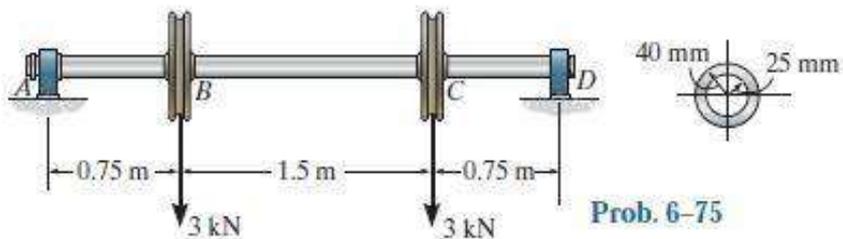
1. Lihat gambar berikut. Gambarkan diagram gaya geser dan momen tekuk serta besar maksimum momen tekuk.



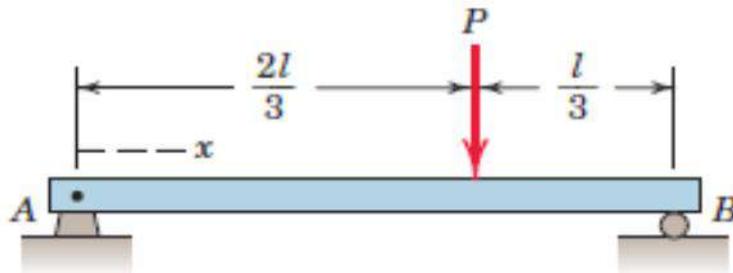
2. Lihat gambar berikut. Gambarkan diagram gaya geser dan momen tekuk serta besar maksimum momen tekuk



3. Lihat gambar dibawah. Gambarkan diagram gaya geser dan momen tekuk serta besar maksimum momen tekuk gambar berikut:



4. Gambarkan diagram gaya geser dan momen tekuk serta besar maksimum momen tekuk gambar berikut:



## **BAB 6**

### **GESEKAN (*FRICTION*)**

Objektif:

1. Mengenalkan konsep gesekan terutama gesekan kering (*dry friction*).
2. Mampu menghitung gesekan dalam keadaan setimbang pada suatu benda.
3. Mengenalkan penerapan gesekan secara spesifik pada peralatan otomotif.

#### **6.1 Pendahuluan.**

Pada bab-bab sebelumnya dibahas bahwa gaya aksi-reaksi yang bekerja dan kontak dua permukaan dianggap mulus dan tidak ada gesekan yang terjadi. Kondisi ini adalah kondisi ideal. Dalam beberapa peralatan teknik dan proses, gesekan di buat sedemikian kecilnya sehingga dapat diabaikan, contohnya adalah gerakan pada bantalan (bearing), rodagigi, aliran didalam pipa. Sebaliknya ada beberapa kondisi dimana gesekan sangat di butuhkan bahkan dibuat maksimum seperti pada kopling, rem, pulley. Dengan demikian gesekan dapat dipandang sebagai hal yang sangat dibutuhkan tetapi sekaligus dihindari untuk kondisi lainnya.

Gesekan ada tiga jenis yaitu: gesekan kering, gesekan basah dan gesekan dalam (*internal friction*).

#### **6.2 Gesekan kering.**

Gesekan kering terjadi bila dua permukaan yang bergesekan tidak mengalami pelumasan. Gaya gesek berlawanan arah dengan gerakan benda tersebut. Gesekan jenis ini sering juga disebut sengan gesekan coulomb (*Coulomb friction*).

### 6.2.1 Gesekan basah (*fluid friction*).

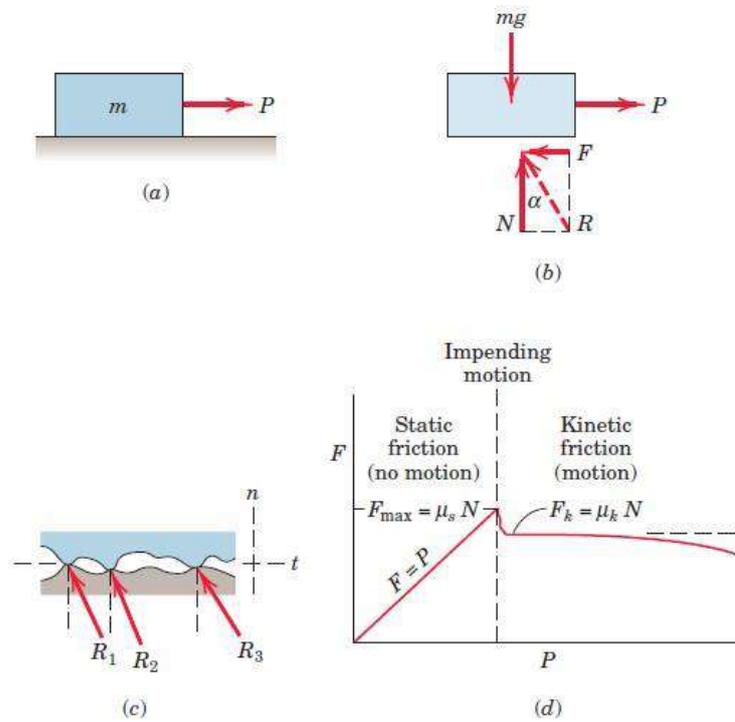
Gesekan ini terjadi bila dua benda dengan permukaan yang bergerak relative terhadap yang lainnya dilapisi suatu fluida (cair maupun gas). Gaya gesek jenis ini tidak hanya ditentukan dari kecepatan relatif diantara permukaan yang bersentuhan tetapi juga dari kekentalan fluida yang bekerja.

### 6.2.2 Gesekan dalam (*internal friction*).

Gesekan ini terjadi pada benda padat dengan beban yang bekerja bolak-balik. Untuk material yang sangat elastis kondisi kembali kesemula (*recovery*) dari deformasi yang bekerja akan membuang sedikit energi akibat adanya gesekan dalam. Mekanisme gesekan dalam ini sangat berhubungan dengan gaya geser deformasi yang di bahas pada material teknik.

## **6.3 Mekanisme Gesekan Kering.**

Misalkan suatu benda terletak pada bidang datar dengan kondisi setimbang dengan asumsi memiliki permukaan kontak antara lantai dengan benda yang sangat kasar (lihat gambar 6.1)



Gambar 6.1 Permukaan kontak yang kasar

Diagram benda bebasnya adalah seperti pada gambar 6.1, dengan  $F$  merupakan gaya geseknya dan  $R$  merupakan resultan dari gaya gesek  $F$  dan gaya Normal  $N$ . Gambar c., merupakan perbesaran dari kontak benda dengan permukaan yang menunjukkan resultan dari gaya-gaya yang bekerja di permukaan kontak.  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  dan seterusnya tidak hanya tergantung dari profil geometri benda dan permukaan kontak tetapi juga dari deformasi dari setiap titik kontaknya.

Bila gaya gesek  $F$  di plot dengan gaya  $P$ , maka gambar d., menunjukkan keadaan tersebut. Dari gambar d. terlihat bahwa semakin besar  $P$  maka gaya  $F$  akan mencapai kondisi maksimum puncak untuk kemudian benda akan bergerak dan gaya gesek akan turun seiring dengan membesarnya  $P$ . Dengan demikian terlihat

penggunaan koefisien gesek  $\mu_s$  dan  $\mu_k$ . Berdasarkan gambar d., maka diperoleh gaya gesek maksimum saat benda akan bergerak adalah:

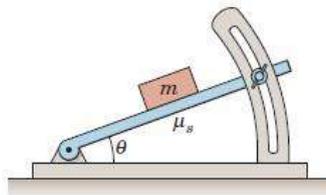
$$F_{\max} = \mu_s N$$

Pada saat benda sudah bergerak dalam arti sudah mencapai puncak gesekan maksimumnya, maka gaya gesek kinetik dinyatakan sebagai berikut:

$$F_k = \mu_k N$$

#### 6.4 Contoh soal:

A. Lihat gambar. Tentukan besarnya sudut  $\theta$  maksimum sehingga benda  $m$  mulai meluncur. Koefisien gesek statiknya adalah  $\mu_s$



Jawab:

diagram benda bebasnya adalah seperti pada gambar berikut.

la bidang miring maka:

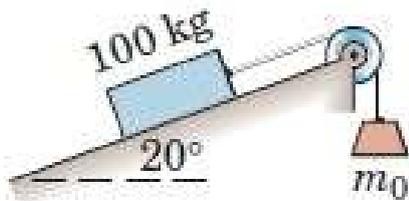
$$\sum F_x = 0 \quad F = mg \sin \theta$$

$$[\sum F_y = 0] \quad -mg \cos \theta + N = 0 \quad N = mg \cos \theta$$

dengan membagi kedua persamaan diatas dengan  $F/N = \tan \theta$

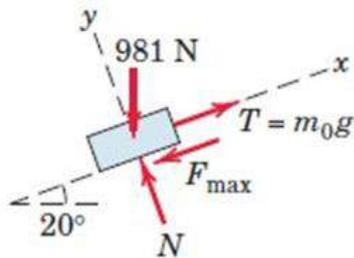
dan  $F = F_{max} = \mu_s N$  □  $\mu_s = \tan \theta_{max}$  atau  $\theta_{max} = \tan^{-1} \cdot \mu_s$

- b. Tentukan besarnya  $m_0$  sehingga benda sebesar 100kg mulaibergerak.  
Koefisien gesek permukaan kontaknya adalah 0,3.



Jawab:

DBB adalah sebagai berikut.



Menggunakan  $m \cdot g = 100 \times 9,81 = 981 \text{ N}$  maka:

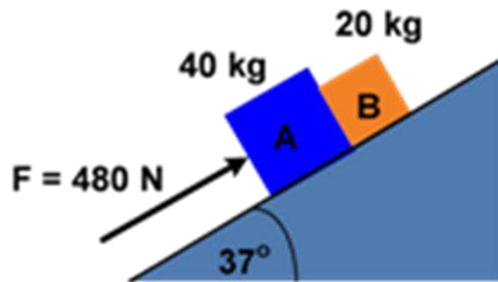
$$[\Sigma F_y = 0] \quad N - 981 \cos 20^\circ = 0 \quad N = 922 \text{ N}$$

$$[F_{max} = \mu_s N] \quad F_{max} = 0.30(922) = 277 \text{ N}$$

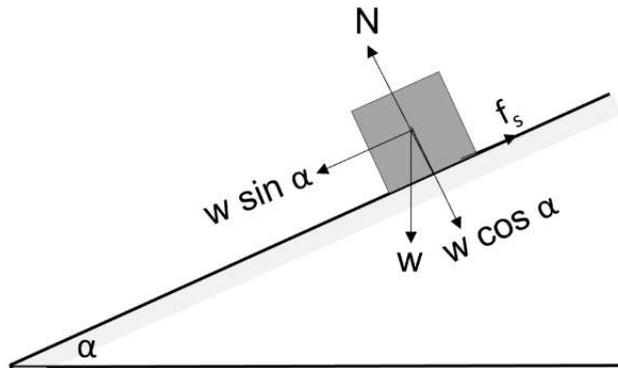
$$[\Sigma F_x = 0] \quad m_0(9.81) - 277 - 981 \sin 20^\circ = 0 \quad m_0 = 62.4 \text{ kg}$$

### 6.5 Latihan soal

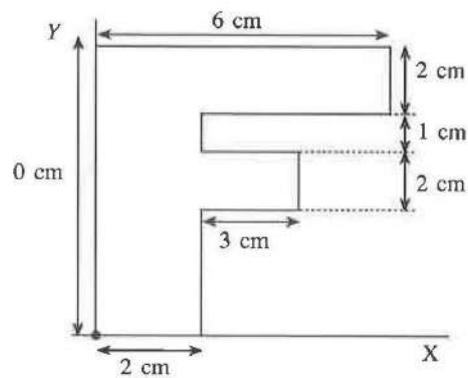
1. lihat gambar berikut. Hitung berapa gaya gesek yang diperlukan agar benda tetap diam (stabil ditempat)



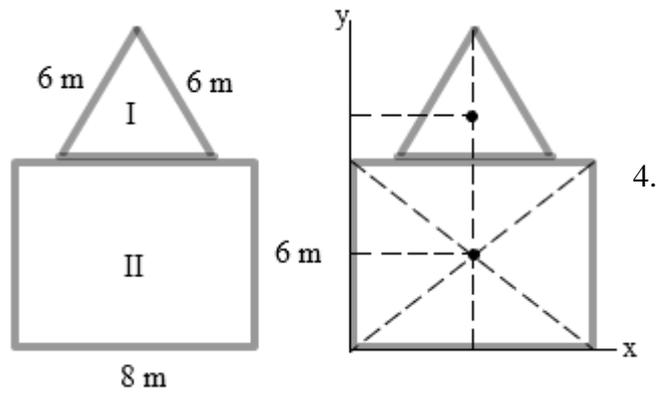
2. Bila diketahui berat benda 60 kg, berapa gaya gesek yang diperlukan agar benda tidak tergelincir.



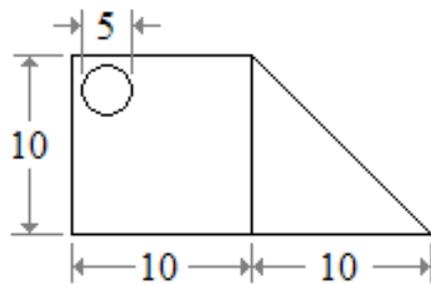
3. tentukan letak titik berat benda berikut



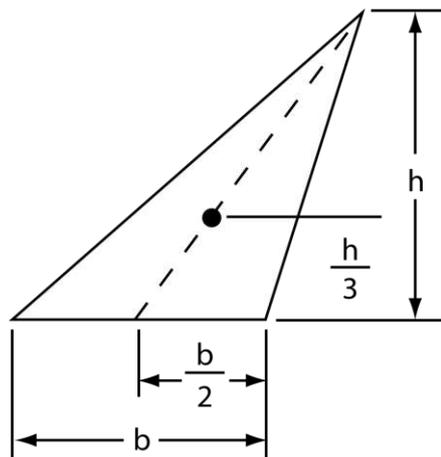
4. Tentukan letak titik berat benda berikut



5. Tentukan letak titik beratnya



6. tentukan posisi titik beratnya



7.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Beer, P Ferdinand, E Russell Johnson Jr., Mechanics for Engineer Statics, 10<sup>th</sup> Edition, Mc Graw Hill, Singapore, 2013.
2. Hibbeler, R C, Engineering Mechanics Statics, 9<sup>th</sup> Edition, Prentice Hall, United State of America, 2001
3. Meriam, JL, L G Kraige, Engineering Mechanics Statics,SI Version, 6<sup>th</sup> Edition John Wiley & Son, Inc., United State of America, 2008.
4. <https://www.scribd.com/document/472957183/SOAL-MEKANIKA-TEKNIK-PDF>
5. <https://www.bing.com/search?q=soal+mekanika+teknik&form=WNSGPH&qs=LT&cvid=2317d1f75ea043f88bb869339553868b&pq=soal+mekanika+teknik&cc=US&setlang=en-US&nclid=D63B53F266C6F29D526DD7780441806C&ts=1742560936454&wso=Moderate>.
6. <https://www.bing.com/search?q=mekanika+teknik+soal-soal&form=WNSGPH&qs=SW&cvid=12c9262e228047458d31c1f91fa6ee51&pq=mekanika+teknik+soal-soal&cc=US&setlang=en-US&nclid=D63B53F266C6F29D526DD7780441806C&ts=1742561134116&Timoshenko,S.,D.H.Young.MekanikaTeknik.Terjemahan,edisi ke-4,PenerbitErlangga.Jakarta.1996wso=Moderate>.
7. <https://www.coursera.org/learn/engineering-mechanics-statics?msockid=308ae4c14a8365e8389aead84e836657>.