

Mata Kuliah : Statika & Mekanika Bahan
Kode : CIV - 102
SKS : 4 SKS

Sistem Gaya

Pertemuan - 1

- Kemampuan akhir yang diharapkan
 - Mahasiswa mampu menganalisis sistem keseimbangan gaya
- Bahan Kajian (Materi Ajar)
 - Gaya
 - Momen
 - Gaya dua Dimensi & Tiga Dimensi
 - Kriteria Keseimbangan
 - Free Body Diagram
 - Keseimbangan dalam dua dan tiga dimensi

- **Text Book :**
 - Hibbeler, R.C. (2004). Statics and Mechanics of Materials SI Edition.
 - Hibbeler, R.C. (2010). Structural Analysis. 8th edition. Prentice Hall.
ISBN : 978-0-13-257053-4
 - Meriam, J.L., Kraige,L.G., (2006), Engineering Mechanics - Statics. 6th edition. John Wiley & Sons, Inc. ISBN : 978-0471739326

Bobot Penilaian :

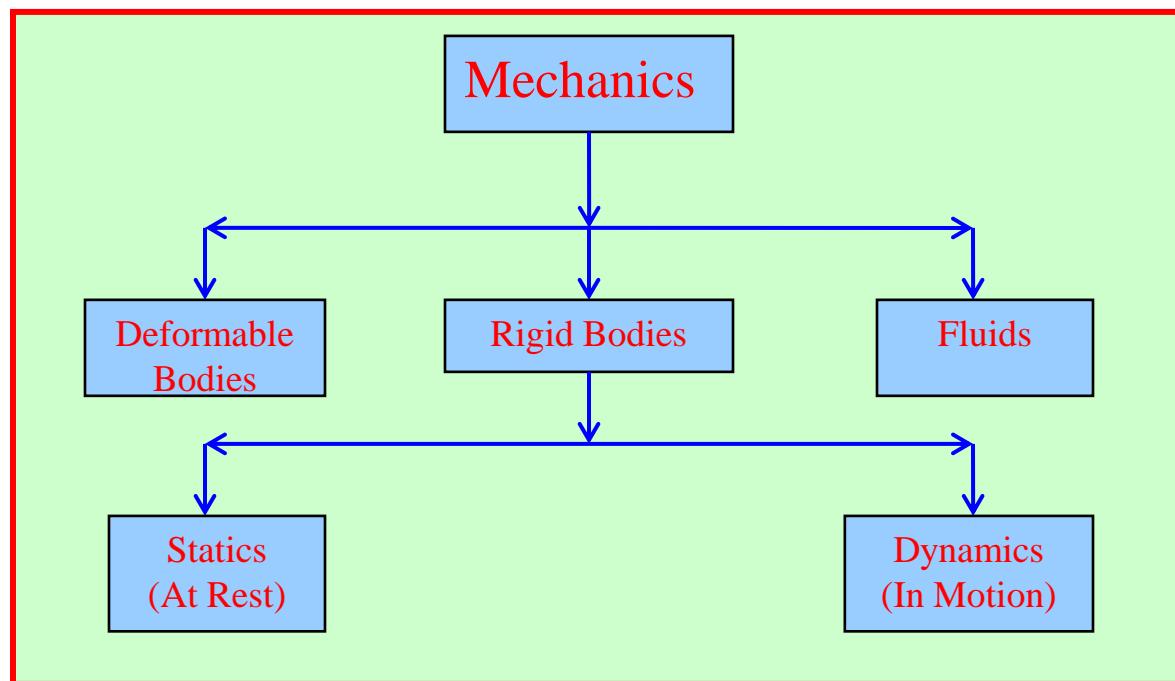
Tugas	: 30 %
Ujian Tengah Semester	: 30 %
Ujian Akhir Semester	: 40%

Mechanics

Mekanika adalah sebuah divisi dari Ilmu Pengetahuan yang mempelajari perilaku sebuah objek akibat beban yang bekerja terhadapnya.

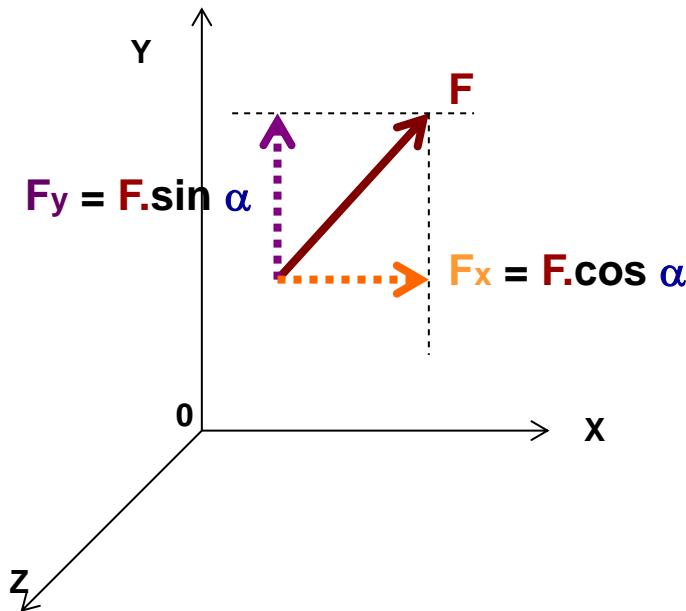
Mechanics is the branch of the physical sciences which deals with the state of rest or motion of bodies that are subjected to the action of forces.

Subdivisions of Mechanics



Gaya (Force)

- Aksi suatu benda kepada benda lain
- Aksi yang menyebabkan akselerasi sebuah benda (dynamics)
- Gaya = *Vector quantity*, memiliki arah dan *magnitude*



Coplanar Force Resultant

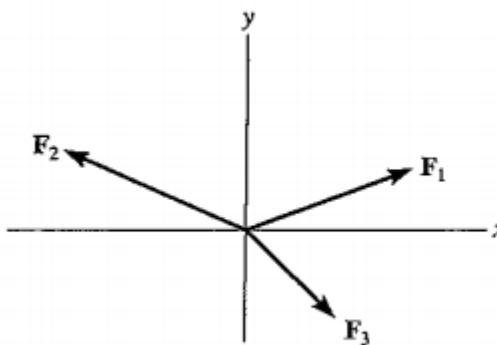
$$F_{R,x} = \sum F_x$$

$$F_{R,y} = \sum F_y$$

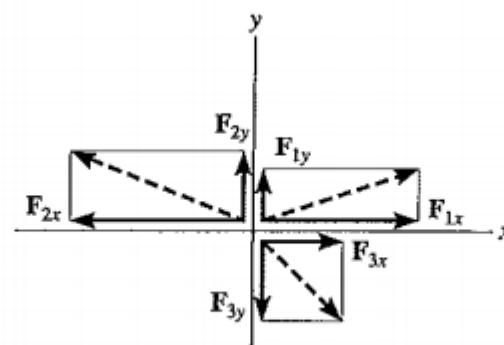


$$F_R = \sqrt{F_{R,x}^2 + F_{R,y}^2}$$

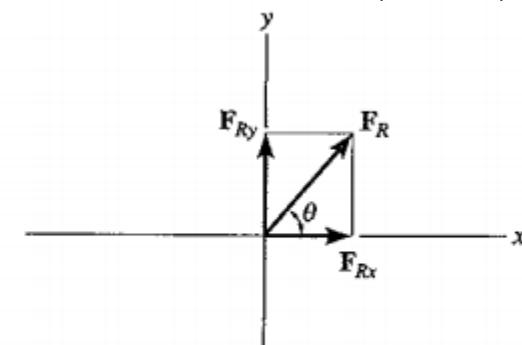
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_{R,y}}{F_{R,x}} \right)$$



(a)



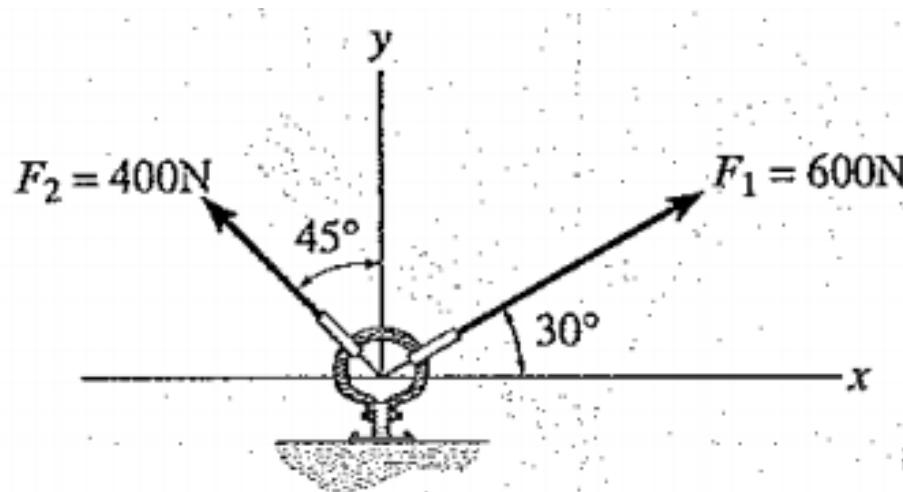
(b)

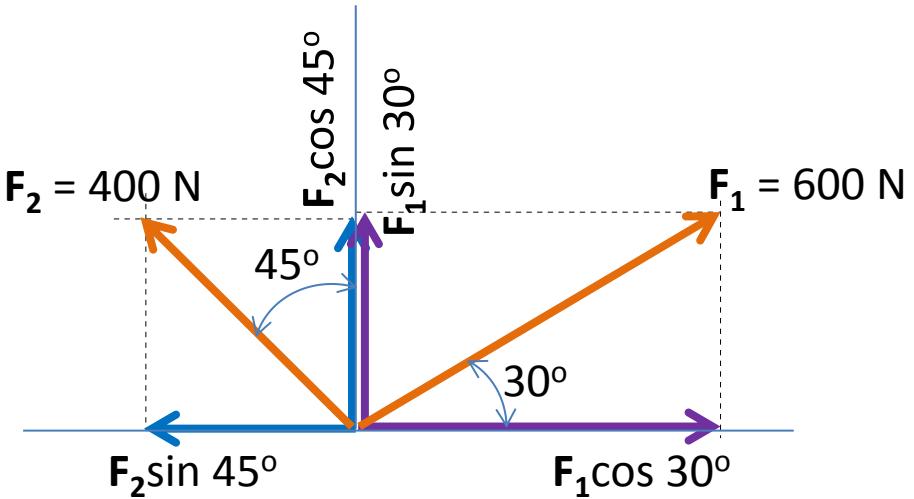
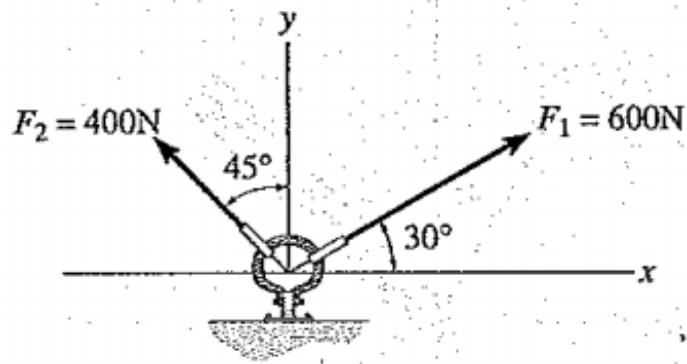


(c)

Example 1

- The link in fig. is subjected to two forces F_1 and F_2 . Determine the magnitude and orientation of the resultant force.



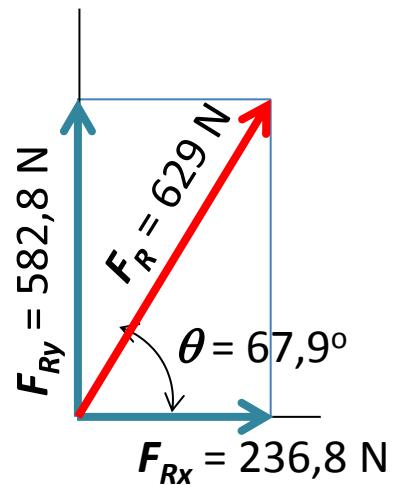


$$\rightarrow \sum F_{Rx} = \sum F_x; \quad F_{Rx} = 600 \cos 30^\circ - 400 \sin 45^\circ = 236,8 \text{ N} (\rightarrow)$$

$$+ \uparrow \sum F_{Ry} = \sum F_y; \quad F_{Ry} = 600 \sin 30^\circ + 400 \cos 45^\circ = 582,8 \text{ N} (\uparrow)$$

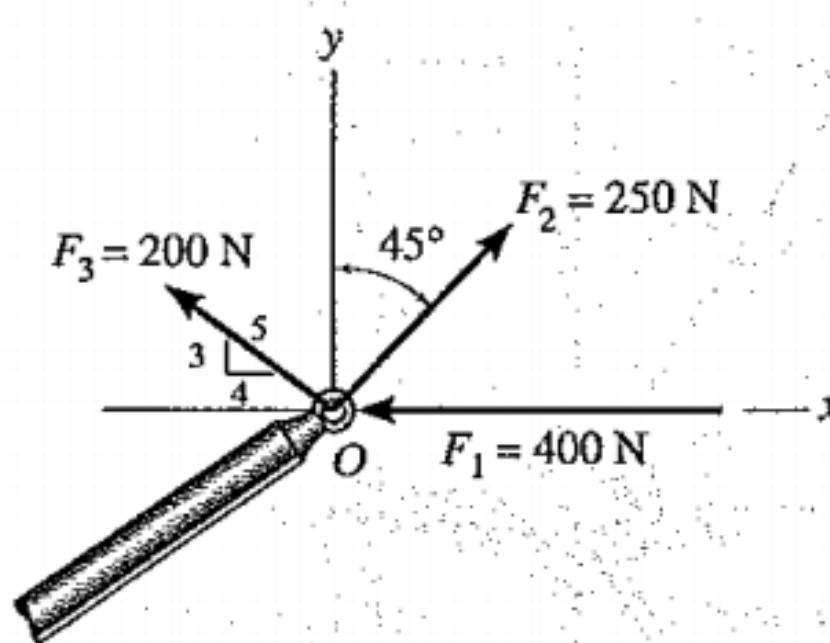
$$F_R = \sqrt{236,8^2 + 582,8^2} = 629 \text{ N}$$

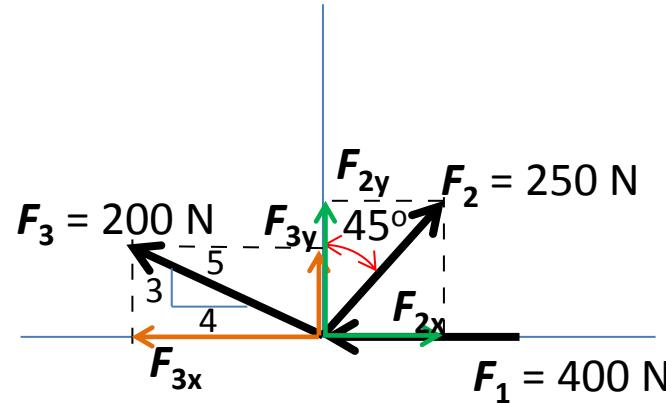
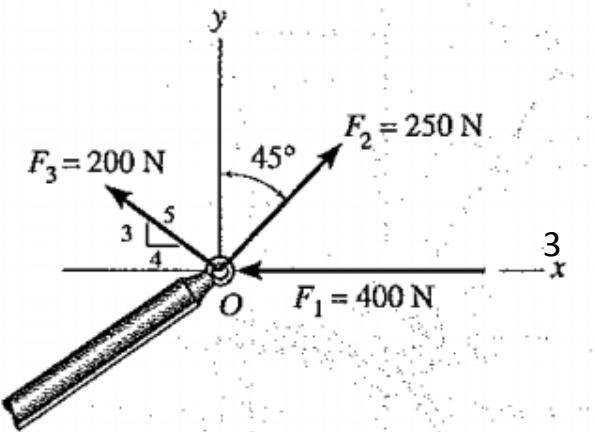
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{582,8}{236,8} \right) = 67,9^\circ$$



Example 2

- Determine the magnitude and orientation of the resultant force.



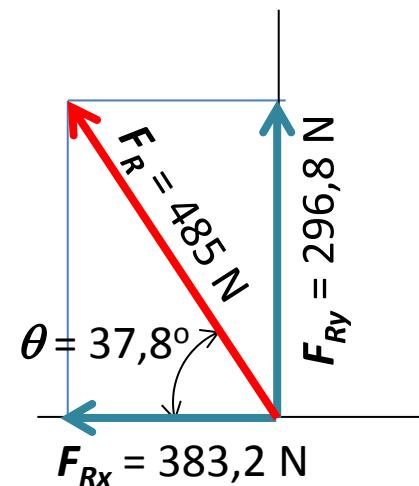


$$\rightarrow F_{Rx} = \sum F_x; \quad F_{Rx} = -400 + 250 \sin 45^\circ - 200 \left(\frac{4}{5} \right) = -383,2 N = 383,2 N (\leftarrow)$$

$$\uparrow F_{Ry} = \sum F_y; \quad F_{Ry} = 250 \cos 45^\circ + 200 \left(\frac{3}{5} \right) = 296,8 N (\uparrow)$$

$$F_R = \sqrt{(-383,2)^2 + 296,8^2} = 485 N$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{296,8}{383,2} \right) = 37,8^\circ$$



Transmissibility

a force may be moved along its action line without changing the external effect of it procedures in body

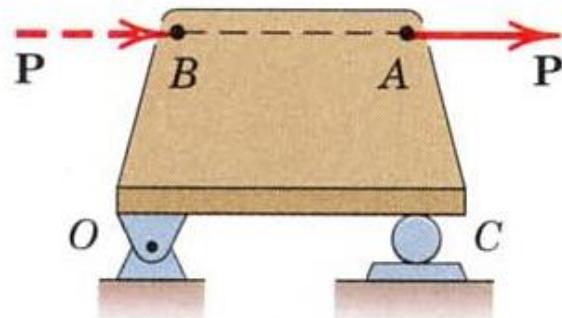
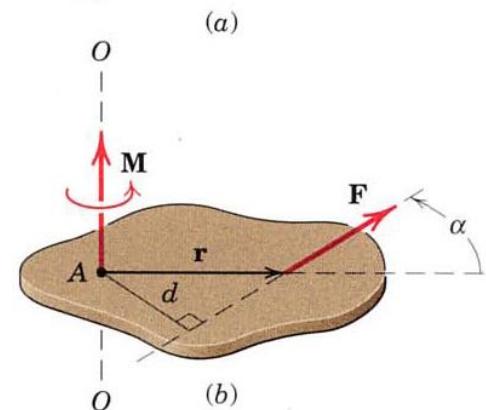
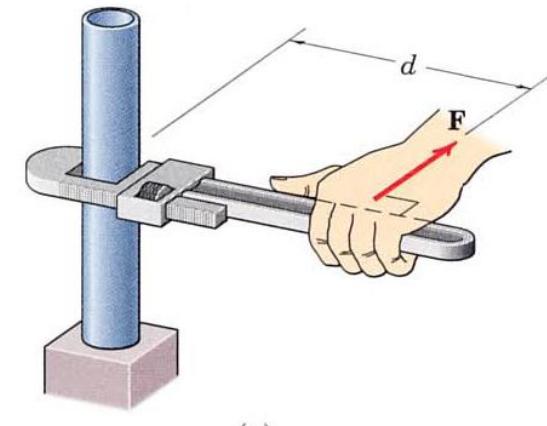
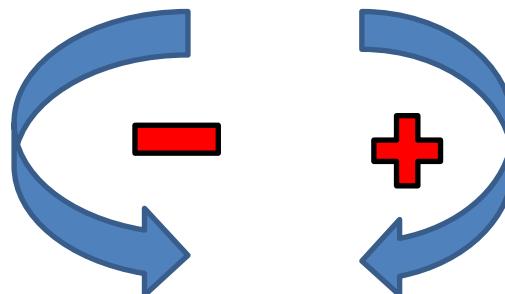


Figure 2/2

Momen :

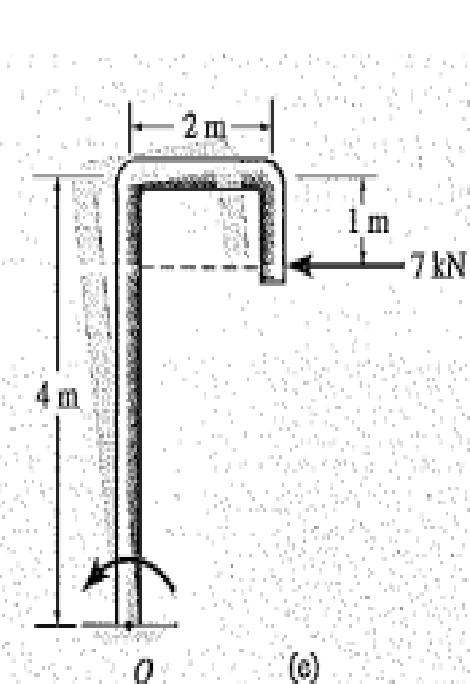
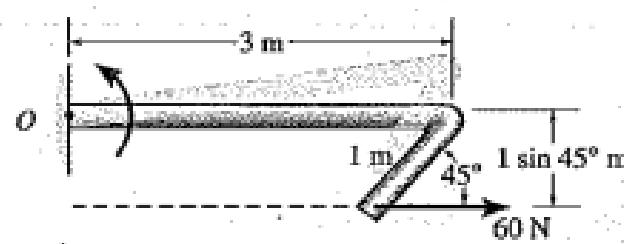
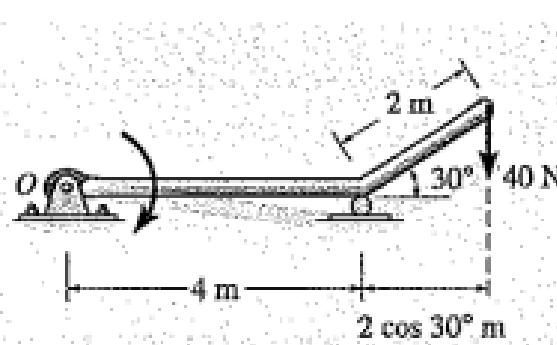
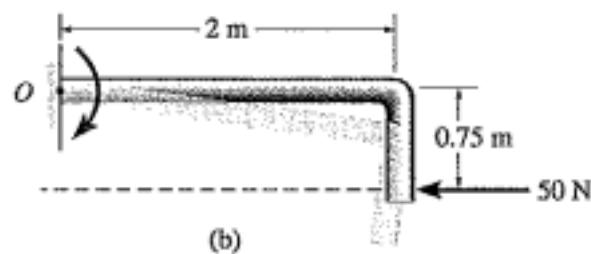
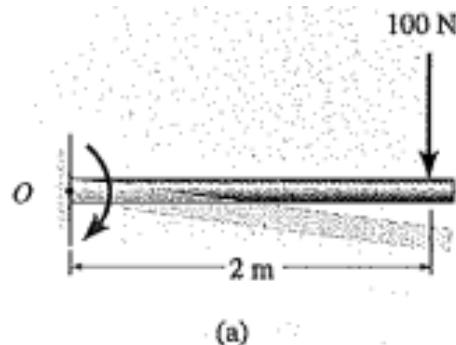
Kecenderungan gaya untuk memutar benda terhadap suatu sumbu.

$$M = F \cdot d$$



Example 2

For each case determine the moment of the force about point O.

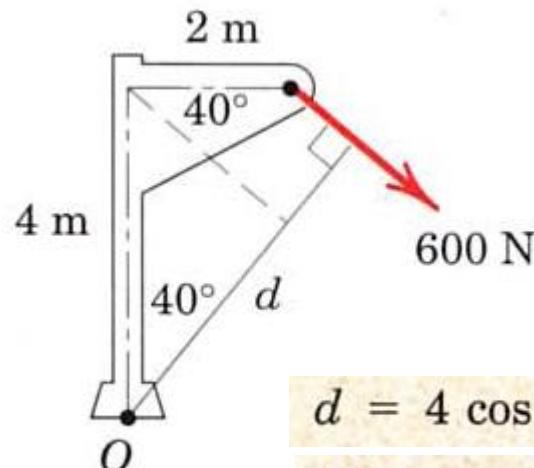
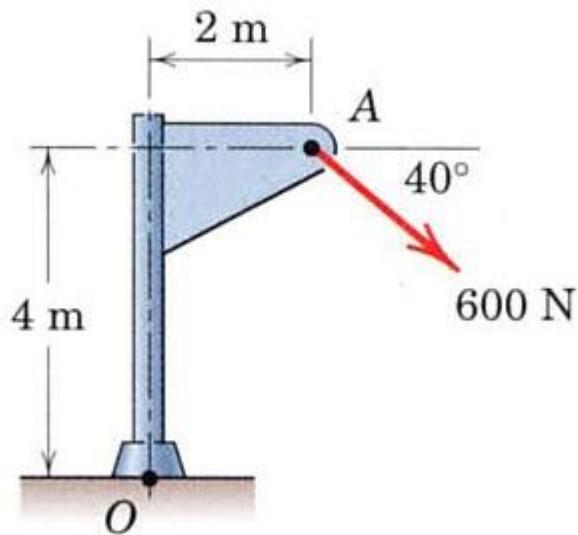


- Salah satu dari prinsip mekanika yang cukup penting adalah **Teorema Varignon**, atau prinsip penjumlahan momen, yang menyatakan bahwa :

" Momen dari sebuah gaya terhadap suatu titik adalah sama dengan jumlah momen dari komponen-komponen gayanya terhadap titik yang sama".
- Untuk pembuktianya dapat dilihat dalam contoh soal berikut

Example 3

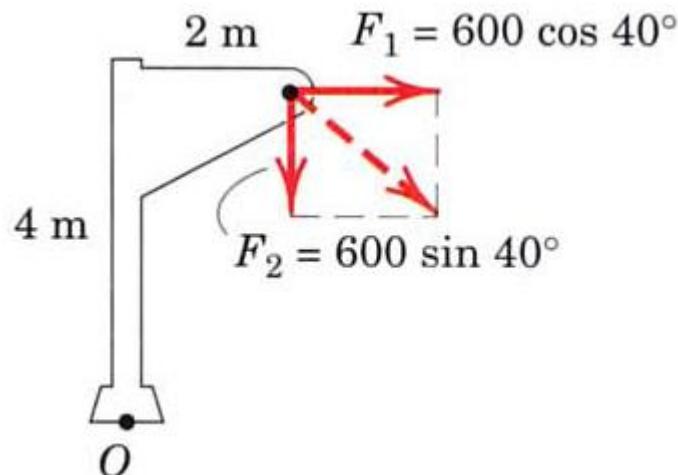
Hitunglah momen terhadap titik O akibat gaya 600 N seperti pada gambar.



$$d = 4 \cos 40^\circ + 2 \sin 40^\circ = 4.35 \text{ m}$$

$$M_O = 600(4.35) = 2610 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Uraikan gaya 600 N pada titik A menjadi komponen gaya terhadap sumbu x dan y



$$F_1 = 600 \cos 40^\circ = 460 \text{ N}$$

$$F_2 = 600 \sin 40^\circ = 386 \text{ N}$$

Dengan Teorema Varignon maka Momen O akibat F adalah :

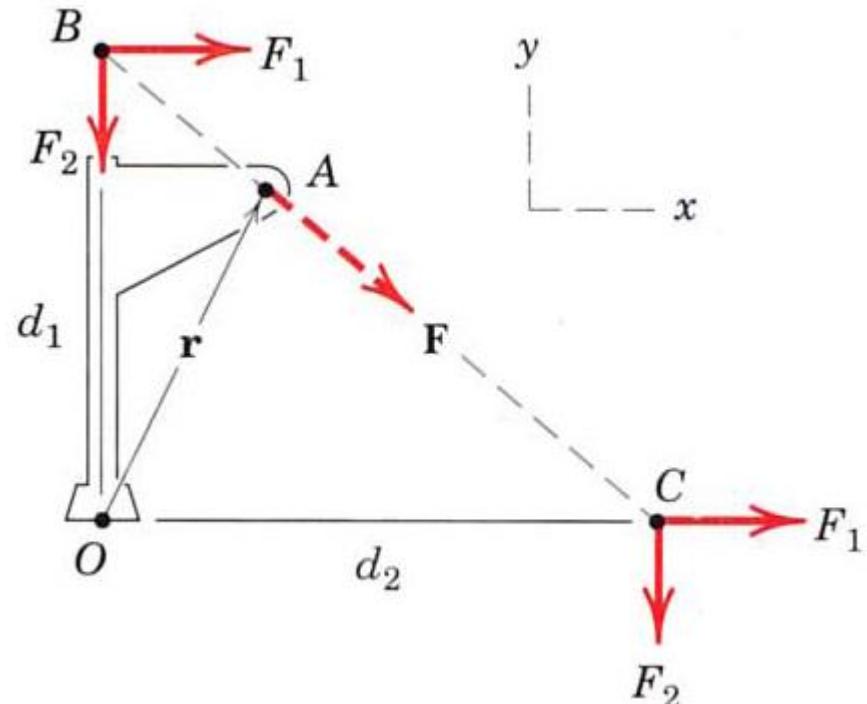
$$M_O = 460(4) + 386(2) = 2610 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Dengan prinsip transisibility,
pindahkan komponen gaya 600 N
ke titik B (yang menghilangkan
Momen pengaruh gaya F_2
terhadap titik O).

Lengan Momen F_1 terhadap O :

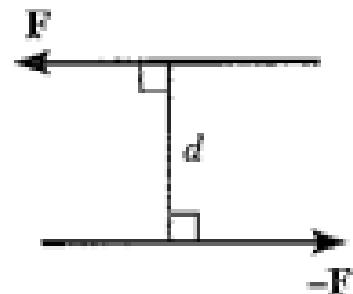
$$d_1 = 4 + 2 \tan 40^\circ = 5.68 \text{ m}$$

$$M_O = 460(5.68) = 2610 \text{ N}\cdot\text{m}$$



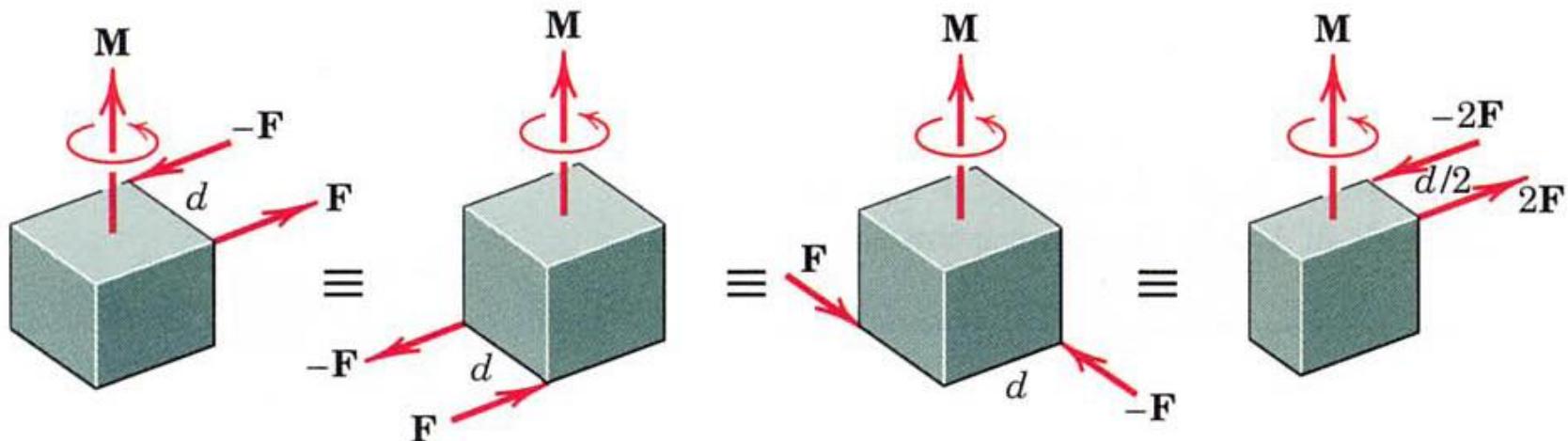
Kopel

Dua gaya yang sejajar, sama besar dan tidak segaris kerja.



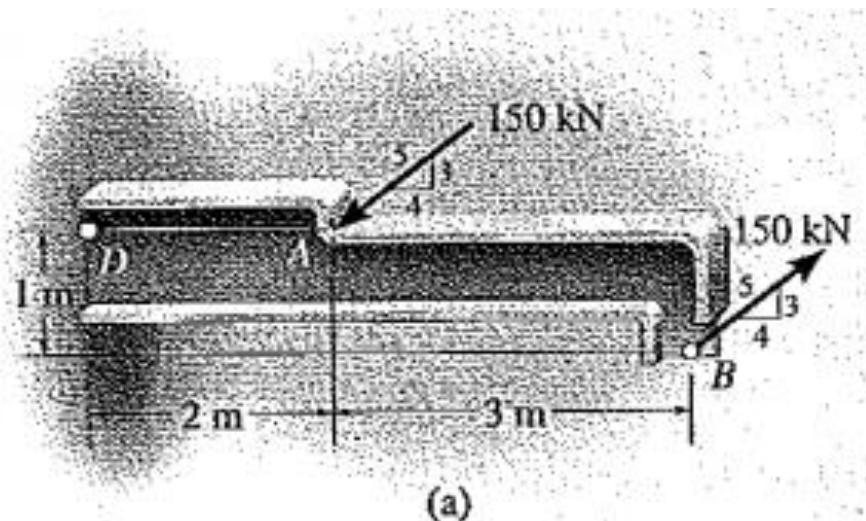
$$M = F \cdot d$$

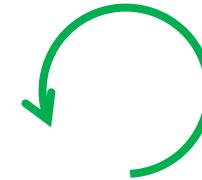
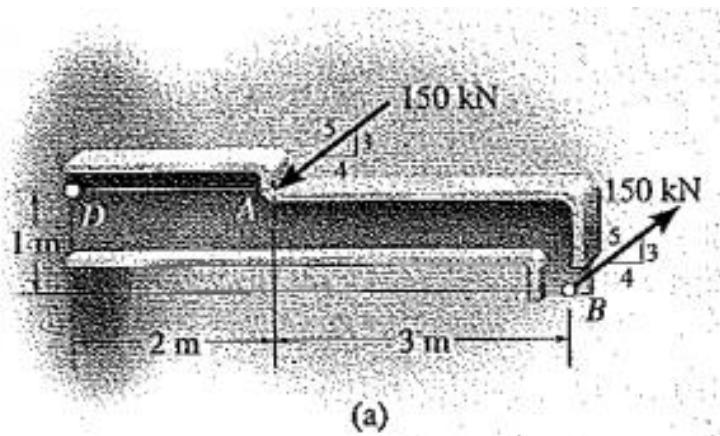
Kopel tidak berubah selama besar dan arah vektornya tidak berubah. Suatu kopel tidak akan berubah oleh pergantian harga dari F dan d selama produknya tetap sama. Hal ini bisa dilihat pada Gambar berikut yang menunjukkan empat konfigurasi kopel yang berbeda dengan hasil kopel yang sama $M = Fd$.



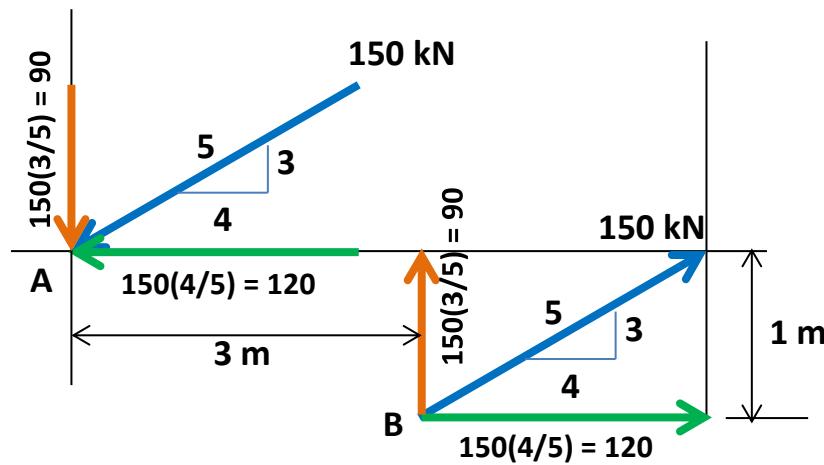
Example 4

- Determine the moment of the couple acting on the member shown in figure

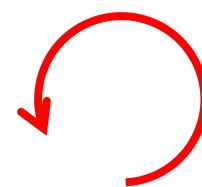




$$120 \times 1 = 120 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



$$90 \times 3 = 270 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



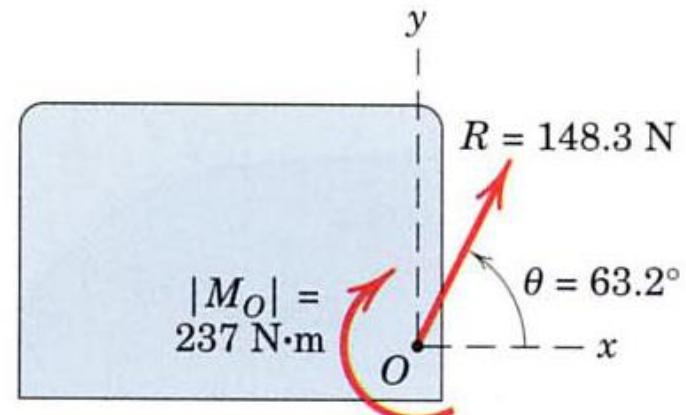
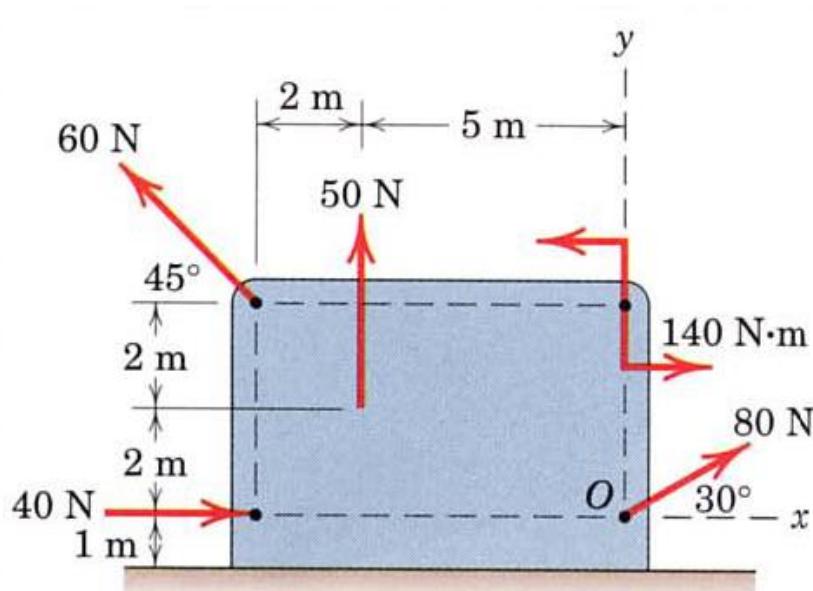
$$120 + 270 = 390 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

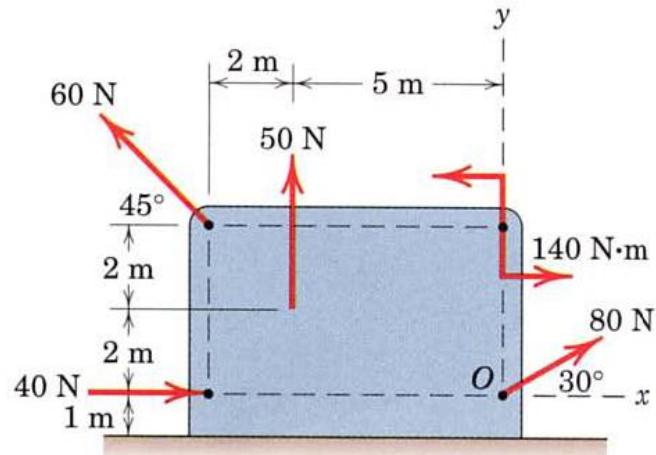
Resultante Dari Sistem-Sistem Gaya

- Resultante gaya-gaya dari suatu sistem gaya adalah gaya tunggal pada sistem gaya dimana dapat menggantikan gaya-gaya asli dari suatu sistem gaya tanpa merubah pengaruh luar pada suatu benda kaku. Keseimbangan pada sebuah benda adalah keadaan dimana resultante dari semua gayanya sama dengan nol.
- Sifat-sifat gaya, momen, dan kopel yang telah dibahas dalam sub bab terdahulu sekarang akan dipakai dalam menentukan resultante dari sistem-sistem gaya yang sebidang.

Example 5

Tentukan Resultant dari gaya dan kopel berikut pada titik O





$$[R_x = \Sigma F_x]$$

$$R_x = 40 + 80 \cos 30^\circ - 60 \cos 45^\circ = 66.9 \text{ N}$$

$$[R_y = \Sigma F_y]$$

$$R_y = 50 + 80 \sin 30^\circ + 60 \cos 45^\circ = 132.4 \text{ N}$$

$$[R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}]$$

$$R = \sqrt{(66.9)^2 + (132.4)^2} = 148.3 \text{ N}$$

$$\left[\theta = \tan^{-1} \frac{R_y}{R_x} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{132.4}{66.9} = 63.2^\circ$$

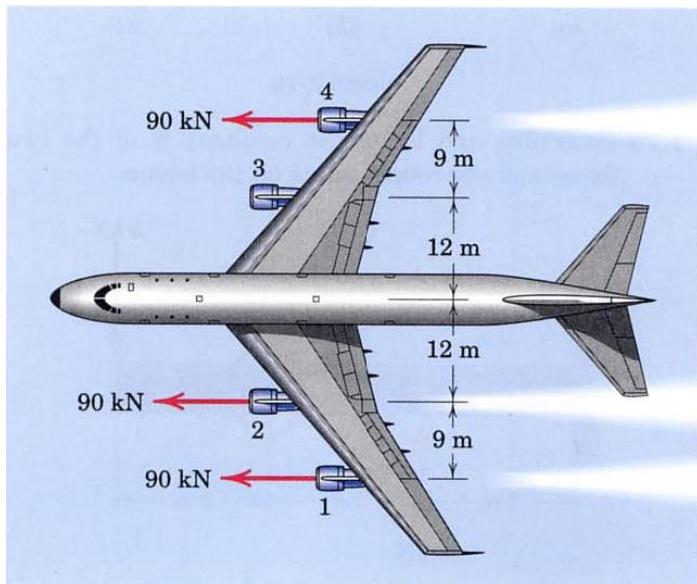
$$[M_O = \Sigma(Fd)]$$

$$M_O = 140 - 50(5) + 60 \cos 45^\circ(4) - 60 \sin 45^\circ(7)$$

$$= -237 \text{ N}\cdot\text{m}$$

- **Example 5**

A commercial airliner with four jet engines, each producing 90 kN of forward thrust, is in a steady, level cruise when engine number 3 suddenly fails. Determine and locate the resultant of the three remaining engine thrust vectors. Treat this as a two-dimensional problem.



Force-Couple system at point O:

$$\begin{cases} R = 3(90) = 270 \text{ kN} \quad (\leftarrow) \\ +2 M_O = 12(90) = 1080 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{cases}$$

$d = \frac{M_O}{R} = \frac{1080}{270}$
 $\qquad\qquad\qquad = 4 \text{ m}$

Example 6

- Tentukan Pengaruh momen gaya-gaya berikut pada titik A dan letak resultant gaya tersebut pada balok

