

# MODUL AJAR: MEKANIKA I

## SEMESTER GENAP 2019/2020

8

### 1.1. Judul : Gaya –Gaya dan Keseimbangan Gaya

Tujuan Pembelajaran Umum :

Setelah membaca modul, mahasiswa bisa memahami pengertian tentang gaya.

Tujuan Pembelajaran Khusus :

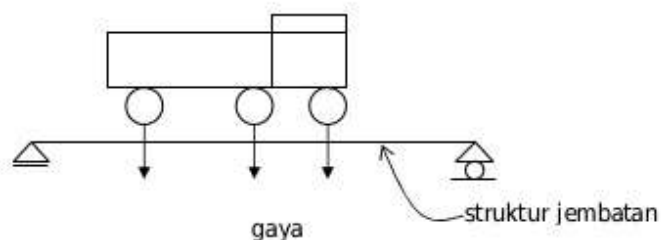
Mahasiswa dapat menjelaskan konsep pengertian tentang gaya dan bagaimana bisa melakukan penjumlahannya

#### 1.1.1. Pendahuluan

Gaya serta sifat-sifatnya perlu difahami dalam ilmu Mekanika Teknik karena dalam ilmu tersebut, mayoritas membicarakan tentang gaya, sedang Mekanika Teknik adalah merupakan mata kuliah dasar keahlian yang perlu dimengerti oleh semua sarjana Teknik Sipil. Jadi dengan memahami sifat-sifat gaya, mahasiswa akan lebih mudah memahami permasalahan yang terjadi di pelajaran Mekanika Teknik. Misal pada suatu jembatan, kendaraan yang lewat adalah merupakan suatu beban luar yang ditampilkan dalam bentuk gaya.

Contoh :

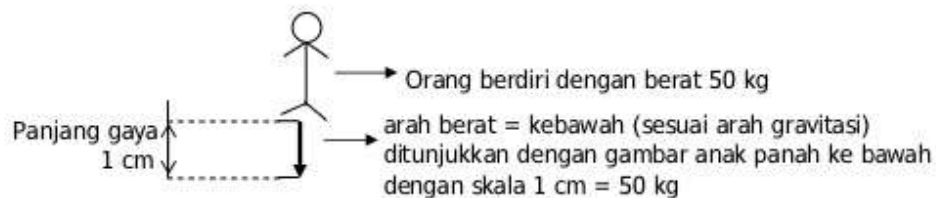
- \* Suatu kendaraan yang terletak diatas jembatan
- \* Beban roda kendaraan pada jembatan tersebut adalah suatu beban atau gaya.



### 1.1.2. Pengertian tentang Gaya dan Garis Kerja gaya

□ Gaya adalah merupakan vektor yang mempunyai besar dan arah. Penggambarannya biasanya berupa garis dengan panjang sesuai dengan skala yang ditentukan. Jadi panjang garis bisa dikonversikan dengan besarnya gaya.

#### \* Contoh 1



Jadi 50 kg adalah gaya yang diakibatkan oleh orang berdiri tersebut dengan arah gaya kebawah yang diwakili sebagai gambar anak panah dengan panjang 1 cm karena panjang 1 cm setara dengan berat 50 kg.

#### \* Contoh 2



Jadi 10 kg adalah gaya yang diakibatkan oleh batu yang menumpu di atas meja dengan arah gaya ke bawah yang diwakili sebagai gambar anak panah dengan panjang 1 cm karena panjang 1 cm setara dengan gaya 10 kg.

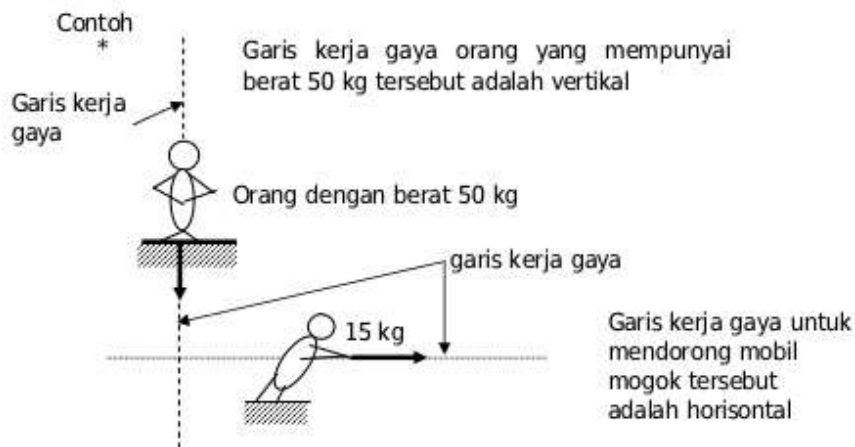
#### \* Contoh 3



Jadi 15 kg adalah gaya yang diberikan oleh orang untuk mendorong mobil mogok dengan arah kesamping kanan, yang diwakili sebagai gambar anak panah dengan panjang 1 cm karena 1 cm setara dengan 15 kg.

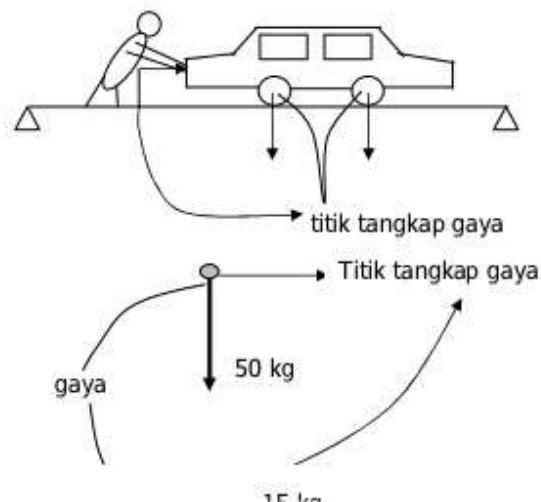
- Garis kerja gaya adalah garis lurus yang melewati gaya

Seperti contoh di bawah :



- Titik tangkap gaya adalah titik awal bermulanya gaya tersebut.

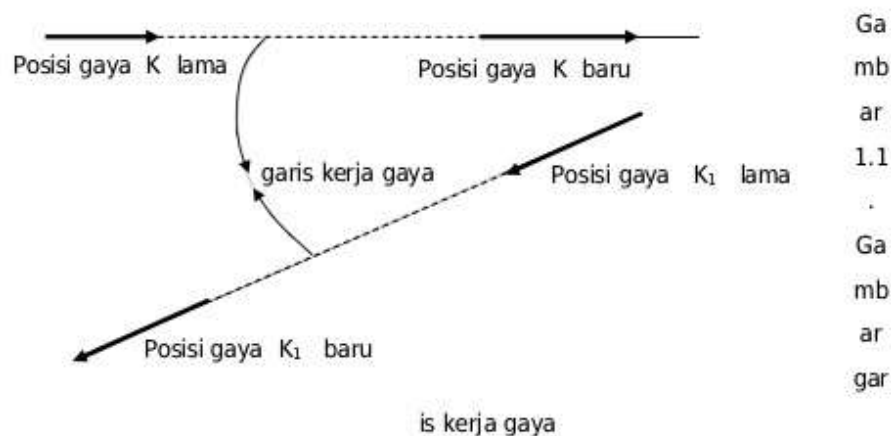
Contoh: mobil mogok diatas jembatan, roda mobil serta tumpuan tangan orang yang mendorong adalah merupakan titik tangkap gaya.



### 1.1.3. Sifat Gaya

Gaya dan titik tangkap gaya bisa dipindah-pindahkan asal masih dalam daerah garis kerja gaya

Contoh dalam gambar K dan K<sub>1</sub> adalah merupakan gaya.

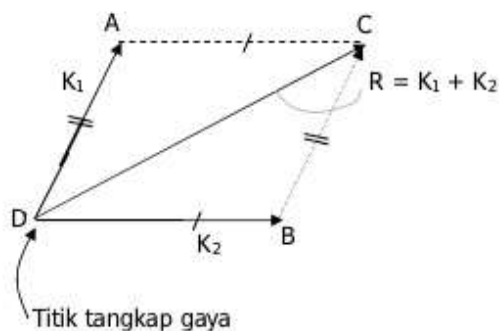


### 1.1.4. Penjumlahan Gaya

Penjumlahan gaya bisa dilakukan secara analitis maupun grafis.

#### 1.1.4.1. Penjumlahan secara grafis

Penjumlahan 2 gaya yang mempunyai titik tangkap yang sama, jadi gaya-gaya tersebut sebidang, bisa secara langsung dijumlahkan secara grafis.

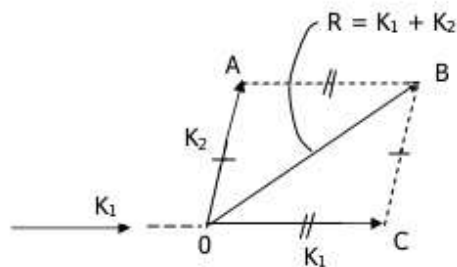


- K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> adalah gaya-gaya yang akan dijumlahkan
- Urut-urutan penjumlahan
- Buat urutan penjumlahan garis sejajar dengan K<sub>1</sub> dan K<sub>2</sub> di ujung gaya, (K<sub>1</sub> diujung K<sub>2</sub> dan sehingga K<sub>2</sub> diujung K<sub>1</sub>) membentuk bentuk jajaran genjang D.A.C.B
- Salah satu diagonal yang panjang tersebut yaitu R adalah merupakan jumlah dari

Gambar 1.2. Penjumlahan gaya secara grafis

□ Penjumlahan 2 gaya yang sebidang, tapi titik tangkapnya tidak sama..

Gaya-gaya tersebut bisa dipindahkan sepanjang garis kerja gaya.



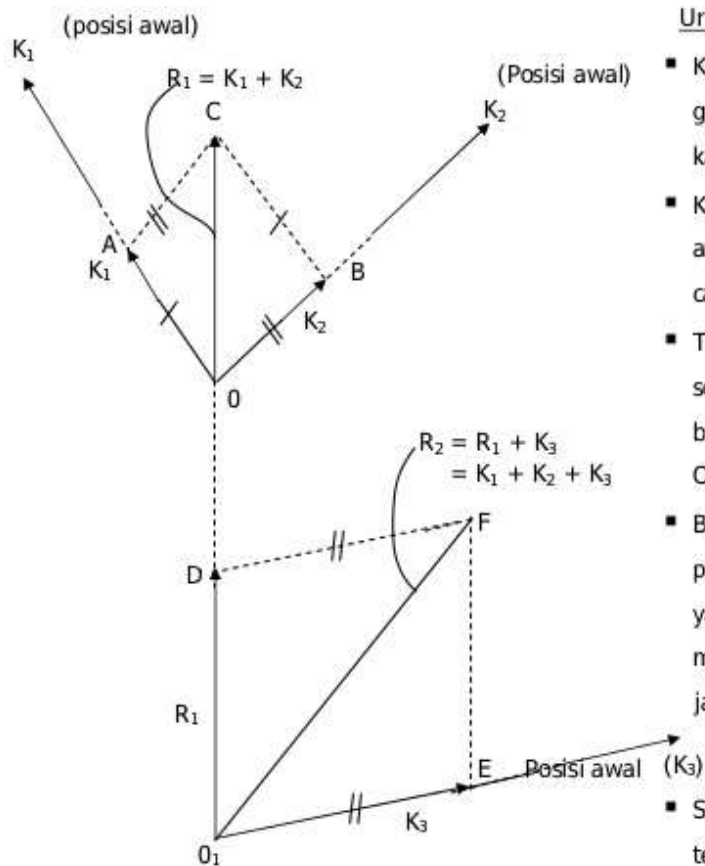
titik tangkapnya tidak sama

- $K_1$  dan  $K_2$  adalah gaya-gaya yang akan dijumlahkan.
- 2 gaya tersebut tidak mempunyai titik tangkap yang sama, tapi masih sebidang.

Gambar 1.3  
Penjumlahan gaya secara grafis, yang

#### Urutan-urutan penjumlahan

- Gaya  $K_1$  dipindah searah garis kerja gaya sampai garis kerja gaya  $K_1$  bertemu dengan garis kerja gaya  $K_2$ , pertemuannya di titik O.
- Buat garis-garis sejajar gaya  $K_1$  dan  $K_2$  di ujung-ujung gaya yang berlainan sehingga membentuk suatu jajaran genjang, OABC
- Salah satu diagonal yang terpanjang (R) adalah merupakan jumlah dari  $K_1$  dan  $K_2$



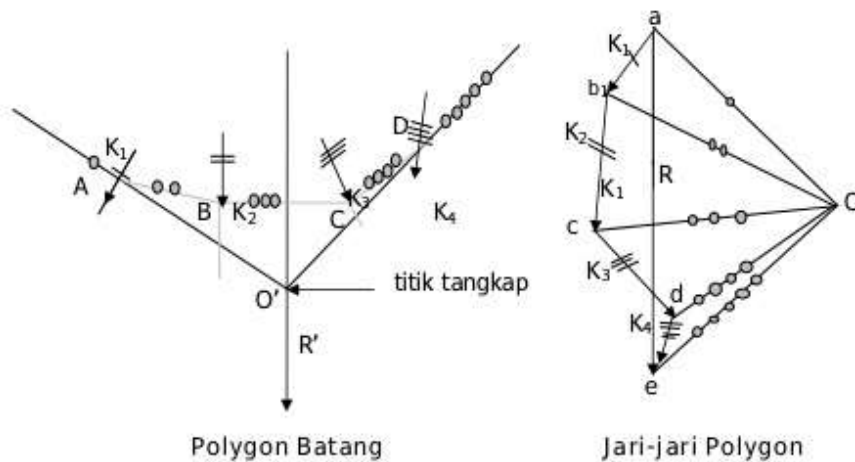
Gambar 1.5. Penjumlahan 3 gaya yang tidak mempunyai titik tunggal, secara grafis

#### Urut-urutan penjumlahan

- $K_1$ ,  $K_2$  dan  $K_3$  adalah gaya-gaya yang akan dijumlahkan.
- Kerjakan dulu penjumlahan antara  $K_1$  dan  $K_2$  dengan cara :
- Tarik gaya  $K_1$  dan  $K_2$  sehingga titik tangkapnya bertemu pada satu titik di  $O$ .
- Buat garis sejajar  $K_1$  dan  $K_2$  pada ujung-ujung gaya yang berlainan sehingga membentuk jajaran genjang  $OACB$
- Salah satu diagonal yang terpanjang yaitu  $R_1$  adalah merupakan jumlah dari  $K_1$  dan  $K_2$ .
- Tarik gaya  $R_1$  dan  $K_3$  sehingga titik tangkapnya bertemu pada titik di  $O_1$

- Buat garis sejajar  $R_1$  dan  $K_3$  melalui ujung gaya yang berlainan sehingga membentuk jajaran genjang O<sub>1</sub>, D F E, salah satu diagonal yang terpanjang adalah  $R_2$  yang merupakan jumlah antara  $R_1$  dan  $K_3$  berarti jumlah antara  $K_1$  dan  $K_2$  dan  $K_3$ .







Gambar 1.6. Polygon batang dan jari-jari polygon

- Gaya  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  dan  $K_4$  adalah gaya-gaya yang mau dijumlahkan
- Untuk pertolongan, perlu dibuat jari-jari polygon (lihat gambar) dengan cara sebagai berikut :
  - buat rangkaian gaya  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  dan  $K_4$  secara berurutan dimana tiap-tiap gaya sejajar dengan gaya aslinya (pada gambar jari-jari polygon).
  - pangkal gaya  $K_1$  dan ujung gaya  $K_4$  merupakan jumlah (resultante) gaya  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  dan  $K_4$  yaitu  $R$ , yang diwakili oleh garis sepanjang a-e tapi letak titik tangkapnya belum betul.
  - Ambil titik  $O$  sembarang di daerah sekitar  $R$
  - Tarik garis dari  $O$  ke ujung-ujung gaya sehingga ketemu titik a, b, c, d, dan e, garis-garis tersebut diberi tanda titik satu buah ( ) sampai lima buah ( ) pada garis tersebut. Garis-garis tersebut dinamakan jari-jari polygon.
  - Dari gaya-gaya asal yang akan dijumlahkan ditarik garis sejajar  $Oa$
  - Dari titik a ditarik garis sejajar  $Ob$  (titik a)
  - Dari titik b ditarik garis sejajar  $Oc$  (titik b)
  - Dari titik c ditarik garis sejajar  $Od$  (titik c)
  - Dari titik d ditarik garis sejajar  $Oe$  (titik d)

Dari titik B dibuat garis sejajar  $Oc$  (—o—o—) memotong  $K_3$  di



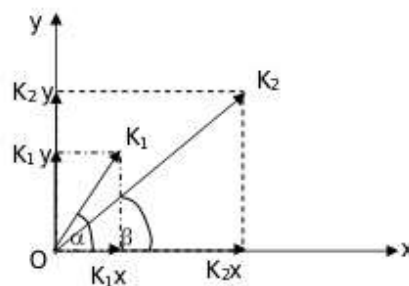
Dari titik C dibuat garis sejajar Od () memotong K<sub>4</sub> di D.

dan garis  pada polygon batang akan ketemu di titik O' yang merupakan titik tangkap jumlah (resultante) gaya-gaya K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> dan K<sub>4</sub>.

Jadi  $R'$  adalah merupakan jumlah (resultante) dari gaya-gaya  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  dan  $K_4$  dengan titik tangkap yang betul, dengan garis kerja melewati  $O'$

Dalam penjumlahan secara analitis kita perlu menentukan titik pusat (salib sumbu) koordinat, yang mana biasanya sering dipakai adalah sumbu oxy. Didalam salib sumbu tersebut gaya-gaya yang akan dijumlahkan, diproyeksikan.

- Penjumlahan 2 gaya yang mempunyai titik tangkap tunggal



- $K_1$  dan  $K_2$  adalah gaya-gaya yang akan dijumlahkan dimana mempunyai titik tangkap tunggal di O ;  
 $\alpha$  adalah sudut antara  $K_1$  dengan sumbu ox  
 $\beta$  adalah sudut antara  $K_2$  dengan sumbu ox
- $K_1$  dan  $K_2$  diuraikan searah dengan sumbu x dan y

Gambar 1.7. Penjumlahan gaya secara analitis

$$\begin{array}{ll} K_1 x = K_1 \cos \alpha & ; \quad K_2 x = K_2 \cos \beta \\ K_1 y = K_1 \sin \alpha & ; \quad K_2 y = K_2 \sin \beta \end{array}$$

Semua komponen yang searah  $ox$  dijumlahkan demikian juga yang searah dengan  $oy$ .

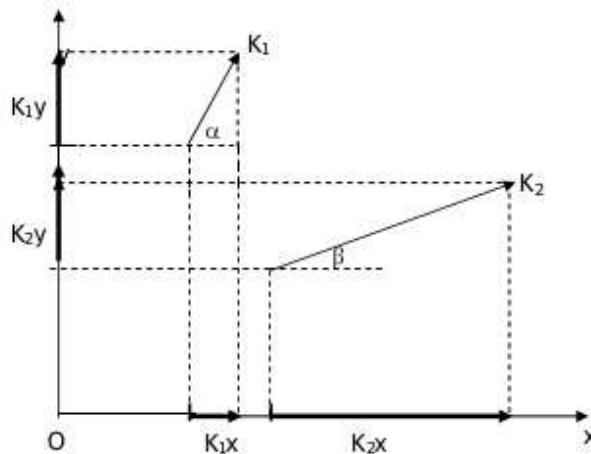
$$R_x = K_{1x} + K_{2x} \quad R_x = \sum K_x$$

$$R_y = K_{1y} + K_{2y} \quad R_y = \sum K_y$$

Jumlah gaya total yang merupakan penjumlahan secara analitis dari komponen-komponen tersebut adalah :

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

□ Penjumlahan 2 gaya dengan letak titik tangkap berbeda



- $K_1$  dan  $K_2$  adalah gaya-gaya yang akan dijumlahkan dengan letak titik tangkap berbeda.

$K_1$  membentuk sudut  $\alpha$  dengan sumbu  $ox$   
 $K_2$  membentuk sudut  $\beta$  dengan sumbu  $ox$ .

- $K_1$  dan  $K_2$  diuraikan searah dengan sumbu  $x$  dan  $y$

$$K_{1x} = K_1 \cos \alpha ; K_{2x} = K_2 \cos \beta$$

$$K_{1y} = K_1 \sin \alpha ; K_{2y} = K_2 \sin \beta$$

Gambar 1.8. Penjumlahan gaya dengan titik tangkap berbeda, secara analitis

Semua Komponen yang searah  $ox$  dijumlahkan demikian juga yang searah  $oy$ .

$$R_x = K_{1x} + K_{2x} \quad R_x = \sum K_x$$

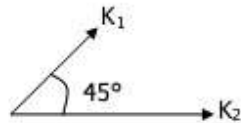
$$R_y = K_{1y} + K_{2y} \quad R_y = \sum K_y$$

Jumlah gaya-gaya total yang merupakan penjumlahan secara analitis dari komponen-komponen tersebut adalah :

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

## 1.1.5. Latihan

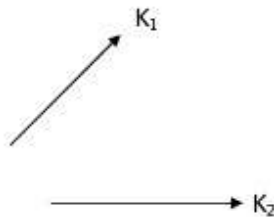
1.



Dua gaya yang mempunyai titik tangkap yang sama seperti seperti pada gambar.  $K_1 = 5$  ton dan  $K_2 = 7$  ton, sudut yang dibentuk antara 2 gaya tersebut adalah  $45^\circ$ .

Cari besarnya jumlah gaya-gaya tersebut (R) baik secara analitis maupun grafis

2.



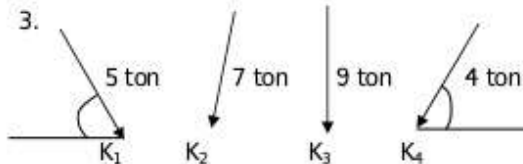
Dua gaya  $K_1$  dan  $K_2$  tidak mempunyai titik tangkap yang sama

$K_1 = 10$  ton dan  $K_2 = 4$  ton

Garis kerja ke dua gaya tersebut bertemu dan membentuk sudut  $60^\circ$

Cari besarnya jumlah gaya-gaya tersebut (R) baik secara analitis maupun garfis.

3.



Empat gaya  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  dan  $K_4$ , dengan besar dan arah seperti pada gambar

Cari besar dan arah jumlah gaya-gaya tersebut (R) dengan cara polygon batang.

## 1.1.6. Rangkuman

- Gaya adalah suatu besaran vektor yang mempunyai besar dan arah serta diketahui letak titik tangkapnya.
- Gaya bisa dipindah-pindah sepanjang garis kerja gaya
- Penjumlahan gaya-gaya bisa dilakukan secara grafis ataupun analitis.
- Penjumlahan gaya lebih dari 4 buah bisa memakai cara grafis dengan bantuan polygon batang.

## 1.1.7. Penutup

Untuk mengukur prestasi, mahasiswa bisa melihat hasil atau kunci-kunci yang ada, secara bertahap.

Soal 1 dan 2 ada jawaban secara analitis dan grafis, sedang soal no. 3 hanya berupa grafis, skor penilaian ada di tabel bawah untuk mengontrol berapa skor yang didapat.

No. soal	Sub Jawaban	Jawaban	Skor Nilai
1	Analitis	$R = 11,1 \text{ ton}$ $sdt = 22,5^\circ$ dari sumbu x	50
	Grafis	$R = 11,1 \text{ ton}$ $sdt = 22,5^\circ$ dari sumbu x	50
2	Analitis	$R = 12,5 \text{ ton}$ $sdt = 30^\circ$ dari sumbu x	50
	Grafis	$R = 12,5 \text{ ton}$ $sdt = 30^\circ$ dari sumbu x	50
3	Grafis	$R = 24 \text{ ton}$	50
	Jari-jari polygon Polygon batang		50

## 1.1.8. Daftar Pustaka

1. Samuel E. French, "Determinate Structures" ITP (International Thomson Publishing Company) 1996. Bab I.
2. Suwarno. "Mekanika Teknik Statis Tertentu" UGM bab I.
3. Soemono. "Statika I" ITB. Bab I

## 1.1.9. Senarai

Gaya = mempunyai besar dan arah

Resultante = jumlah

