

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.

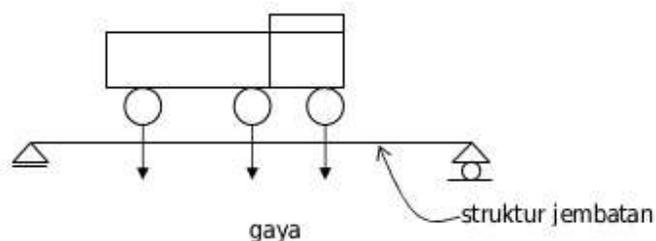
Tujuan Pembelajaran Khusus :

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.

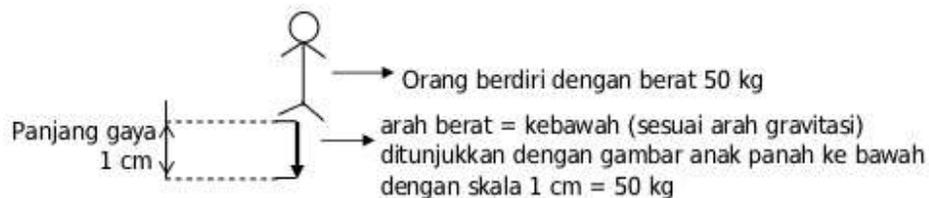
Contoh : * Suatu kendaraan yang terletak diatas jembatan
* Beban roda kendaraan pada jembatan tersebut adalah suatu beban atau gaya.



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.

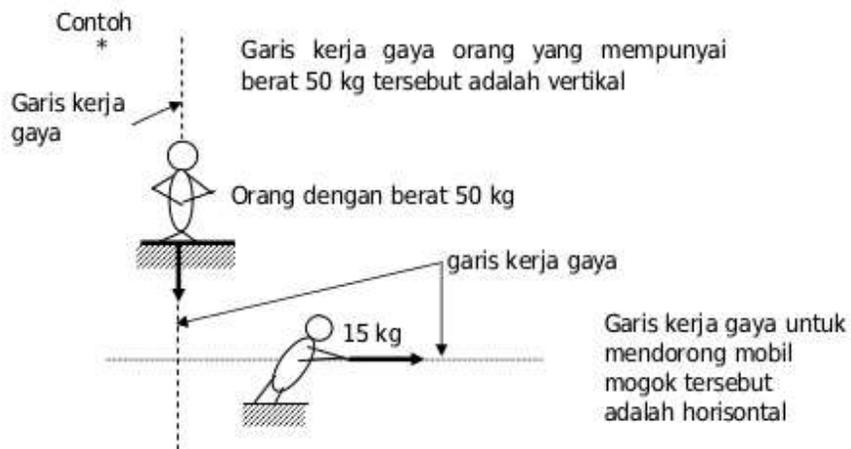
* Contoh 3



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.

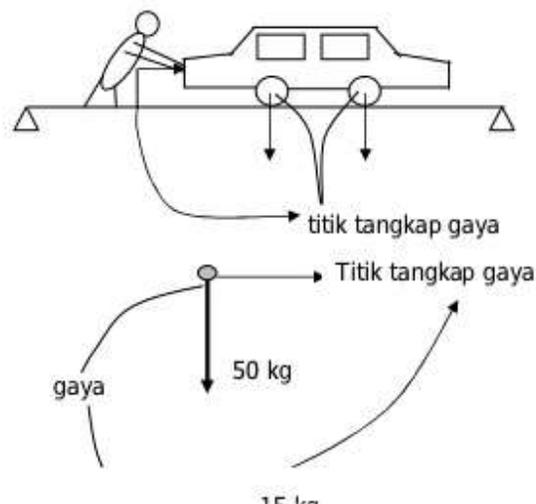
- Garis kerja gaya adalah garis lurus yang melewati gaya

Seperti contoh di bawah :



- Titik tangkap gaya adalah titik awal bermulanya gaya tersebut.

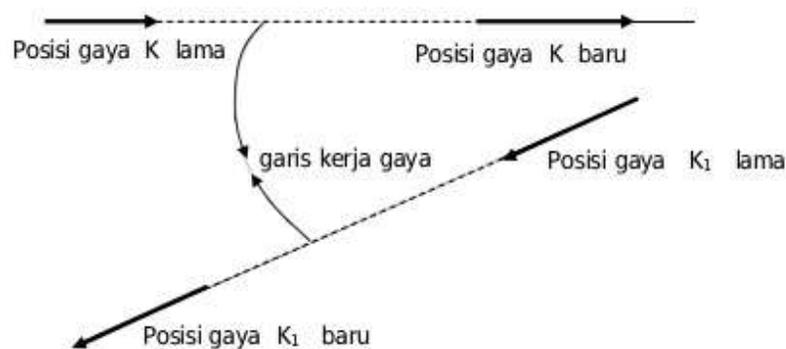
Contoh: mobil mogok diatas jembatan, roda mobil serta tumpuan tangan orang yang mendorong adalah merupakan titik tangkap gaya.



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_1 adalah merupakan gaya.



Gambar 1.1.1. Diagram garis kerja gaya

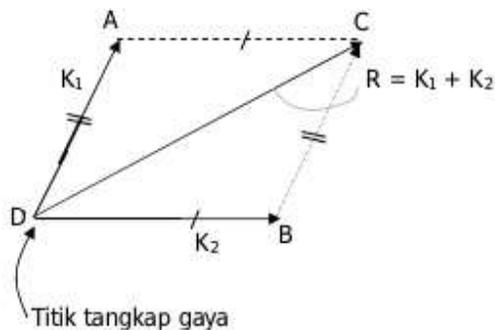
Diagram garis kerja gaya

1.1.4. Penjumlahan Gaya

Penjumlahan gaya bisa dilakukan secara analitis maupun grafis.

1.1.4.1. Penjumlahan secara grafis

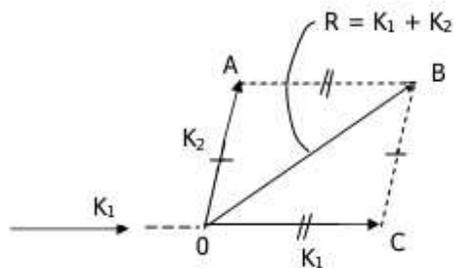
Penjumlahan 2 gaya yang mempunyai titik tangkap yang sama, jadi gaya-gaya tersebut sebidang, bisa secara langsung dijumlahkan secara grafis.



- K_1, K_2 adalah gaya-gaya yang akan dijumlahkan
- Urut-urutan penjumlahan
- Buat urutan penjumlahan garis sejajar dengan K_1 dan K_2 di ujung gaya, (K_1 diujung K_2 dan sehingga K_2 diujung K_1) 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.



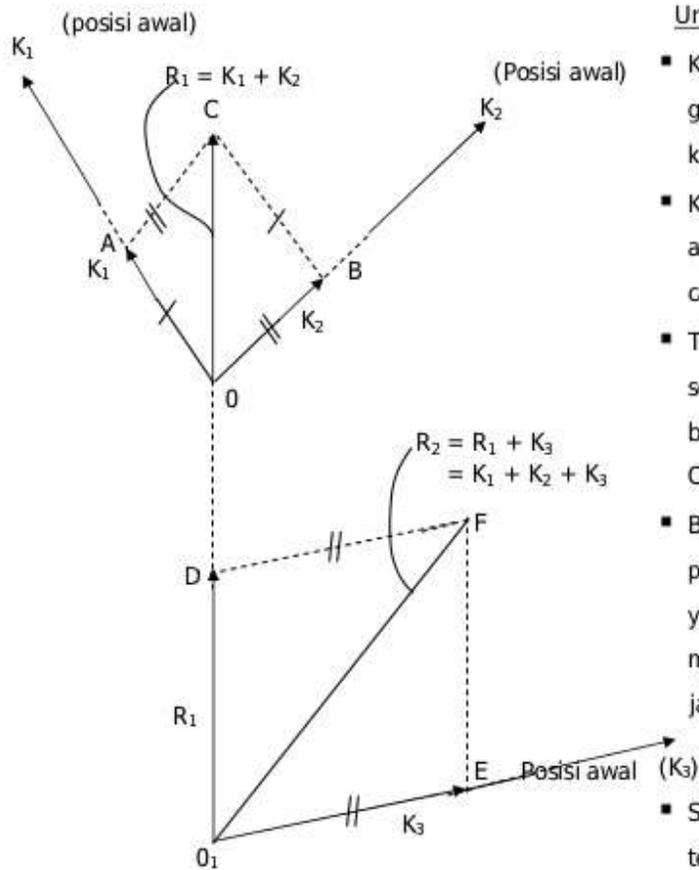
- K_1 dan K_2 adalah gaya-gaya yang akan dijumlahkan.
- 2 gaya tersebut tidak mempunyai titik tangkap yang sama, tapi masih sebidang.

Gambar 1.3
 Penjumlahan gaya secara grafis, yang

titik tangkapnya tidak sama

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 0.
- 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



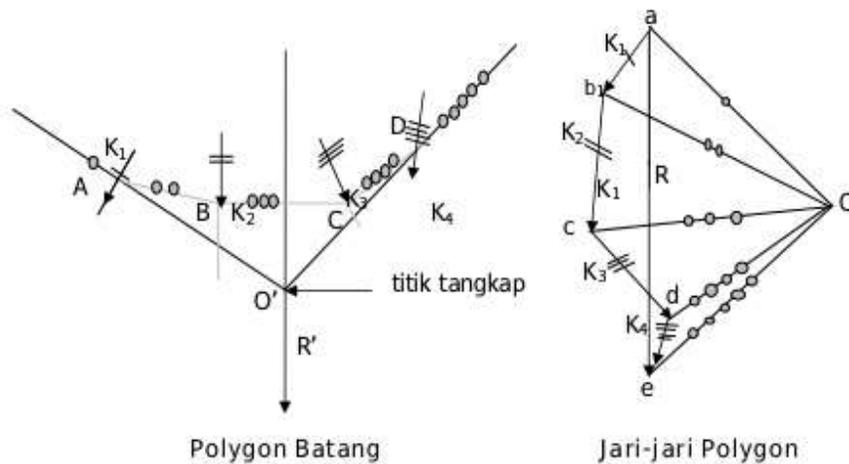
Gambar 1.5. Penjumlahan 3 gaya yang tidak mempunyai titik tunggal, secara grafis

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 bertinjal sehingga membentuk jajaran genjang $O_1, D F E$, 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 dibuat garis sejajar Oa (—) memotong gaya K_2 di titik B

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

titik C.

Dari titik C dibuat garis sejajar Od memotong K_4 di D.

Dari titik D dibuat garis sejajar Oe , perpanjangan garis

dan garis pada polygon batang akan ketemu di titik O' yang merupakan titik tangkap jumlah (resultante) gaya-gaya K_1, K_2, K_3 dan K_4 .

Dari titik O' dibuat garis sejajar R yaitu garis R' .

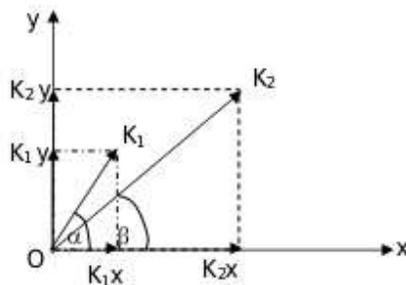
Jadi R' adalah merupakan jumlah (resultante) dari gaya-gaya K_1, K_2, K_3 dan K_4 dengan titik tangkap yang betul, dengan garis kerja melewati O'

1.1.4.2. Penjumlahan secara analitis

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.

Contoh :

- 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 ; α adalah sudut antara K_1 dengan sumbu ox ; β 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

$$\begin{aligned}
 K_{1x} &= K_1 \cos \alpha & ; & & K_{2x} &= K_2 \cos \beta \\
 K_{1y} &= K_1 \sin \alpha & ; & & K_{2y} &= K_2 \sin \beta
 \end{aligned}$$

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

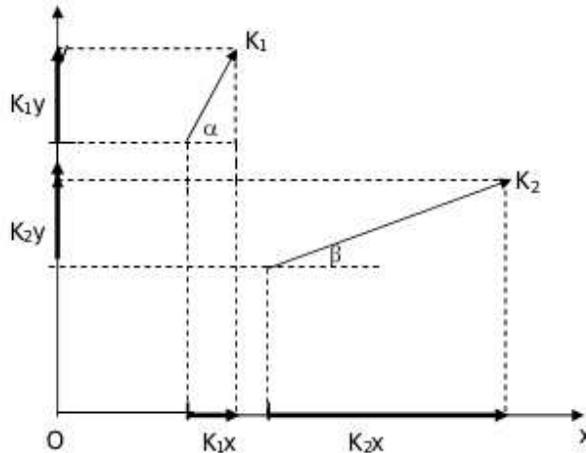
$$R_x = K_{1x} + K_{2x} \qquad R_x = \sum K_x$$

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

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 α dengan sumbu ox
 K_2 membentuk sudut β 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 .

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

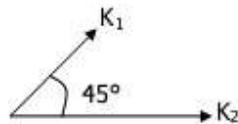
$$R_y = K_{1y} + K_{2y} \qquad R_y = \sum K_y$$

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

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

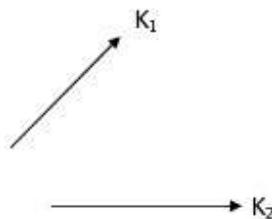
1.1.5. Latihan

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

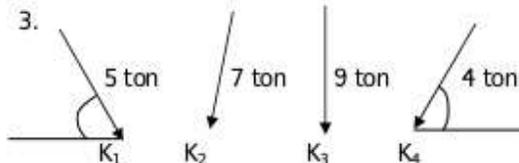
2.



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°

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

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 ton sdt = 22,5° dari sumbu x	50
	Grafis	R = 11,1 ton sdt = 22,5° dari sumbu x	50
2	Analitis	R = 12,5 ton sdt = 30° dari sumbu x	50
	Grafis	R = 12,5 ton sdt = 30° dari sumbu x	50
3	Grafis	R = 24 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

