BAB 1
PENDAHULUAN

Sebuah konstruksi dibuat dengan ukuran-ukuran fisik tertentu haruslah mampu menahan gaya-gaya yang bekerja dan konstruksi tersebut harus kokoh sehingga tidak hancur dan rusak. Konstruksi dikatakan kokoh apabila konstruksi tersebut dalam keadaan stabil, kestabilan tersebut akan terjadi jika gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut dalam arah vertikal dan horizontal saling menghilangkan atau sama dengan nol demikian juga dengan momen-momen yang bekerja pada konstruksi tersebut pada setiap titik buhul atau titik kumpul saling menghilangkan atau sama dengan nol.

Mekanika Rekayasa merupakan ilmu yang mempelajari tentang gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi dengan prinsip keseimbangan gaya. Dalam ilmu mekanika rekayasa terdapat metode penyelesaian dengan statis tertentu dan metode penyelesaian dengan metode statis tak tentu. Pada Metode statis

tertentu berlaku prinsip keseimbangan gaya-gaya dalam arah vertikal dan horizontal dan keseimbangan momen pada tumpuan dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\sum K_V = 0 \quad \text{.....} \quad (1.1)$$

$$\sum K_H = 0 \quad \text{.....} \quad (1.2)$$

$$\sum M = 0 \quad \text{.....} \quad (1.3)$$

di mana :

K_V = Gaya-gaya vertikal
K_H = Gaya-gaya horizontal
M = Momen

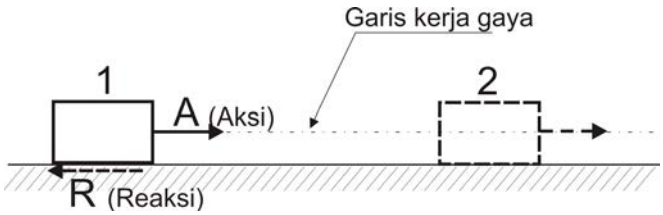
Dari persamaan di atas dapat dinyatakan bahwa jumlah aljabar gaya-gaya pada arah vertikal haruslah sama dengan nol (persamaan 1.1), jumlah aljabar gaya-gaya dalam arah horizontal haruslah sama dengan nol (persamaan 1.2) dan jumlah momen pada titik tumpuan haruslah sama dengan nol. Dengan demikian terdapat 3 variabel yang akan diselesaikan dengan 3 buah persamaan. Secara matematis variabel tesebut dapat diselesaikan dengan cara persamaan linear. Pada metode statis tak tentu ketiga hukum keseimbangan tersebut masih berlaku namun variabel yang akan diselesaikan lebih dari 3 buah sehingga diperlukan sejumlah persamaan lain sesuai dengan jumlah variabel yang akan diselesaikan, metode ini umumnya digunakan pada konstruksi bangunan bertingkat banyak .

Dalam buku ini metode yang akan dibahas hanya metode statis tertentu saja, untuk metode statis tak tentu akan dibahas pada buku lainnya. Pada buku ini akan dibahas tentang gaya lintang, gaya normal dan momen yang bekerja masing-masing pada balok yang ditumpu oleh dua tumpuan, balok gerber, balok kentilever dengan berbagai cara penyelesaian termasuk penyelesaian dengan garis pengaruh dan pada bagian akhir akan dibahas konstruksi portal yaitu konstruksi balok yang ditumpu oleh tiang. Pada setiap bagian akan diberikan contoh-contoh penyelesaian soal

Untuk lebih mudah memahami dan mempelajari mekanika rekayasa diharapkan mahasiswa atau pembaca terlebih dahulu mengerti dan memahami tentang materi vektor pada ilmu matematika. Vektor adalah sebuah besaran yang mempunyai arah

1.1 Gaya

Gaya merupakan kekuatan yang dapat membuat benda yang dalam keadaan diam menjadi bergerak. Gaya biasanya dilambangkan sebagai besaran yang mempunyai arah dan digambarkan seperti vektor. Gaya bekerja sepanjang bidang/ jejak yang dilaluinya dan disebut dengan garis kerja gaya. Titik tangkap dari sebuah gaya dapat dipindahkan sepanjang garis kerja gaya. Apabila pada sebuah benda dikerjakan sebuah gaya baik diangkat, ditarik atau didorong maka akan ada perlawanan terhadap gaya tersebut dan gaya perlawanan tersebut disebut dengan Reaksi. Besarnya reaksi sama dengan besarnya gaya yang dikerjakan (aksi).



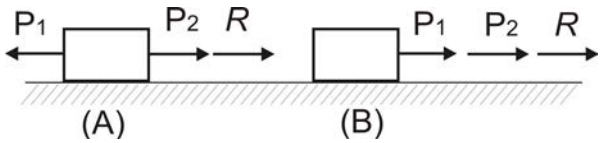
Gambar 1.1 Gaya Aksi dan Gaya Reaksi

Dari Gambar 1.1 diperlihatkan sebuah benda pada posisi 1 diberi gaya aksi yang mengakibatkan benda berpindah tempat pada posisi 2 hal ini terjadi karena gaya aksi lebih besar dari gaya reaksi. Apabila gaya reaksi sama dengan gaya aksi maka benda akan tetap dalam keadaan diam. Gaya reaksi ditimbulkan dari gaya gesekan antara berat benda dengan lantai tempat benda tersebut berada.

Apabila ada 2 buah gaya atau lebih bekerja pada sebuah benda maka dapat dilakukan penggabungan gaya-gaya tersebut yang disebut dengan Resultante Gaya (R). Jika gaya-gaya yang bekerja searah maka resultantenya adalah penjumlahan dari gaya-gaya tersebut dan jika gaya-gaya yang bekerja berlawanan arah maka resultantenya adalah pengurangan dari gaya-gaya tersebut atau secara matematis dinyatakan dengan jumlah aljabar dengan pengertian besaran mutlak dari gaya tersebut dijumlahkan antara yang bertanda positif dengan yang bertanda negatif dan arah gaya resultan tergantung dari arah gaya yang mempunyai besaran mutak yang lebih besar.

Contoh 1.1

Pada sebuah benda bekerja gaya P_1= 1,5 ton dan P_2 = 2 ton (seperti diperlihatkan Gambar 1.2, Apabila gaya P_1 bekerja ke arah kiri dan P_2 bekerja ke arah kanan (Gambar 1.2.a) tentukan besarnya gaya Resultante dan arahnya. Apabila gaya P_1 bekerja ke arah kanan dan P_2 bekerja ke arah kanan juga (Gambar 1.2.b) tentukan besarnya gaya Resultante dan arahmya



Gambar 1.2 Resultante Gaya

Penyelesaian :
Pada Kondisi 1 (Gambar A) P_1 arah ke kiri sebesar 1,5 ton dan P_2 arah ke kanan sebesar 2 ton. Apabila arah ke kiri dinyatakan

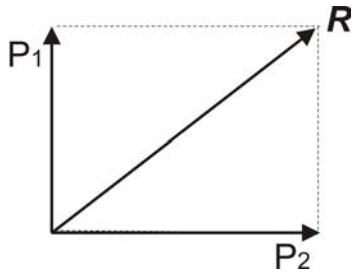
negatif (-) dan arah ke kanan dinyatakan positif (+) maka besarnya Resultante Gaya dan arahnya adalah :

$R = P_1 + P_2 = -1{,}5 + 2 = +0{,}5 ton$ (karena positif maka arahnya ke kanan)

Pada Kondisi 2 (Gambar B) P_1 arah ke kanan sebesar 1,5 ton dan P_2 arah ke kanan sebesar 2 ton. Apabila arah ke kiri dinyatakan negatif (-) dan arah ke kanan dinyatakan positif (+) maka beasarnya Resultante Gaya dan arahnya adalah :

$R = P_1 + P_2 = +1{,}5 + 2 = +2{,}5 ton$ (karena positif maka arahnya ke kanan)

Pada 2 buah gaya yang bekerja pada sebuah benda saling tegak lurus maka penggabungan gaya-gaya tersebut (Resultante Gaya R) dapat dilakukan dengan membentuk empat persegi dari kedua gaya tersebut dan besarnya resultante sebesar diagonal dari empat persegi tersebut atau jumlah kuadrat dari akar gaya-gaya tersebut.



Gambar 1.3 Resultante Gaya

Dari Gambar 1.3 diperlihatkan gaya P_1 tegak lurus dengan gaya P_2, penggabungan dari kedua gaya tersebut diperoleh Resultante sebesar :

$$R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \qquad \text{.....} \qquad (1.4)$$

di mana :

R = Resultante gaya

P_1 = Gaya vertikal

P_2 = Gaya horizontal

Contoh 1.2

Pada sebuah benda bekerja dua buah gaya saling tegak lurus di mana P_1= 1,75 ton dan P_2 = 2 ton (seperti diperlihatkan Gambar 1.3, Apabila gaya P_1 bekerja ke arah atas dan P_2 bekerja ke arah kanan tentukan besarnya gaya Resultante dan arahnya.

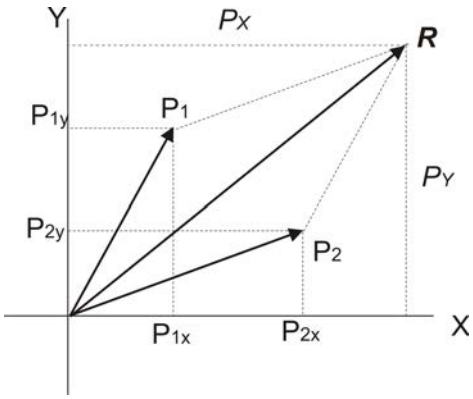
Penyelesaian :

P_1 arah ke atas sebesar 1,75 ton dan P_2 arah ke kanan sebesar 2 ton maka besarnya gaya Resultante dan arahnya adalah :

$$R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2} = \sqrt{1{,}75^2 + 2^2}$$

$$R = 2{,}66\,ton \quad \text{(arah ke kanan atas)}$$

Untuk 2 buah gaya yang bekerja membentuk sudut dengan bidang datar maka penggabungan dari kedua gaya tersebut dilakukan dengan melukiskan jajaran genjang dan Resultante gaya tersebut adalah diagonal dari jajaran genjang tersebut seperti diperlihatkan pada Gambar 1.4 berikut



Gambar 1.4 Resultante Gaya dengan membentuk sudut

Gaya P_1 diproyeksikan ke sumbu x dan sumbu y menjadi P_{1x} dan P_{1y} dan gaya P_2 diproyeksikan ke sumbu x dan sumbu y menjadi P_{2x} dan P_{2y} sehingga :

$$P_{1x} = P_1 \cos \alpha \qquad \text{dan} \qquad P_{1y} = P_1 \sin \alpha$$
$$P_{2x} = P_2 \cos \alpha \qquad \text{dan} \qquad P_{2y} = P_2 \sin \alpha$$

Sehingga :

$$P_X = P_{1x} + P_{2x} \qquad \text{dan} \qquad P_Y = P_{1y} + P_{2y}$$

Resultante Gaya tersebut menjadi :

$$R = \sqrt{P_X{}^2 + P_Y{}^2} \qquad \text{.....} \qquad (1.5)$$

di mana :

R = Resultante gaya
P_X = Jumlah gaya arah sumbu X
P_Y = Jumlah gaya arah sumbu Y

Besar sudut Resultante Gaya terhadap bidang datar X menjadi :

$$tg\alpha = \frac{P_Y}{P_X} \qquad \text{.....} \qquad (1.6)$$

di mana :

tgऋ = tangen sudut ऋ
P_X = Jumlah gaya arah sumbu X
P_Y = Jumlah gaya arah sumbu Y

Contoh 1.3

Pada sebuah benda bekerja dua buah gaya yaitu gaya P_1= 1,75 ton yang membentuk sudut 60° dengan bidang datar sumbu X dan gay

P_2 = 2 ton yang membentuk sudut 15° dengan bidang datar sumbu X. Tentukan besar Resultante gaya dan besar sudut Resultante terhadap bidang datar sumbu X.

Penyelesaian :

P_1 membentuk sudut 60° sebesar 1,75 ton dan P_2 membentuk sudut 45° sebesar 2 ton maka Proyeksi P_1 dan P_2 adalah sebagai berikut :

$$P_{1x} = P_1 \cos \alpha = 1{,}75 . \cos 60° = 0{,}505\, ton$$

$$P_{1y} = P_1 \sin \alpha = 1{,}75 . \sin 60° = 0{,}031\, ton$$

$$P_{2x} = P_2 \cos \alpha = 2 . \cos 15° =$$

$$P_{2y} = P_2 \sin \alpha = 2 . \sin 15° =$$

Sehingga :

$$P_X = P_{1x} + P_{2x} = 0{,}505 + ...$$

$$P_Y = P_{1y} + P_{2y} = 0{,}301 + ...$$

Resultante Gaya tersebut menjadi :

$$R = \sqrt{P_X{}^2 + P_Y{}^2}$$

$$R = \sqrt{P_X{}^2 + P_Y{}^2}$$

Besar sudut Resultante Gaya terhadap bidang datar X menjadi :

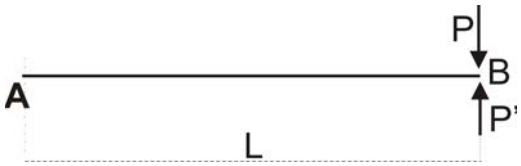
$$tg\alpha = \frac{P_Y}{P_X}$$

Sehingga :

$\alpha = ... \circ$

1.2 Momen

Momen terjadi apabila sebuah gaya bekerja mempunyai jarak tertentu dari titik yang akan menahan momen tersebut dan besarnya momen tersebut adalah besarnya gaya dikalikan dengan jaraknya. Satuan untuk momen adalah satuan berat jarak (tm, kgm, kgcm dsb)



Gambar 1.5 Gaya dan Momen

Dari gambar 1.5 dapat dijelaskan bahwa apabila gaya sebesar P dikerjakan di titik B maka akan timbul momen di titik A sebesar :

$$M_A = P.L \quad (+) \quad ..... \quad (1.7)$$

$$M_B = 0 \quad ..... \quad (1.8)$$

Momen pada titik A bertanda positif karena arah putaran gaya P terhadap titik A berputar searah dengan arah jarum jam. Momen pada titik B adalah nol sebab tidak ada jarak antara posisi gaya P dengan titik B.

Pada kondisi lain apabila gaya sebesar P' dikerjakan di titik B maka akan timbul momen di titik A sebesar :

$$M_A = P.L \quad (-) \quad ..... \quad (1.9)$$

$$M_B = 0 \qquad \text{.....} \qquad (1.10)$$

Momen pada titik A bertanda negatif karena arah putaran gaya P' terhadap titik A berputar berlawanan arah dengan arah jarum jam. Momen pada titik B adalah nol sebab tidak ada jarak antara posisi gaya P' dengan titik B.

Jarak gaya terhadap titik momen yang ditinjau sangat besar pengaruhnya terhadap besarnya momen yang timbul hal ini dapat diilustrasikan pada keadaan apabila kita ingin membuka ban mobil yang bocor maka kita akan mengunakan kunci roda. Pada saat kita membuka baut (mur) ban mobil tersebut pasti terasa berat maka kita akan menambahkan besi bulat yang bisa dimasukkan kekunci roda tersebut sehingga jarak tangan kita pada saat menekan kunci roda tersebut menjadi lebih jauh sehingga untuk membuka ban mobil tadi akan semakin ringan, hal ini terjadi disebabkan karena jarak antara gaya yang diberikan dengan baut ban mobil menjadi semakin besar sehingga momen yang ditimbulkan juga akan semakin besar meskipun gaya yang diberikan tetap sama. Dari ilustrasi di atas dapat dinyatakan bahwa jarak dari gaya yang bekerja terhadap titik momennya sangat mempengaruhi besarnya momen.

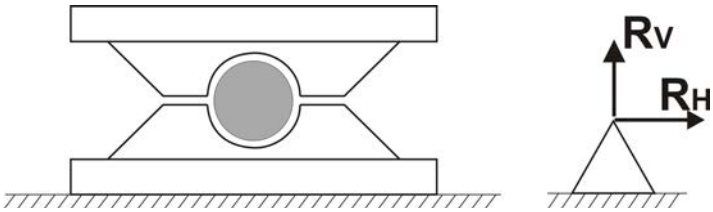
1.3 Tumpuan

Tumpuan merupakan tempat perletakan konstruksi atau dukungan bagi konstruksi dalam meneruskan gaya-gaya yang bekerja ke pondasi. Dalam ilmu mekanika rekayasa dikenal 3 jenis tumpuan yaitu tumpuan sendi, tumpuan rol dan tumpuan jepit.

a. Tumpuan Sendi

Tumpuan sendi sering disebut dengan Engsel karena cara bekerja mirip dengan cara kerja engsel. Tumpuan sendi mampu memberikan reaksi arah vertikal dan reaksi horizontal artinya tumpuan sendi dapat menahan gaya vertikal dan gaya

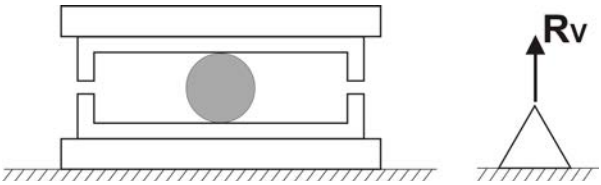
horizontal atau terdapat 2 buah variabel yang akan diselesaikan (Rv dan Rh). Tumpuan sendi ini tidak dapat menahan momen. Tumpuan Sendi seperti diperlihatkan pada Gambar 1.6



Gambar 1.6 Tumpuan Sendi

b. Tumpuan Rol

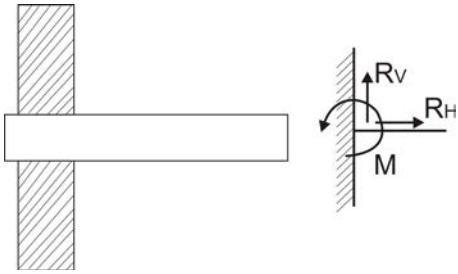
Tumpuan Rol adalah tumpuan yang dapat bergeser ke arah horizontal sehingga tumpuan ini tidak dapat menahan gaya horizontal. Pada tumpuan rol terdapat roda yang dapat bergeser yang gunanya untuk mengakomodir pemuaian pada konstruksi sehingga honstruksi tidak rusak.Tumpuan rol hanya mampu memberikan reaksi arah vertikal artinya tumpuan rol hanya dapat menahan gaya vertikal saja sehingga nya terdapat 1 buah variabel yang akan diselesaikan (Rv). Tumpuan ini tidak dapat menahan momen. Tumpuan Rol seperti diperlihatkan Gambar 1.7



Gambar 1.7 Tumpuan Rol

c. Tumpuan Jepit

Tumpuan Jepit berupa balok yang terjepit pada tiang (kolom) seperti diperlihatkan pada Gambar 1.8 di mana pada tumpuan ini mampu memberikan reaksi terhadap gaya vertikal, gaya horizontal bahkan mampu memberikan reaksi terhadap putaran momen.sehingga pada tumpuan jepit terdapat 3 buah variabel yang akan diselesaikan (Rv dan Rh dan Momen).

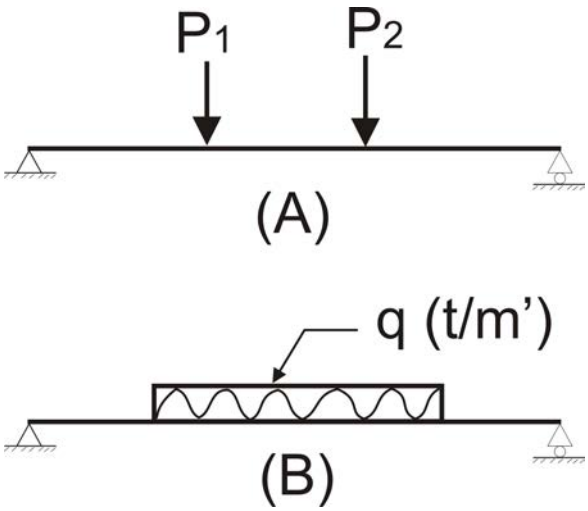


Gambar 1.8 Tumpuan Jepit

1.4 Muatan

Muatan adalah beban luar yang bekerja pada konstruksi. Secara umum muatan terdiri dari 2 jenis yaitu muatan terpusat dan muatan terbagi rata. Meskipun ada yang disebut dengan muatan segitiga atau muatan trapesium namun sebenarnya muatan tersebut termasuk muatan terbagi rata.

Muatan terpusat adalah beban yang bekerja secara terpusat di satu titik saja sedangkan muatan terbagi rata adalah beban yang bekerja secara merata disepanjang balok tergantung dari panjang muatan terbagi rata tersebut. Untuk lebih memahami muatan terbagi rata seperti diperlihatkan pada Gambar 1.9 berikut



Gambar 1.9 Muatan Terpusat dan Muatan Terbagi rata

Pada Gambar 1.9.a menggambarkan muatan terpusat (P_1 dan P_2) sedangkan Gambar 1.9.b menggambarkan muatan terbagi rata yang besarnya q (t/m')

Muatan juga dapat dibedakan sebagai muatan tetap dan muatan bergerak (muatan sementara). Muatan tetap adalah muatan yang tetap pada kedudukannya (tidak berubah-ubah) baik besarnya maupun letaknya, contohnya adalah berat sendiri. Muatan bergerak atau muatan sementara adalah muatan yang selalu berubah-ubah baik besarnya maupun letaknya, contohnya adalah muatan kenderaan yang melalui jembatan atau muatan peralatan rumah tangga atau peralatan kantor pada gedung. Muatan sementara pada gedung dapat dilihat pada Peraturan Muatan Indonesia (PMI) 1970, NI-18

Soal Latihan

1. Jelaskan tentang Konstruksi yang dikatakan Kokoh
2. Jelaskan tentang Mekanika Rekayasa
3. Jelaskan yang dimaksud dengan Gaya
4. Apa yang dimaksud dengan Resultante Gaya
5. Apa yang dimaksud dengan Momen
6. Jelaskan tentang tumpuan pada konstruksi
7. Jelaskan tentang Muatan