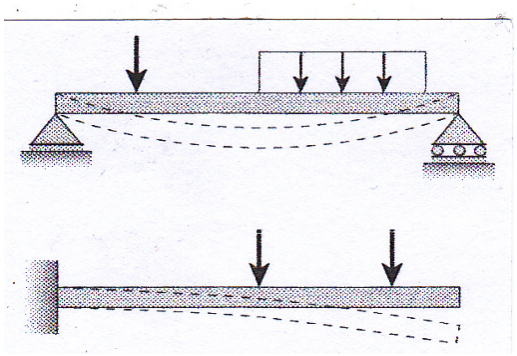
III. Gaya Geser dan Momen Lentur

3.1 Tipe Pembebanan dan Reaksi

Beban biasanya dikenakan pada balok dalam bentuk gaya. Apabila suatu beban bekerja pada area yang sangat kecil atau terkonsentrasi (bekerja pada satu titik), maka disebut sebagai **beban terpusat**, yang merupakan gaya tunggal, dinotasikan dengan *P* dan besarnya dinyatakan dalam satuan gaya yaitu Newton (N). Apabila suatu beban tersebar pada sumbu balok dan beban terdistribusi terbagi rata atau seragam, dinotasikan dengan *q*, dan besarnya dinyatakan dalam satuan gaya per satuan panjang yaitu Newton per meter (N/m), atau beban bervariasi seragam. Disamping itu balok juga dapat dibebani dengan kopel atau momen, dinotasikan dengan *M*, besarnya dinyatakan dalam satuan Newton meter (Nm).



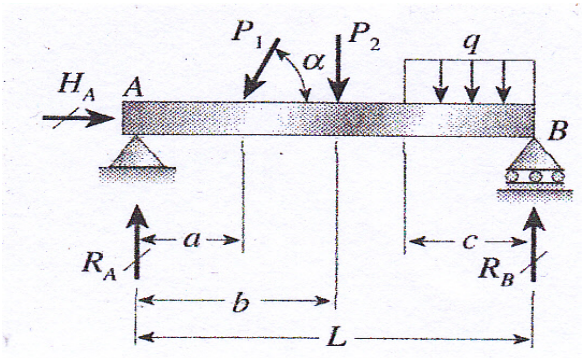
Gambar 3.1 Balok Dibebani Gaya Lateral

Balok merupakan elemen struktur yang mengalami beban lateral, yaitu gaya-gaya atau momen bekerja dalam arah tegak lurus sumbu batang. Jika semua beban bekerja di bidang yang sama, dan jika semua defleksi (yang ditunjukkan dengan garis putus-putus) terjadi di bidang tersebut, maka bidang tersebut disebut **bidang lentur.**

Besarnya beban yang bekerja di balok menentukan besaran-besaran gaya geser dan momen yang terjadi. Mencari gaya geser dan momen lentur

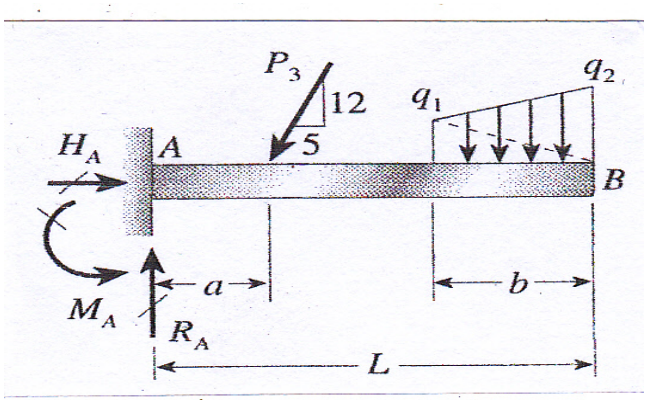
merupakan langkah penting dalam mendisain suatu balok. Gaya geser dan momen lentur yang terjadi di balok perlu diketahui nilai maksimum dan variasi besaran-besaran tersebut di sepanjang sumbu balok. Apabila gaya geser dan momen lentur telah diketahui, maka dapat ditentukan tegangan, regangan, dan defleksi yang terjadi pada balok.

Mencari reaksi merupakan merupakan langkah pertama dalam analisis suatu balok. Apabila reaksi telah diketahui, gaya geser dan momen lentur dapat diperoleh. Jika sutau balok ditumpu dengan secara statis tertentu, maka semua reaksi dapat diperoleh dari diagram benda bebas dan persamaan keseimbangan. Pengecekan hasil reaksi yang diperoleh apakah sudah benar, yaitu dengan menggunakan persamaan keseimbangan dalam arah vertikal.



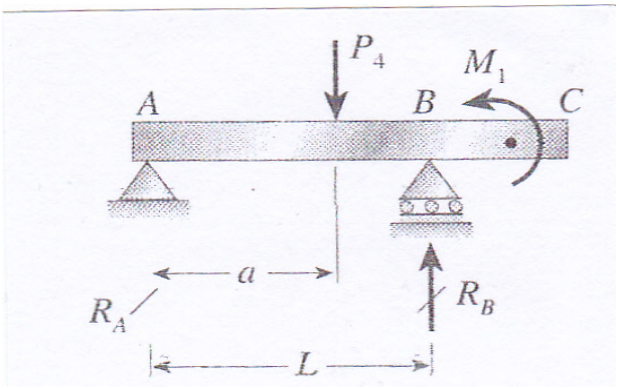
Gambar 3.2 Beban dan Reaksi Pada Balok Sederhana

Suatu balok dengan tumpuan sendi di satu ujung dan tumpuan rol di ujung lainnya disebut **balok sederhana *(simple beam*).** Di ujung *A* dari balok, **tumpuan sendi** tidak dapat bergerak dalam arah horisontal atau vertikal tetapi sumbu batang dapat berotasi dalam bidang gambar. Karena itu, tumpuan sendi dapat memberikan reaksi berupa gaya dengan komponen horisontal dan vertikal *(H_A* dan R_A), tetapi tidak dapat memberikan reaksi momen. Di ujung *B* dari balok, **tumpuan rol** mencegah translasi dalam arah vertikal tetapi tidak dalam arah horisontal, sehingga tumpuan rol dapat menahan gaya vertikal (R_B) tetapi tidak gaya horisontal.



Gambar 3.3 Beban dan Reaksi Pada Balok Kantilever

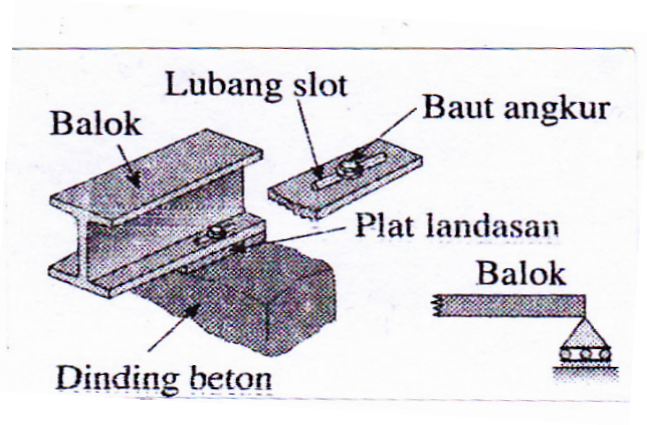
Balok yang dijepi di salah satu ujung dan bebas di ujung lainnya, disebut balok **kantilever (*cantilever beam*). Di tumpuan jepit** balok tidak dapat bertranslasi maupun berotasi, sedangkan di **ujung bebas** balok tersebut dapat bertranslasi dan berotasi. Dengan demikian, di tumpuan jepit ada reaksi dan momen.



Gambar 3.4 Beban dan Reaksi Pada Balok Gantung

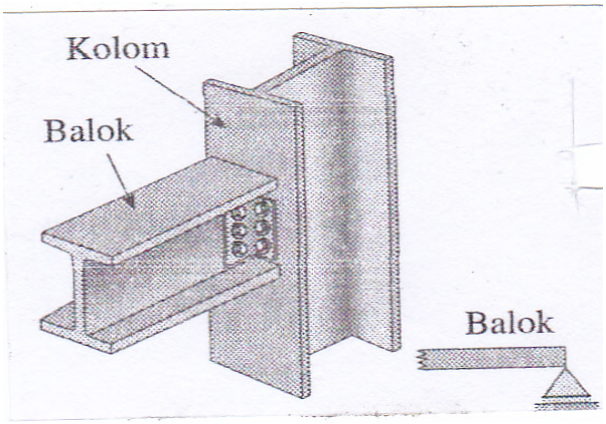
Balok gantung adalah balok dengan *overhang* (bagian overstek), yang ditumpu sederhana di titik *A* dan *B* (**tumpuan sendi** di *A* dan **tumpuan rol** di *B*), tetapi ada bagian yang menerus (***overstek***). Di tumpuan *B*. Bagian overstek ini mirip dengan balok kantilever, tetapi dalam hal inisumbu balok dapat berotasi di titik *B*.

3.2 Tipe Perletakan



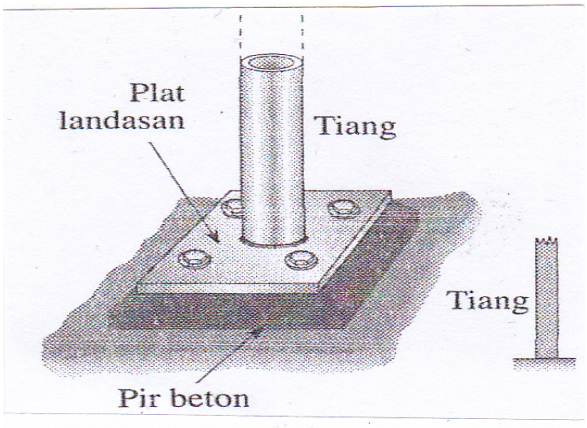
Gambar 3.5 Konstruksi Aktual dan Representasi Tumpuan Rol

Sebuah balok sayap lebar yang ditumpu oleh dinding beton dan titahan oleh baut angkur yang menembus lubang slot di flens bawah balok. Konstruksi ini menahan balok terhadap gerakan vertikal (ke atas atau ke bawah) tetapi tidak mencegah gerakan horisontal. Tumpuan ini direpresentasikan sebagai rol.



Gambar 3.6 Konstruksi Aktual dan Representasi Tumpuan Sendi

Sambungan balok ke kolom, dimana balok terpasang di flens kolom dengan menggunakan siku yang dibaut. Konstruksi menahan balok terhadap gerakan horisontal dan vertikal, tetapi tidak menahan rotasi. Tumpuan ini direpresentasikan sebagai sendi.

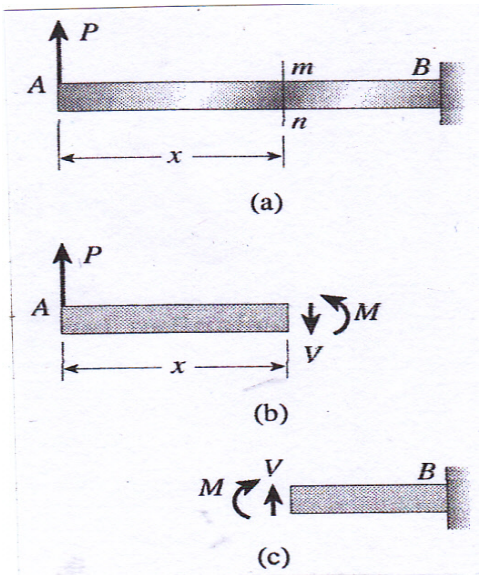


Gambar 3.7 Konstruksi Aktual dan Representasi Tumpuan Jepit

Tiang metal yang dilas ke plat landasan yang diangkur ke pir beton yang tertahan di tanah. Dasar dari tiang dikekang penuh terhadap translasi dan rotasi. Tumpuan ini direpresentasikan sebagai jepit.

3.3 Diagram Gaya Geser dan Momen Lentur

Pada saat suatu balok dibebani oleh gaya atau kopel, tegangan dan regangan akan terjadi di seluruh bagian interior balok. Untuk menentukan besarnya tegangan dan regangan, harus ditentukan gaya internal dan kopel internal yang bekerja pada balok



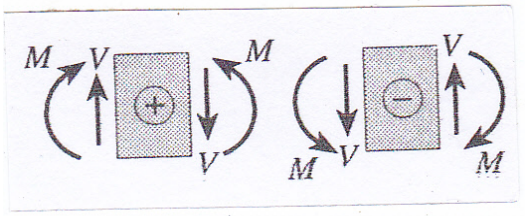
Gambar 3.8 Gaya Geser dan Momen Lentur Pada Balok

Balok dipotong melintang *mn* yang terletak pada jarak *x* dari ujung bebas. Resultan dari tegangan yang bekerja di penampang adalah **gaya geser *V*** dan **momen lentur *M***. Beban *P* beban berarah transversal terhadap sumbu balok, maka tidak ada gaya aksial pada penampang. Gaya geser dan momen lentur dihitung dari persamaan keseimbangan :

$$\Sigma V = 0 \rightarrow P - V = 0 \rightarrow V = P \qquad \text{..... (3.1a)}$$

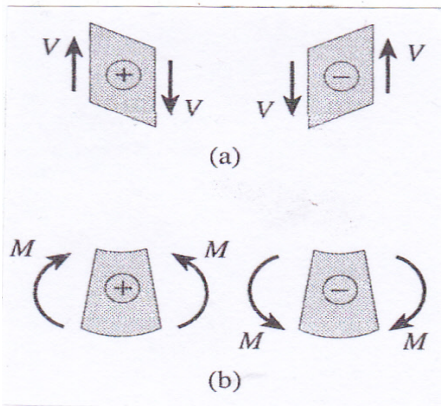
$$\Sigma M = 0 \rightarrow M - P.x = 0 \rightarrow M = P.x \qquad \text{..... (3.1b)}$$

Gaya dan momen bekerja pada elemen balok yang dipotong antara dua penampang yang jaraknya berdekatan satu sama lain. Pada balok, gaya geser positif bekerja searah jarum jam terhadap bahan dan gaya geser negatif bekerja berlawanan jarum jam terhadap bahan. Momen lentur positif menekan bagian atas balok dan momen lentur negatif menekan bagian bawah balok.

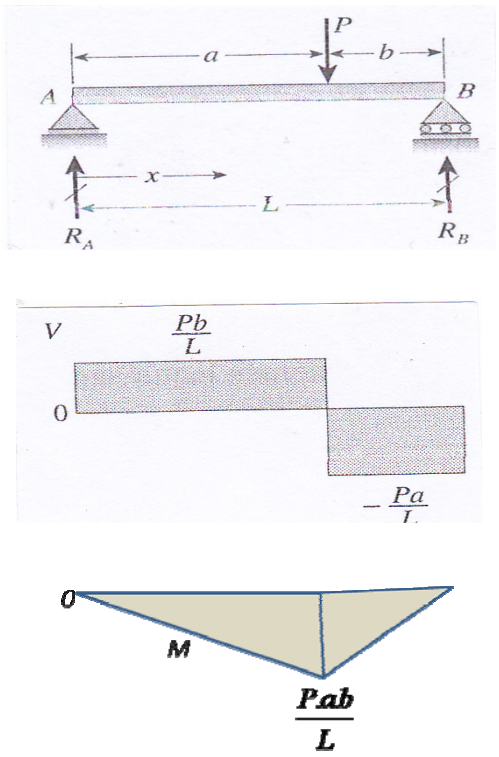


Gambar 3.9 Perjanjian Tanda Untuk Gaya Geser dan Momen Lentur

Gaya geser positif cendrung mengubah bentuk elemen dengan muka kanan bergerak ke bawah relatif terhadap muka kiri .Momen lentur positif menekan (dan memperpendek) bagian atas dan menarik bagian bawah balok.



Gambar 3.10 Deformasi Akibat Gaya Geser dan Momen Lentur



Gambar 3.11 Diagram Gaya Geser dan Momen Lentur Beban Terpusat

Reaksi perletakan dan gaya-gaya dalam (gaya geser dan momen lentur) :

$$R_A = \frac{Pb}{L}; R_B = \frac{Pa}{L} \quad \text{..... (3.2a)}$$

$$V = R_A = \frac{Pb}{L} \rightarrow (0 < x < a) \quad \text{..... (3.2b)}$$

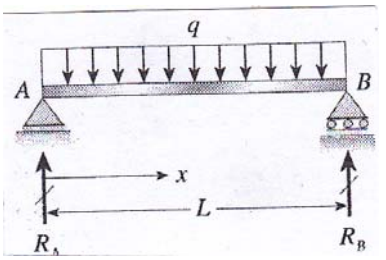
$$M = R_A x = \frac{Pbx}{L} \quad \text{..... (3.2c)}$$

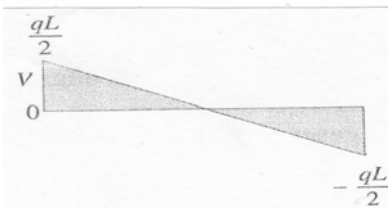
$$V = R_A - P = \frac{Pb}{L} - P = \frac{Pa}{L} \rightarrow (a < x < L) \quad \text{..... (3.2d)}$$

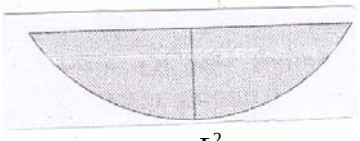
$$M = R_A x - P(x-a) = \frac{Pbx}{L} - P(x-a) \quad \text{..... (3.2e)}$$

$$M = \frac{Pa}{L}(L-x) \quad \text{..... (3.2f)}$$

$$M_{maks} = \frac{Pab}{L} \quad \text{..... (3.2g)}$$







Gambar 3.12 Diagram Gaya Geser dan Momen Lentur Beban Terbagi Rata

Reaksi perletakan dan gaya-gaya dalam (gaya geser dan momen lentur) :

$$R_A = R_B = \frac{q.L}{2} \quad \text{..... (3.3a)}$$

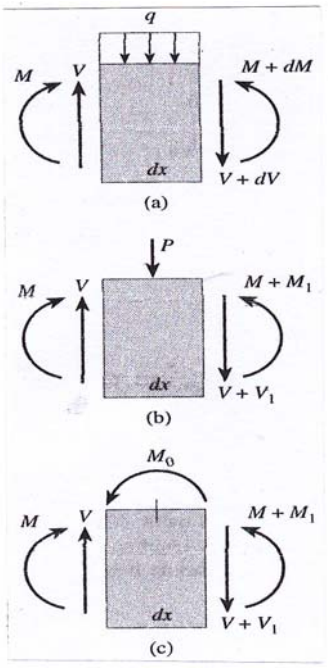
$$V = R_A - qx = \frac{qL}{2} - qx \rightarrow (0 < x < L) \quad \text{..... (3.3b)}$$

$$M = R_A x - qx = \frac{qL}{2} - qx \quad \text{..... (3.3c)}$$

$$M_{maks} = \frac{qL^2}{8} \quad \text{..... (3.3d)}$$

3.4 Hubungan Antara Intensitas Beban, Gaya Geser dan Momen Lentur

Hubungan penting antara beban, gaya geser, dan momen lentur di balok, berguna dalam menyelidiki gaya geser dan momen lentur di seuruh panjang balok dan khususnya berguna dalam membuat diagram gaya geser dan momen lentur.



Gambar 3.13 Hubungan Antara Beban, Gaya Geser dan Momen Lentur

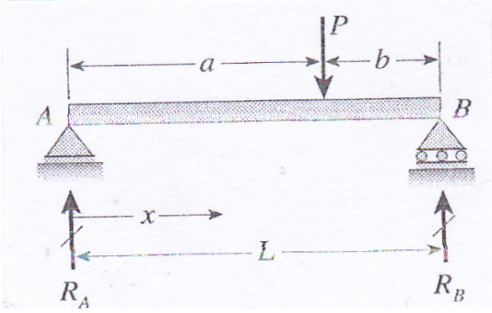
Suatu elemen balok yang dipotong antara dua penampang yang terletak sejauh *dx* satu sama lain. Beban terbagi rata dan beban terpusat positif apabila bekerja ke bawah di balok dan negatif jika bekerja ke atas. Kopel yang bekerjaa sebagai beban di balok adalah positif jika berlawanan arah jarum jam dan negatif jika searah jarum jam. Gaya geser dan momen lentur yang bekerja di sisi-sisi elemen ditunjukkan dalam arah positif. Pada umumnya, gaya geser dan momen lentur bervariasi disepanjang sumbu balok.

Untuk beban terbagi rata, pertambahan *V* dan *M* kecil sekali, sehingga ditulis sebagai *dV* dan *dM*. Resultan tegangan di muka kanan adalah $V + dV$ dan $M + dM$. Untuk beban terpusat atau kopel, pertambahan *V* dan *M* mungkin terhingga, sehingga diberi notasi V_1 dan M_1 Resultan tegangan di muka kanan adalah $V + V_1$ dan $M + M_1$

Untuk setiap jenis pembebanan, ditulis dua persamaan keseimbangan untuk elemen – satu untuk persamaan keseimbangan gaya dalam arah vertikal dan satu persamaan keseimbangan momen. Persamaan pertama memberikan hubungan antara beban dan gaya geser, dan persamaan kedua memberikan hubungan antara gaya geser dan momen lentur.

3.5 Contoh-Contoh Soal dan Pembahasan

Soal 1. Hitung dan gambarkan diagram gaya geser dan momen lentur balok sederhana yang dibebani beban terpusat.



P = 3 kN
a = 4 m
b = 2 m
L = 6 m

Penyelesaian :

Reaksi perletakan dan gaya-gaya dalam :

$$R_A = \frac{3.2}{6} = 1.kN$$

$$R_B = \frac{3.4}{6} = 2.kN$$

$(0 < x < 4m)$

$x = 0 \rightarrow V = 1.kN; M = 1.0 = 0$

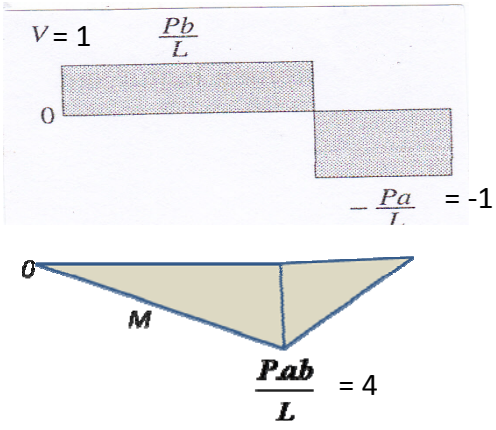
$x = 4m \rightarrow V = 1.kN; M = 1.4 = 4.kNm$

$(4m < x < 6m)$

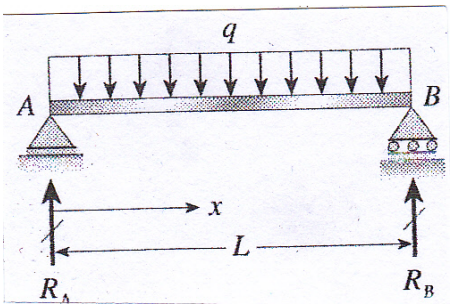
$x = 4m \rightarrow V = 1.kN; M = 1.4 - 3(4-4) = 4.kNm$

$x = 6m \rightarrow V = 1.kN; M = 1.6 - 3(6-4) = 0$

Diagram gaya geser dan momen :



Soal 2. Hitung dan gambarkan diagram gaya geser dan momen lentur balok sederhana yang dibebani beban terbagi rata.



q = 2 kN
L = 6 m

Penyelesaian :

Reaksi perletakan dan gaya-gaya dalam :

$$R_A = \frac{2,6}{2} = 6kN$$

$$R_B = \frac{2.6}{2} = 6.kN$$

$(0 < x < 6m)$

$x = 0 \rightarrow V = 6.kN; M = 6.0 = 0$

$x = 6m \rightarrow V = 6 - 2.6 = -6.kN; M = 6.3 - 2.1,5.6.4 = 0.kNm$

$M_{mak} = \frac{1}{8}.2.6^2 = 9.kNm$

Diagram gaya geser dan momen :

