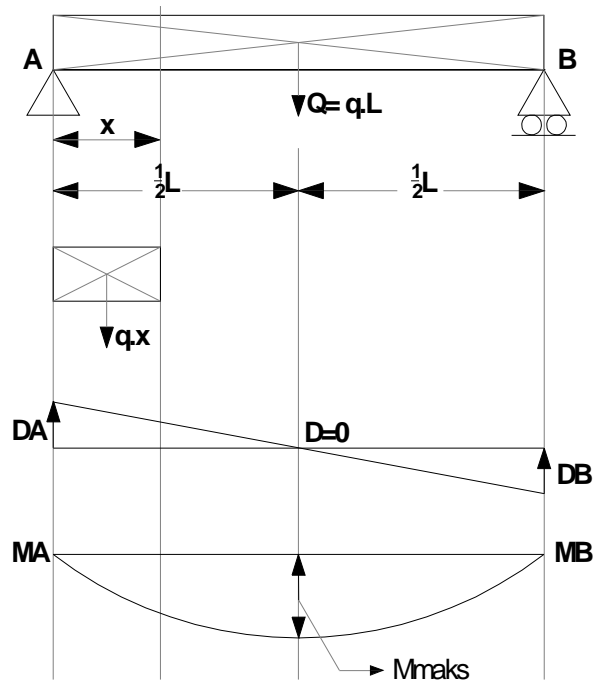


A. KBS dengan beban merata dan KBS dengan beban kombinasi

Untuk menghitung dan menggambar bidang BMD dan bidang SFD pada pembebanan merata, dapat dilakukan dengan metode Grafis dan analitis. Pada cara grafis, beban merata ditransfer menjadi beban terpusat. Dengan adanya transfer beban ini, Gambar bidang M dan bidang N akan sedikit berbeda apabila dihitung tanpa transfer beban. Perbedaan ini tergantung pada transfer bebanya, semakin kecil elemen beban yang ditransfer menjadi beban merata, maka hasilnya akan semakin teliti (mendekati sebenarnya). Dengan kata lain, cara grafis kurang teliti bila dibandingkan dengan cara analitis. Oleh karena itu, dalam pembahasan kali ini tidak dijelaskan cara menghitung dan menggambar secara grafis.



Gambar 51. *Simple beam* dengan beban merata

Pada Gambar 51 di atas, apabila dihitung dengan menggunakan cara analitis, maka akan mendapatkan nilai maksimum dengan bentuk kurva parabolik, disebabkan adanya beban merata pada struktur balok tersebut.

Berikut disajikan tata cara perhitungan analitis dengan referensi Gambar XXX di atas.

1. Menghitung Reaksi perletakan R_A dan R_B

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L$$

2. Menghitung SFD (*Shear forces diagram*)

Gaya Lintang

$$Dx = RA - q \cdot x$$

$$= \frac{1}{2} \cdot q \cdot L - q \cdot x$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot L \text{ maka } Dx = 0$$

$$Mx = RA \cdot x - qx \cdot \frac{1}{2} \cdot x$$

$$Mx = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l \cdot x - \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot l \text{ maka } Mx = M_{maks}$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l \cdot \frac{1}{2} \cdot l - \frac{1}{2} \cdot q \cdot (\frac{1}{2} \cdot l)^2$$

$$M_{max} = 1/8 \cdot q \cdot l^2$$

3. Menghitung BMD (*Bending Momen diagram*)

Dengan Persamaan Diferensial di dapatkan hasil sebagai berikut:

$$Dx = - \int qx \cdot dx \rightarrow Dx = - qx + C_1$$

$$x = 0 \rightarrow Dx = DA = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l$$

$$\text{Jadi, } C_1 = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l; \text{ Sehingga } Dx = - qx + \frac{1}{2} \cdot q \cdot l$$

$$Dx = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l - qx \rightarrow Dx = q \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot l - x \right)$$

$$Mx = \int Dx \cdot dx \rightarrow Mx = \int q \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot l - x \right) \cdot dx \rightarrow Mx = q \cdot \left[\int \frac{1}{2} \cdot l \cdot dx - \int x \cdot dx \right]$$

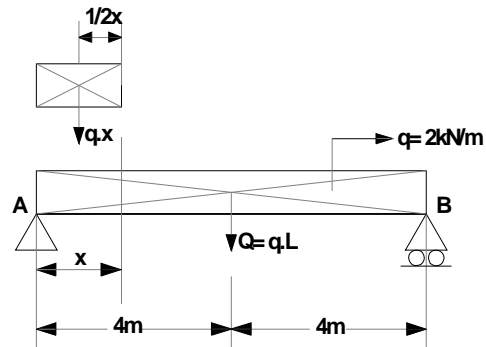
$$Mx = q \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot l \cdot x - \frac{1}{2} \cdot x^2 \right] + C_2 \rightarrow Mx = 0; \text{ Maka } H \text{ arg a } C_2 = 0$$

$$M_{maks} = \text{Jika } \frac{dM_x}{dx} = Dx = 0 \rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot l$$

$$M_{maks} = q \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot l \cdot \frac{1}{2} \cdot l - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot l \right)^2 \right] \rightarrow M_{maks} = 1/8 \cdot q \cdot l^2$$

B. Contoh soal Balok sederhana

1. Balok sederhana dengan Beban merata



Gambar 52. Beban merata pada tumpuan sederhana

a. Mencari Reaksi Tumpuan

$$M_B = 0$$

$$A_v \cdot L - (q \cdot L) \cdot 0,5 L = 0$$

$$A_v = 0,5 \cdot q \cdot L$$

$$A_v = 0,5 \cdot 2 \cdot 8 = 8 \text{ kN}$$

Karena Simetri, maka $B_v = A_v = 8 \text{ kN}$

b. Mencari Persamaan *Shear Forces Diagram* (SFD)

Tinjau pada titik X dg Jarak $-x-$ m dari A

$$D_x = A_v - q \cdot x$$

$$\text{Untuk } x = 0; \quad D_v = D_A = A_v - 0 = 8 \text{ kN}$$

$$\text{Untuk } x = 4; \quad D_v = D_c = A_v - q \cdot 4 = 8 - 2 \cdot 4 = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Untuk } x = 8; \quad D_v = D_b = A_v - q \cdot 8 = 8 - 2 \cdot 8 = -8 \text{ kN}$$

c. Mencari Persamaan Garis Bending Momen Diagram (BMD)

$$M_x = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L \cdot x - \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2$$

$$x = 0; \quad M_x = M_A = 0$$

$$x = 4; \quad M_x = M_c = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 8 \cdot 4 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4^2 = 32 - 16 = 16 \text{ kNm}$$

$$x = 8; \quad M_x = M_B = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 8 \cdot 8 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 8^2 = 0 \text{ kNm}$$

Hubungan BMD dan SFD

$M_x = A_v \cdot x - \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2$ didiferensialkan :

$$\frac{dM_x}{d_x} = A_v - q \cdot x \rightarrow \frac{dM_x}{d_x} = D_x$$

Momen Ekstrem

Terjadi Pada $Dx = 0$ atau $\frac{dM_x}{dx} = 0$

$$\text{Jadi, } 0 = A_v - q \cdot x \rightarrow x = \frac{A_v}{q} = \frac{1/2 \cdot q \cdot L}{q} = 1/2 \cdot L$$

Jadi, momen maksimum terjadi pada jarak $1/2L$ dari A

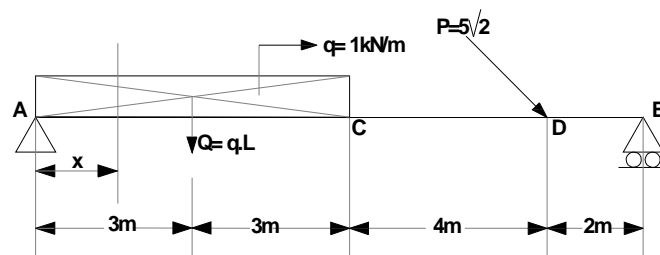
Momen Maksimum

$$M_{\text{maks}} = A_v \cdot x - \frac{1}{2} \cdot q \cdot L \cdot \frac{1}{2} \cdot L - \frac{1}{2} \cdot q \cdot \left(\frac{1}{2}L\right)^2$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{2 \cdot 8^2}{8} = 16 \text{ kNm}$$

2. Konstruksi balok sederhana dengan beban kombinasi



Gambar 53. Konstruksi balok sederhana dengan beban kombinasi

a. Reaksi Tumpuan

$$M_B = 0;$$

$$A_v \cdot L - q \cdot a \left(\frac{1}{2} \cdot a + b + c\right) - P \cdot \sin \theta \cdot c = 0$$

$$A_v \cdot 12 - 1.6 \left(\frac{1}{2} \cdot 6 + 4 + 2\right) - 5 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2.2 = 0$$

$$A_v = \frac{6 \cdot 9 + 5 \cdot 2}{12} = \frac{54 + 10}{12} = 5,33 \text{ kN}$$

$$GV = 0;$$

$$A_v + B_v - q \cdot a - P \cdot \sin \theta = 0$$

$$5,33 + B_v - 1.6 - 5 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 = 0$$

$$B_v = 6 + 5 - 5,33 = 5,67 \text{ kN}$$

$$GH = 0;$$

$$A_h + P \cdot \cos \theta = 0$$

b. Shear Force Diagram (SFD)

$$D_A = A_V = 5,33 \text{ kN}$$

$$D_C = A_V - q \cdot a = 5,33 - 1 \cdot 6 = -0,67 \text{ kN}$$

$$D_{D\text{kiri}} = D_C = -0,67 \text{ kN}$$

$$D_{D\text{kanan}} = A_V - q \cdot a - P \cdot \sin = 5,33 - 6 - 5 = -5,67 \text{ kN}$$

c. Bending Momen Diagram (BMD)

$$M_A = 0, M_B = 0$$

$$M_C = A_V \cdot a - q \cdot a \cdot \frac{1}{2} \cdot a = 5,33 \cdot 6 - 1 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 6 = 31,98 - 18 = 14 \text{ kNm}$$

$$M_D = B_V \cdot C = 5,67 \cdot 2 = 11,34 \text{ kNm}$$

Momen Ekstrem Pada D = 0

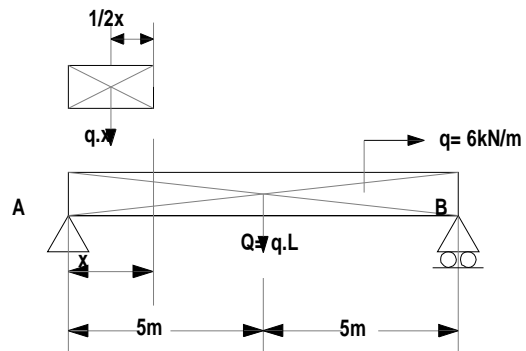
$$D_x = A_V - q \cdot x$$

$$0 = 5,33 - 1 \cdot x \text{-----} \text{-----} x = 5,33 \text{m}$$

$$M_{\text{maks}} = A_V \cdot x - q \cdot x \cdot \frac{1}{2} \cdot x$$

$$M_{\text{maks}} = 5,33 \cdot 5,33 - 1 \cdot 5,33 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,33 = 14,20 \text{ kNm}$$

Latihan Soal Balok sederhana dengan Beban merata



Hitunglah nilai :

1. Reaksi perletakan A dan B
2. Momen maksimum
3. Gaya Lintang