

STATIS TAK TENTU FORCE METHOD (FRAME)

ANALISIS STRUKTUR – TSI204 (3 sks)

Pertemuan 10



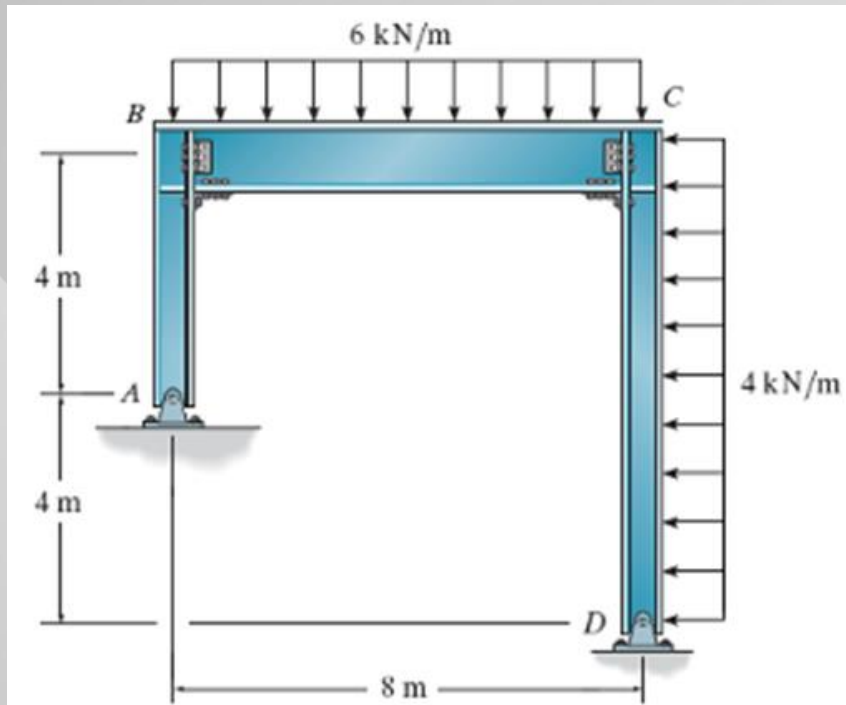
Analisis Portal Statis Tak Tentu

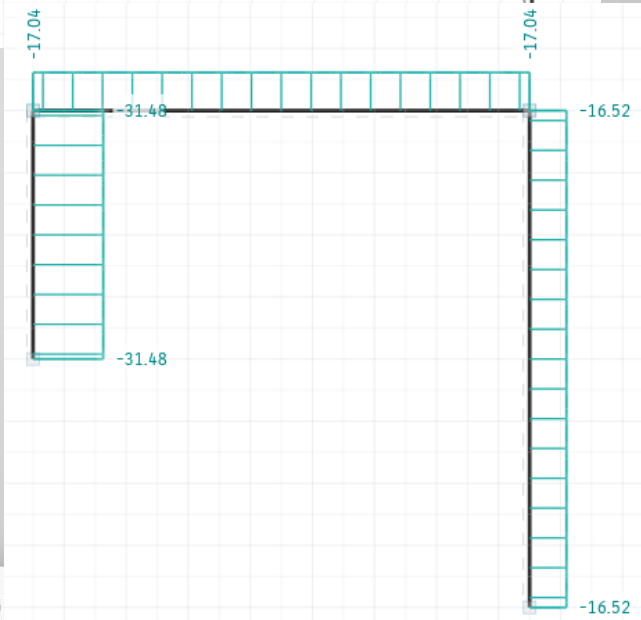
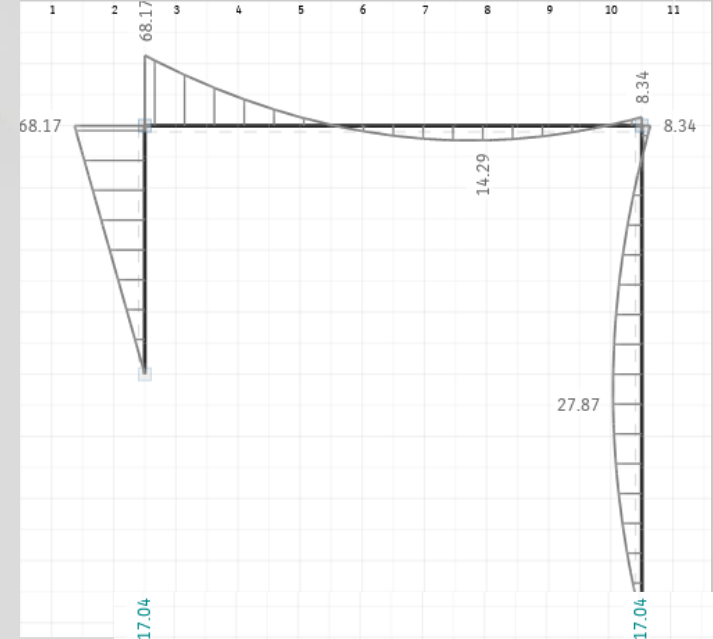
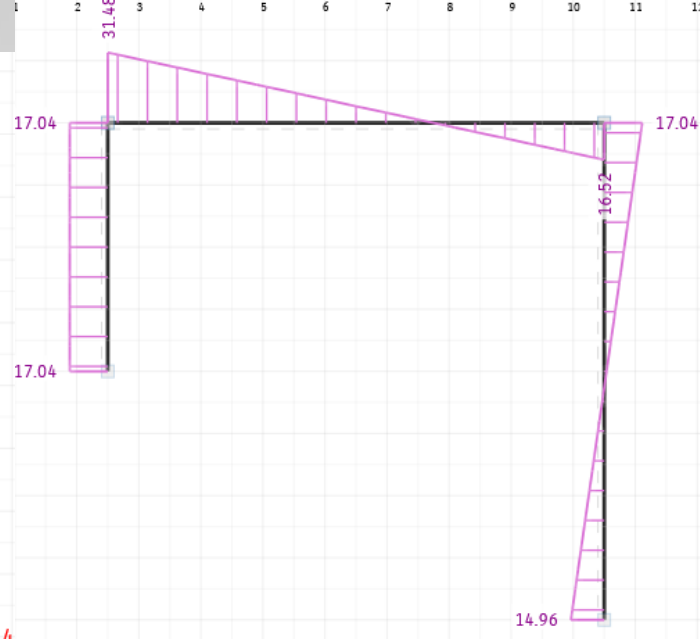
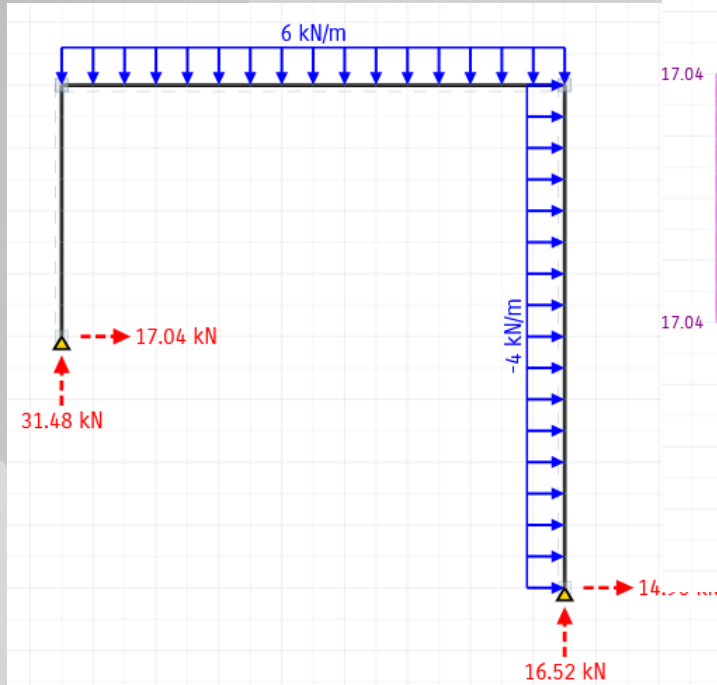
- Metode gaya dapat pula dipergunakan untuk keperluan analisis struktur portal bidang statis tak tertentu yang memiliki satu tingkat saja atau juga portal dengan bentuk khusus seperti portal gable yang banyak dipakai pada struktur gudang baja.



- Struktur portal bidang lain yang memiliki lebih dari satu lantai atau memiliki derajat ketidaktentuan yang tinggi, dapat diselesaikan secara lebih mudah dengan menggunakan metode persamaan *slope-deflection*, atau metode distribusi momen atau juga dengan menggunakan metode matriks

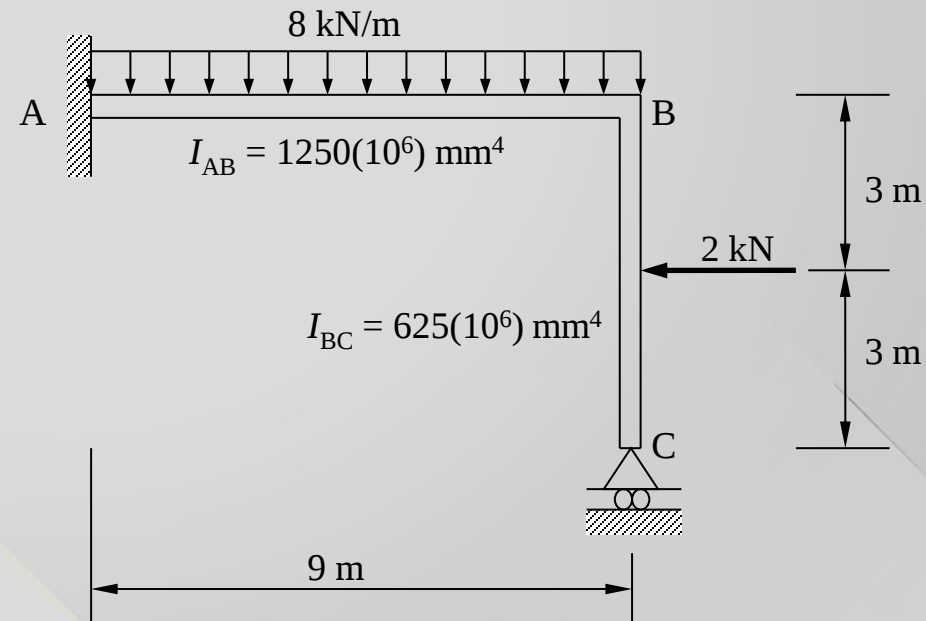
Determine the reactions at the supports, then draw the moment diagrams for each member. Assume A and D are pinned and the joint at B and C is fixed connected. EI is constant.





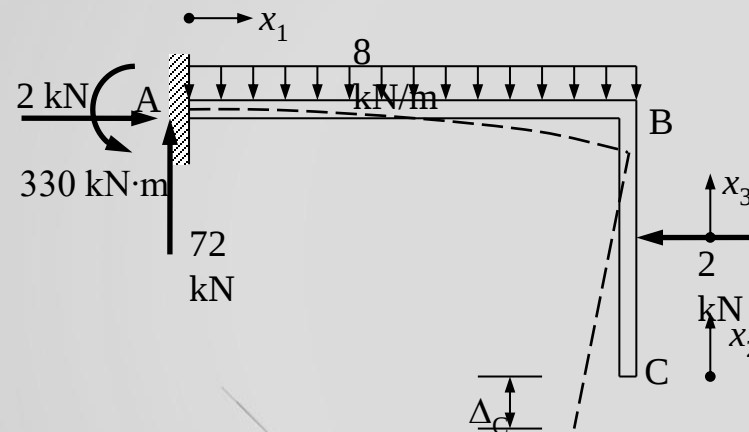
Contoh 8.4

- Hitunglah besarnya reaksi pada tumpuan A dan C dari suatu struktur portal bidang statis tak tentu yang ditunjukkan dalam Gambar 8.8.a berikut ini. Gunakan nilai $E = 200$ GPa.



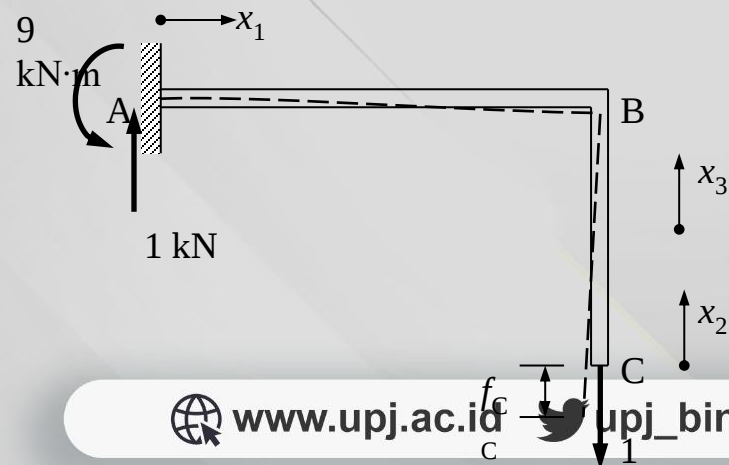
Contoh 8.4

Reaksi vertikal di titik C, V_C , akan dipilih sebagai reaksi redundan



$$\begin{aligned} M_1 &= -330 + 72x_1 - 4x_1^2 \\ M_2 &= 0 \\ M_3 &= -2x_3 \end{aligned}$$

$$0 = \Delta_C + V_C \cdot f_{CC}$$



$$\begin{aligned} m_1 &= x_1 - 9 \\ m_2 &= 0 \\ m_3 &= 0 \end{aligned}$$

Contoh 8.4

$$\begin{aligned}
 \Delta_C &= \int \frac{M_1 \cdot m_1}{EI_{AB}} dx_1 + \int \frac{M_2 \cdot m_2}{EI_{BC}} dx_2 + \int \frac{M_3 \cdot m_3}{EI_{BC}} dx_3 \\
 &= \int_0^9 \frac{(-330 + 72x_1 - 4x_1^2)(x_1 - 9)}{EI_{AB}} dx_1 = \int_0^9 \frac{-4x_1^3 + 108x_1^2 - 978x_1 + 2970}{EI_{AB}} dx_1 \\
 &= \left[\frac{-x_1^4 + 36x_1^3 - 489x_1^2 + 2970x_1}{EI_{AB}} \right]_0^9 = \frac{6804}{EI_{AB}} \\
 f_{CC} &= \int \frac{m_1 \cdot m_1}{EI_{AB}} dx_1 + \int \frac{m_2 \cdot m_2}{EI_{BC}} dx_2 + \int \frac{m_3 \cdot m_3}{EI_{BC}} dx_3 \\
 &= \int_0^9 \frac{(x_1 - 9)^2}{EI_{AB}} dx_1 = \int_0^9 \frac{x_1^2 - 18x_1 + 81}{EI_{AB}} dx_1 = \left[\frac{\frac{1}{3}x_1^3 - 9x_1^2 + 81x_1}{EI_{AB}} \right]_0^9 = \frac{243}{EI_{AB}}
 \end{aligned}$$

Substitusikan nilai Δ_C dan f_{CC} yang diperoleh, ke dalam persamaan kompatibilitas

$$0 = \Delta_C + V_C \cdot f_{CC} = \frac{6804}{EI_{AB}} + V_C \frac{243}{EI_{AB}}$$

Contoh 8.4

Diperoleh $V_C = 28 \text{ kN}$ ($\uparrow$).

Reaksi tumpuan yang lain :

$$\Sigma V = 0 \quad V_A + V_C - 72 = 0$$

$$V_A + 28 - 72 = 0$$

$$V_A = 44 \text{ kN} (\uparrow)$$

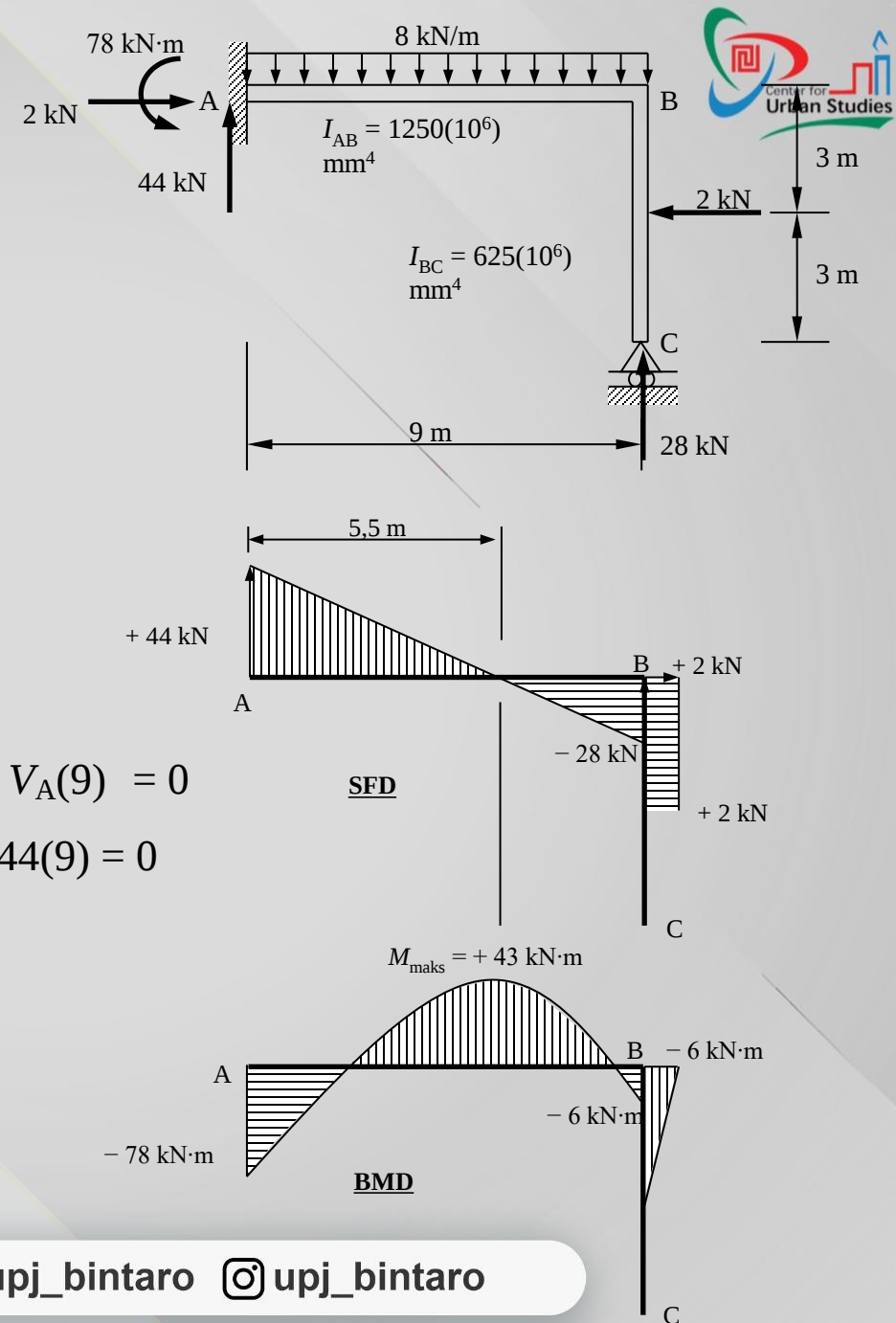
$$\Sigma H = 0 \quad H_A - 2 = 0$$

$$H_A = 2 \text{ kN} (\rightarrow)$$

$$\Sigma M_C = 0 \quad M_A + H_A(6) - 72(4,5) - 2(3) + V_A(9) = 0$$

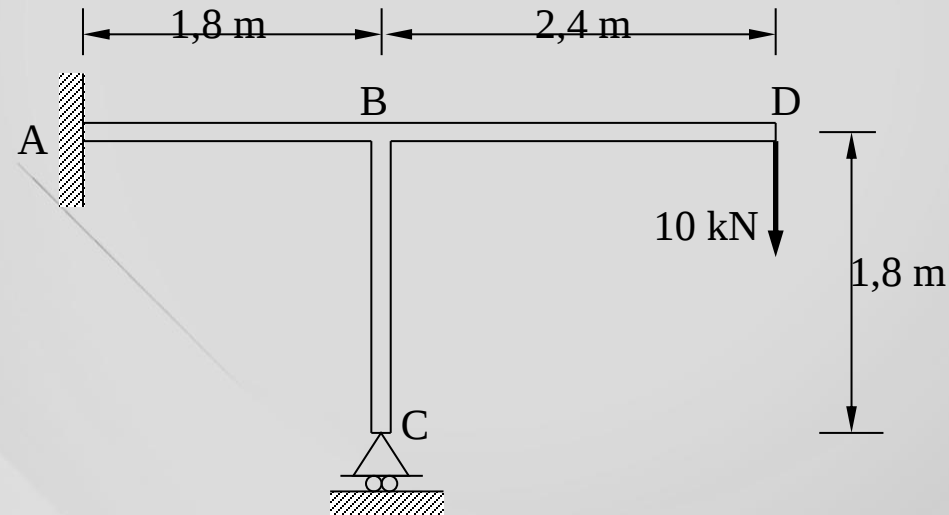
$$M_A + 2(6) - 324 - 6 + 44(9) = 0$$

$$M_A = -78 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

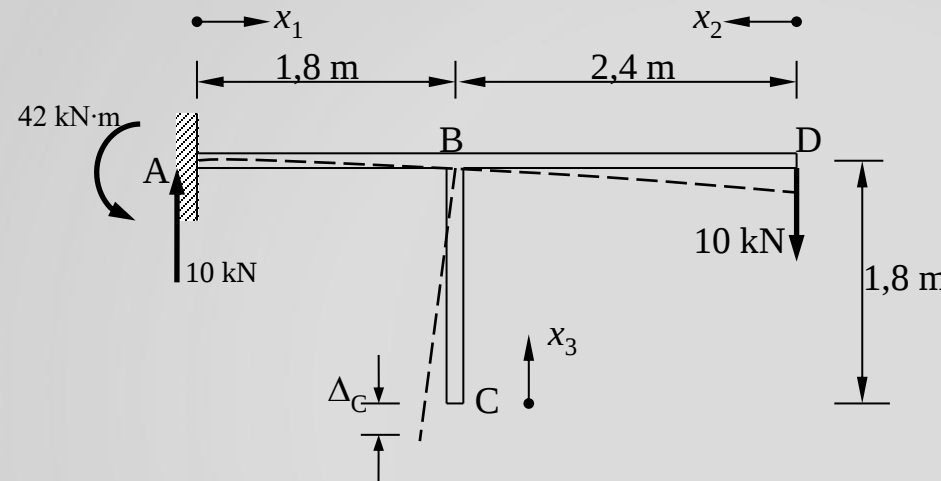


Contoh 8.5

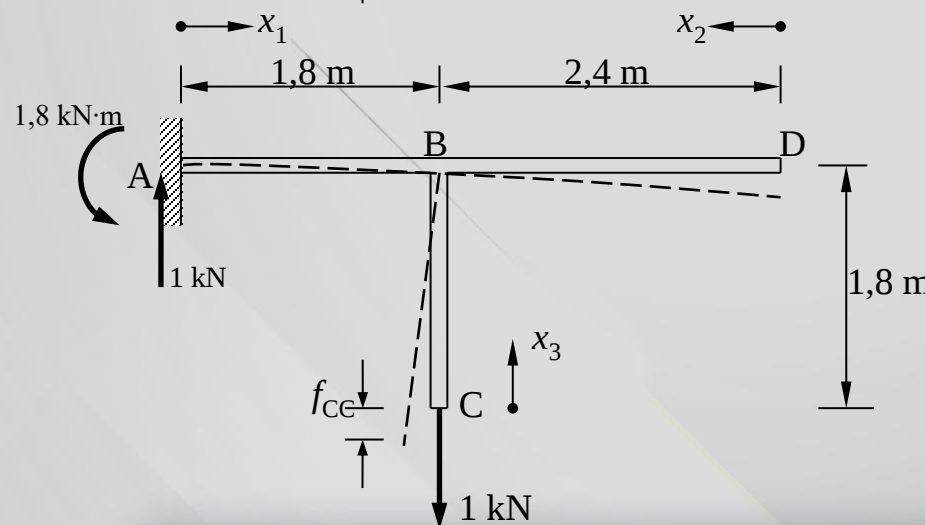
- Hitunglah reaksi pada tumpuan A dan C (Gambar 8.9.a) apabila diketahui bahwa tumpuan C mengalami perpindahan ke arah atas sebesar 4 mm. Untuk analisis dapat digunakan nilai $E = 200 \text{ GPa}$ dan $I = 240(10^6) \text{ mm}^4$.



Reaksi vertikal pada titik C sebagai reaksi redundan



$$\begin{aligned} M_1 &= -42 + 10x_1 \\ M_2 &= -10x_2 \\ M_3 &= 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} m_1 &= -1.8 + x_1 \\ m_2 &= 0 \\ m_3 &= 0 \end{aligned}$$

$$-0.004 = \Delta_C + V_C \cdot f_{CC}$$

Contoh 8.5

$$\begin{aligned}\Delta_C &= \int \frac{M_1 \cdot m_1}{EI} dx_1 + \int \frac{M_2 \cdot m_2}{EI} dx_2 + \int \frac{M_3 \cdot m_3}{EI} dx_3 \\ &= \int_0^{1,8} \frac{(-42 + 10x_1)(-1,8 + x_1)}{EI} dx_1 = \frac{1}{EI} \int_0^{1,8} 75,6 - 60x_1 + 10x_1^2 dx_1 \\ &= \frac{1}{EI} \left[75,6x_1 - 30x_1^2 + \frac{10}{3}x_1^3 \right]_0^{1,8} = \frac{58,32}{EI} \\ f_{CC} &= \int \frac{m_1 \cdot m_1}{EI} dx_1 + \int \frac{m_2 \cdot m_2}{EI} dx_2 + \int \frac{m_3 \cdot m_3}{EI} dx_3 \\ &= \int_0^{1,8} \frac{(-1,8 + x_1)^2}{EI} dx_1 = \frac{1}{EI} \int_0^{1,8} 3,24 - 3,6x_1 + x_1^2 dx_1 \\ &= \frac{1}{EI} \left[3,24x_1 - 1,8x_1^2 + \frac{1}{3}x_1^3 \right]_0^{1,8} = \frac{1,944}{EI}\end{aligned}$$

Substitusikan nilai Δ_C dan f_{CC} yang diperoleh serta nilai E dan I yang ada, ke dalam persamaan kompatibilitas, untuk mendapatkan nilai reaksi vertikal di titik C, yaitu V_C .

$$-0,004 = \Delta_C + V_C \cdot f_{CC}$$

$$-0,004 = \frac{58,32}{EI} + V_C \frac{1,944}{EI}$$

$$-0,004(200(10^6) \text{ kN/m}^2)(240(10^{-6}) \text{ m}^4) = 58,32 + 1,944 \cdot V_C$$

$$-192 = 58,32 + 1,944 \cdot V_C$$

$$V_C = -128,76 \text{ kN}$$

$$\text{Atau } V_C = \mathbf{128,76 \text{ kN} (\uparrow)}$$

Dari persamaan kesetimbangan :

$$\Sigma V = 0 \quad V_A + V_C - 10 = 0$$

$$V_A + 128,76 - 10 = 0$$

$$V_A = -118,76 \text{ kN}$$

$$\text{Atau } V_A = \mathbf{118,76 \text{ kN} (\downarrow)}$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad M_A - V_C(1,8) + 10(4,2) = 0$$

$$M_A - 128,76(1,8) + 42 = 0$$

$$M_A = \mathbf{189,77 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

