

LENDUTAN BALOK METODE UNIT LOAD (TRUSS)

ANALISIS STRUKTUR – TSI204 (3 sks)

Pertemuan 7

Metode Kerja Virtual Pada Balok Dan Portal Bidang

$$1 \cdot y = \int_0^L \frac{mM}{EI} dx \quad (6.30)$$

dengan

- 1 adalah beban virtual 1(satu) satuan yang diberikan pada titik yang hendak dihitung perpindahannya
- m adalah momen virtual internal akibat beban virtual 1(satu) satuan, dalam fungsi x
- y adalah perpindahan titik yang ditinjau akibat beban nyata
- M adalah momen internal akibat beban nyata, dalam fungsi x
- I adalah momen inersia penampang terhadap sumbu netral
- E adalah modulus elastisitas batang

Metode Kerja Virtual Pada Struktur Rangka Batang

- **Akibat Beban Eksternal**

$$1 \cdot y = \sum \frac{nNL}{AE}$$

dengan

- 1 adalah beban virtual 1(satu) satuan yang diberikan pada titik yang hendak dihitung perpindahannya
- n adalah gaya aksial/gaya batang virtual akibat beban virtual 1(satu) satuan
- y adalah perpindahan titik kumpul akibat beban nyata
- N adalah gaya aksial/gaya batang akibat beban nyata
- L adalah panjang batang
- A adalah penampang melintang batang
- E adalah modulus elastisitas batang



Metode Kerja Virtual Pada Struktur Rangka Batang

- **Akibat Temperatur**

$$1 \cdot y = \sum n \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

dengan

1 adalah beban virtual 1(satu) satuan yang diberikan pada titik yang hendak dihitung perpindahannya

n adalah gaya aksial/gaya batang virtual akibat beban virtual 1(satu) satuan

y adalah perpindahan titik kumpul akibat perubahan temperatur

α adalah koefisien muai panjang dari elemen batang

ΔT adalah perubahan temperatur

L adalah panjang batang

Metode Kerja Virtual Pada Struktur Rangka Batang

- **Akibat Kesalahan Fabrikasi dan Lawan Lendut**

$$1 \cdot y = \sum n \cdot \Delta L$$

dengan

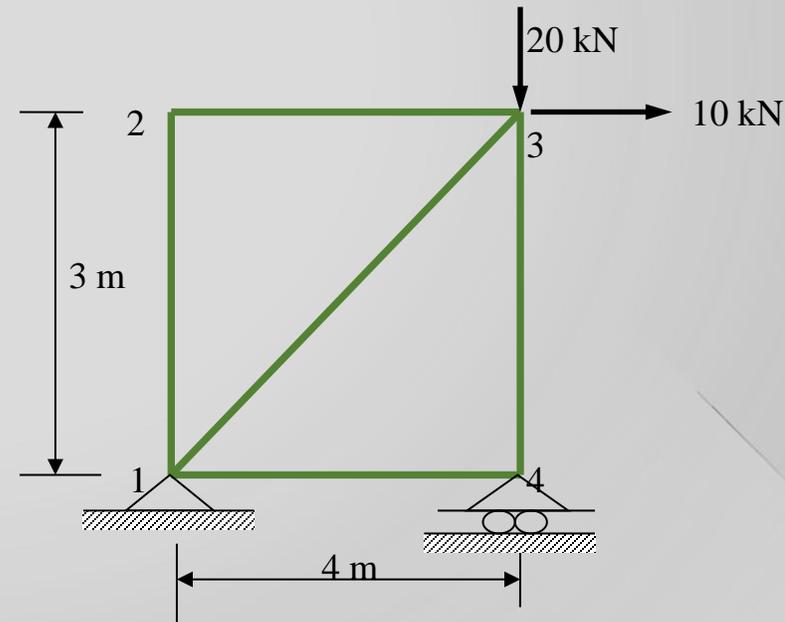
1 adalah beban virtual 1(satu) satuan yang diberikan pada titik yang hendak dihitung perpindahannya

n adalah gaya aksial/gaya batang virtual akibat beban virtual 1(satu) satuan

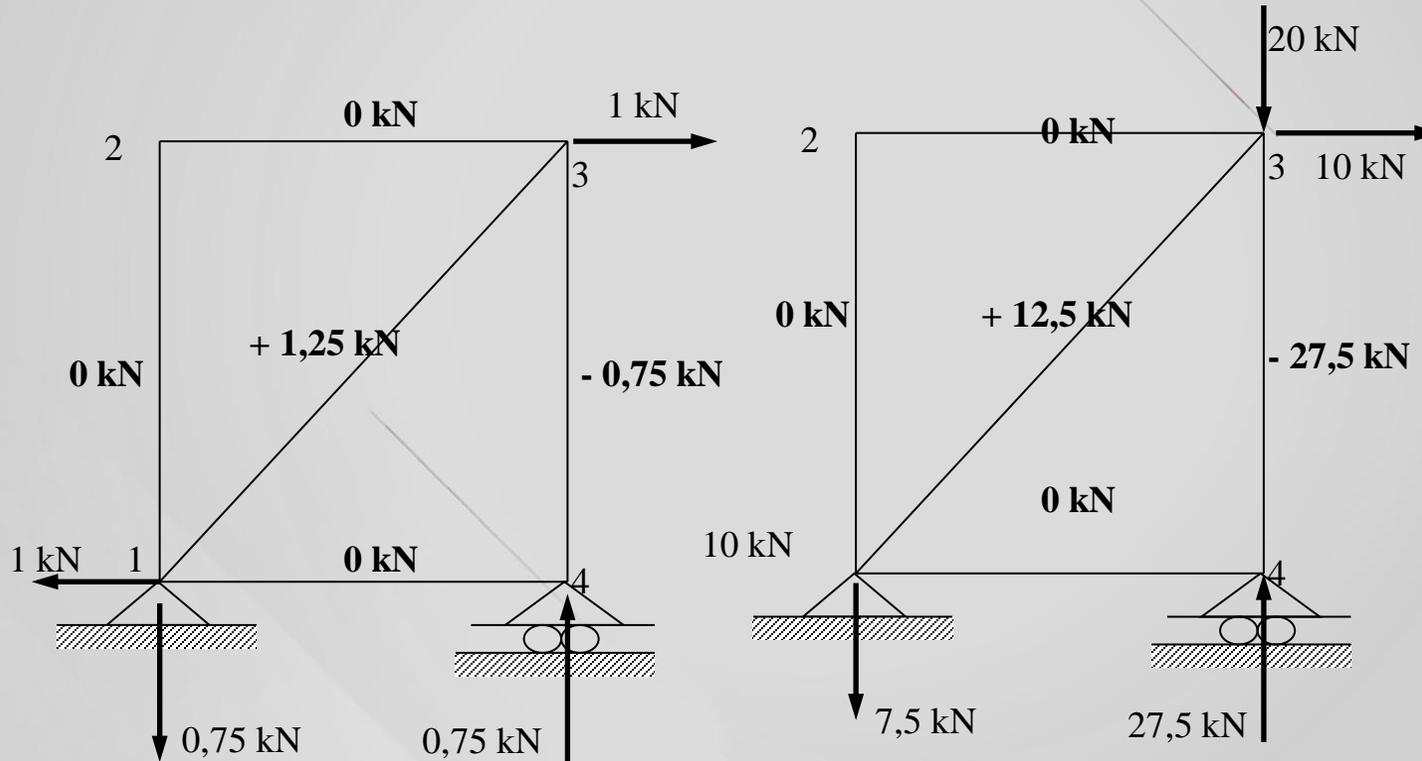
y adalah perpindahan titik kumpul akibat kesalahan fabrikasi

ΔL adalah perbedaan panjang batang akibat kesalahan fabrikasi

- Suatu struktur rangka batang statis tertentu dengan beban – beban seperti ditunjukkan dalam Gambar 6.13a. Asumsikan semua elemen batang memiliki luas penampang seragam 400 mm^2 dan Modulus Elastisitas material sebesar 200 GPa . Hitunglah :
 - Perpindahan vertikal/lendutan di titik 3
 - Perpindahan horizontal di titik 3



- Perpindahan horizontal di titik 3



"n" akibat beban virtual 1 satuan

"N" akibat beban nyata/real

- Perpindahan horizontal di titik 3

Tabel Perhitungan perpindahan horizontal

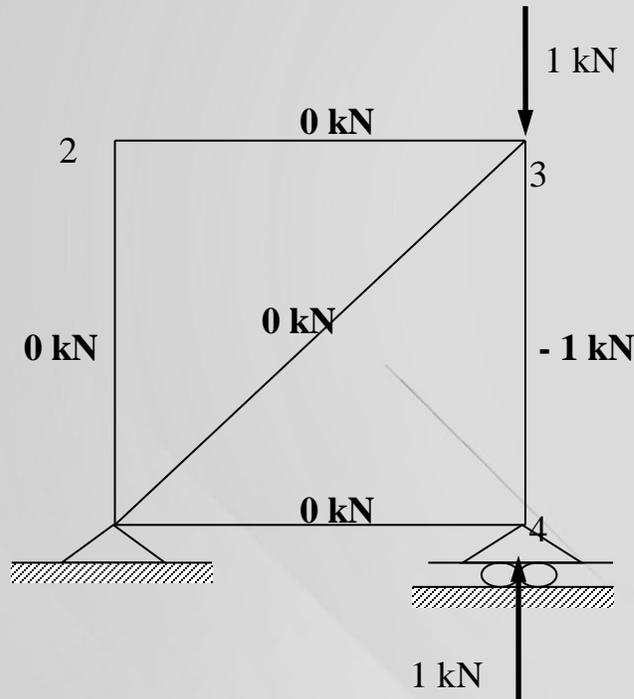
Batang	n (kN)	N (kN)	L (m)	nNL (kN ² .m)
1 - 2	0	0	3	0.00
2 - 3	0	0	4	0.00
3 - 4	-0.75	-27.5	3	61.88
1 - 4	0	0	4	0.00
1 - 3	1.25	12.5	5	78.13
			Σ	140.00

$$1 \text{ kN} \cdot y_{3h} = \sum \frac{nNL}{AE} = \frac{140}{AE} \text{ kN}^2 \cdot \text{m}$$

Substitusikan nilai luas penampang batang serta modulus elastisitas material maka akan diperoleh besar perpindahan horizontal di titik 3 :

$$y_{3h} = \frac{140}{(400 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2)(200 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2)} = 0,00175 \text{ m} = \mathbf{1,75 \text{ mm} (\rightarrow)}$$

- Perpindahan vertikal/lendutan di titik 3



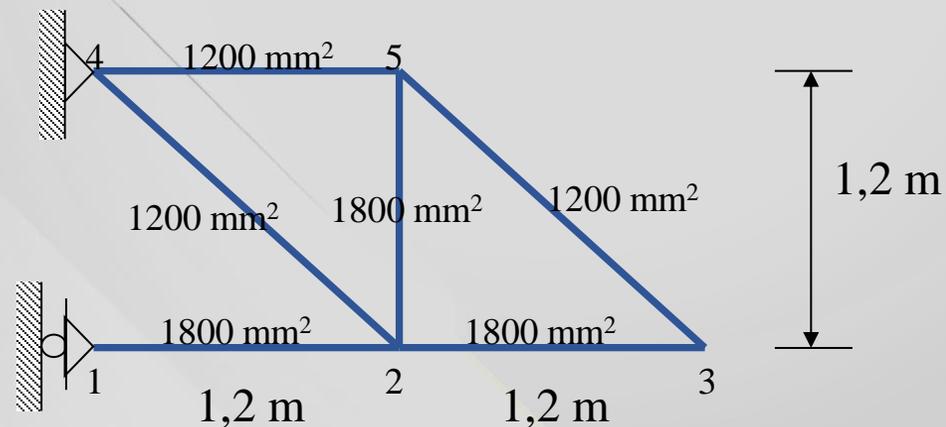
Tabel Perhitungan perpindahan vertikal

Batang	n (kN)	N (kN)	L (m)	nNL (kN ² .m)
1 - 2	0	0	3	0.00
2 - 3	0	0	4	0.00
3 - 4	-1	-27.5	3	82.50
1 - 4	0	0	4	0.00
1 - 3	0	12.5	5	0.00
			Σ	82.50

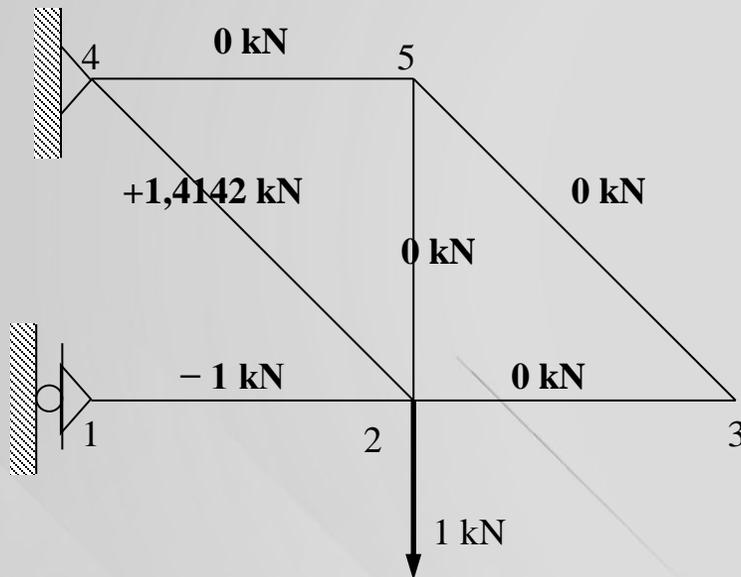
$$1 \text{ kN} \cdot y_{3v} = \sum \frac{nNL}{AE} = \frac{82,5}{AE} \text{ kN}^2 \cdot \text{m}$$

$$y_{3v} = \frac{82,5}{(400 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2)(200 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2)}$$

- Gunakan metode beban virtual untuk menghitung lendutan di titik 2, apabila batang 1-2 dan 2-3 mengalami kenaikan temperatur sebesar $\Delta T = 110^\circ\text{C}$. Batang 2-5 mengalami kesalahan fabrikasi dipotong terlalu panjang 19 mm. Ambil nilai $E = 200 \text{ GPa}$ dan $\alpha = 1,8 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.



Untuk menghitung lendutan di titik 2 akibat adanya kenaikan temperatur, maka dapat diberikan beban sebesar 1 kN di titik 2 dalam arah vertikal.



Dengan menggunakan persamaan 6.28 :

$$1 \cdot y = \sum n \cdot a \cdot \Delta T \cdot L$$

$$\begin{aligned} y_{2v} &= n_{1-2} \cdot a \cdot \Delta T \cdot L_{1-2} + n_{2-3} \cdot a \cdot \Delta T \cdot L_{2-3} \\ &= -1(1,8 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C})(110^\circ\text{C})(1,2 \text{ m}) + 0 \\ &= 237,6 \cdot 10^{-6} \text{ m} = \mathbf{0,2376 \text{ mm} (\uparrow)} \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk menghitung lendutan di titik 2 akibat kesalahan fabrikasi berupa pemotongan batang 2-4 yang terlalu panjang 19 mm, dapat digunakan persamaan 6.29 :

$$1 \cdot y = \sum n \cdot \Delta L$$

$$y_{2v} = n_{2-4} \cdot \Delta L_{2-4} = 1,4142(19 \text{ mm})$$

$$= \mathbf{26,87 \text{ mm} (\downarrow)}$$