

Mata Kuliah : Analisis Struktur
Kode : CIV - 209
SKS : 4 SKS

Deformasi Elastis Rangka Batang

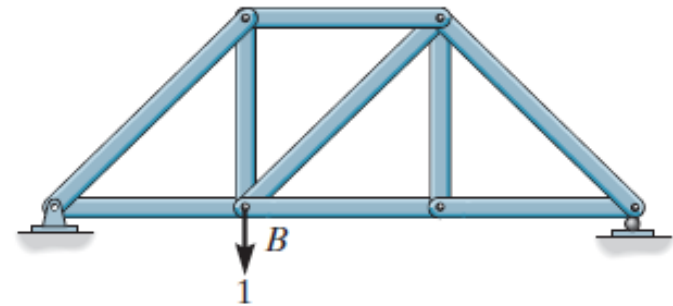
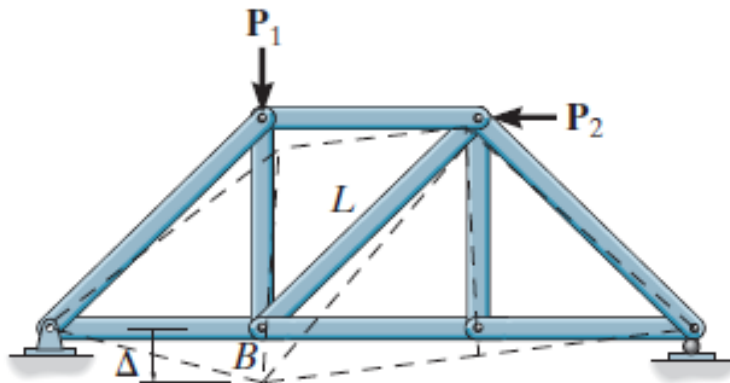
Pertemuan – 6, 7

- **Kemampuan Akhir yang Diharapkan**
 - Mahasiswa dapat menerapkan persamaan metode energi dalam perhitungan deformasi struktur rangka batang
- **Sub Pokok Bahasan :**
 - Pengertian Deformasi Struktur
 - Hubungan Gaya Aksial dan Deformasi
 - Penerapan Metode Energi

- Metode kerja Maya - Truss

Metode kerja maya dapat digunakan untuk mengetahui besarnya perpindahan titik/*joint* pada struktur rangka batang akibat pembebanan luar, perubahan temperatur maupun kesalahan fabrikasi.

Pembebanan Luar



Penggunaan Metode kerja maya untuk mengetahui perpindahan titik join akibat pembebanan luar :

$$1 \cdot \Delta = \sum \frac{nNL}{AE} \quad (1)$$

Dimana :

- 1 = beban maya luar yang bekerja searah dengan Δ
- Δ = perpindahan yang disebabkan oleh beban nyata
- n = Gaya dalam Normal pada member rangka batang akibat beban maya
- N = Gaya dalam Normal pada member rangka batang akibat beban Nyata
- L = Panjang Member
- A = Luas cross-sectional member
- E = Modulus Elastisitas member

Akibat Perubahan Temperatur

$$1 \cdot \Delta = \sum n \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot L \quad (2)$$

Dimana :

- 1 = beban maya luar yang bekerja searah dengan Δ
- Δ = perpindahan yang disebabkan oleh perubahan temperatur
- n = Gaya dalam Normal pada member rangka batang akibat beban maya
- α = Koefisien Muai Panjang Batang
- L = Panjang Member
- ΔT = Perubahan temperatur pada batang

Akibat Kesalahan Fabrikasi

$$1 \cdot \Delta = \sum n \cdot \Delta L \quad (3)$$

Dimana :

1 = beban maya luar yang bekerja searah dengan Δ

Δ = perpindahan yang disebabkan oleh kesalahan fabrikasi

n = Gaya dalam Normal pada member rangka batang akibat beban maya

ΔL = perbedaan panjang batang akibat kesalahan fabrikasi

Sisi kanan persamaan 1, 2 dan 3 dapat dikombinasikan, apabila pada suatu struktur ketiga macam kondisi terjadi secara serentak.

Urutan Langkah Perhitungan :

Gaya/Beban Nyata :

- ✓ Hitung seluruh gaya normal (**N**) pada setiap member/batang dari struktur rangka akibat beban luar yang bekerja dengan menggunakan *methode of Joint* atau *method of sections*. Asumsikan bahwa gaya tarik sebagai positif dan tekan sebagai negatif

Gaya/Beban Maya

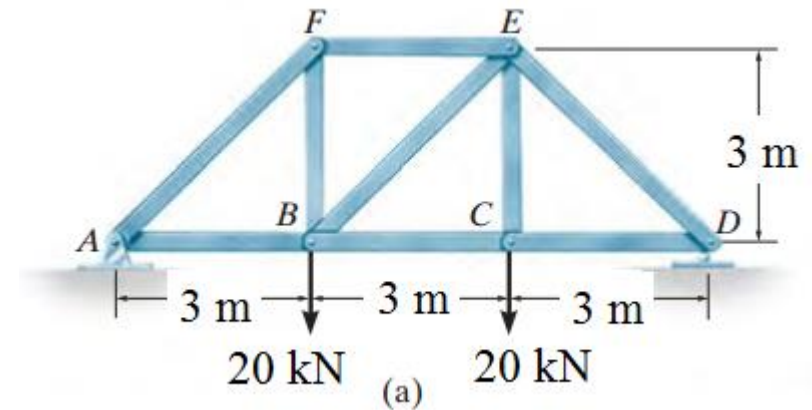
- ✓ Letakan beban maya pada titik yang akan ditinjau perpindahannya. Arah dari beban maya harus sesuai dengan arah perpindahan yang ingin diketahui (vertikal atau horizontal)
- ✓ Hitung seluruh gaya normal (**n**) pada setiap member/batang dari struktur rangka akibat beban maya (hilangkan pengaruh gaya luar lainnya) dengan *methode of Joint* atau *method of sections*.

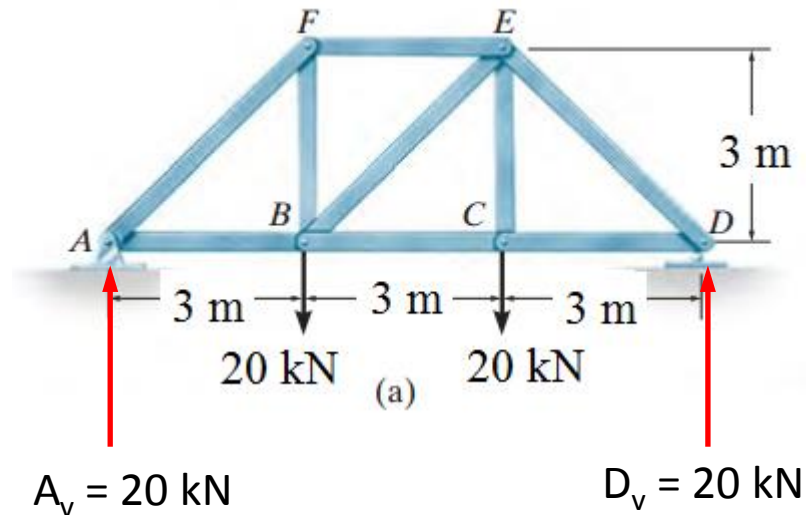
Persamaan Kerja Maya

- ✓ Terapkan perhitungan dalam persamaan kerja maya untuk struktur rangka. Harap perhatikan tanda negatif/positif baik dari **n** maupun **N**. Apabila hasil perhitungan negatif, maka perpindahan berlawanan arah dengan arah gaya maya dan apabila positif maka perpindahan searah dengan arah gaya maya.

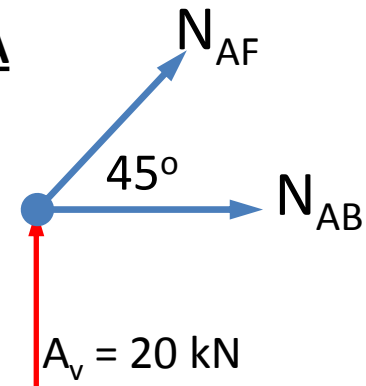
Example 1

- Determine the vertical displacement of joint C of the steel truss shown in figure. The cross sectional area of each member is $A = 300 \text{ mm}^2$ and $E = 200 \text{ GPa}$





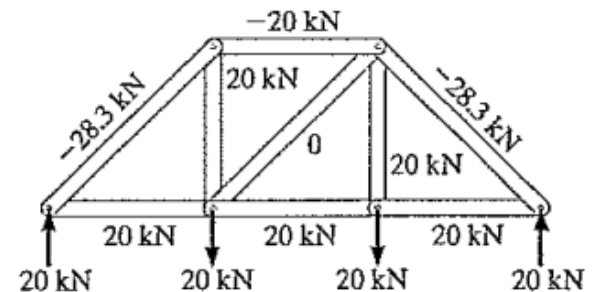
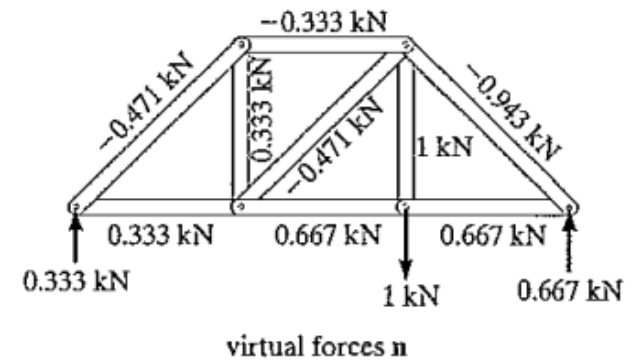
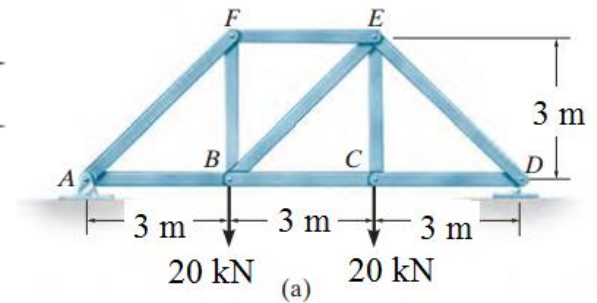
Joint A



$$\begin{aligned} \Sigma V = 0 \quad & A_v + N_{AF} \sin 45^\circ = 0 \\ & 20 = -N_{AF} \sin 45^\circ \\ & \mathbf{N_{AF} = -28,3 \text{ kN}} \end{aligned}$$

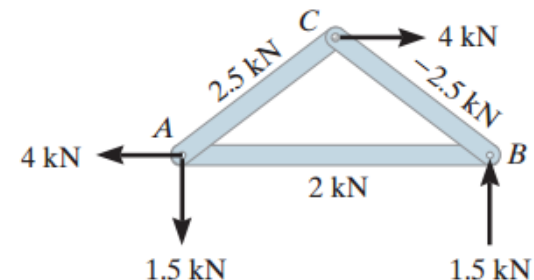
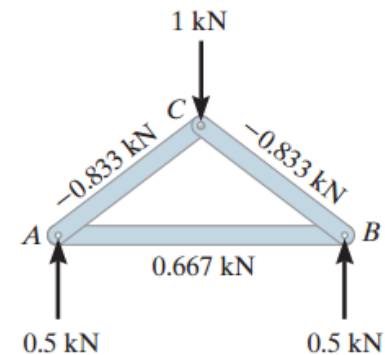
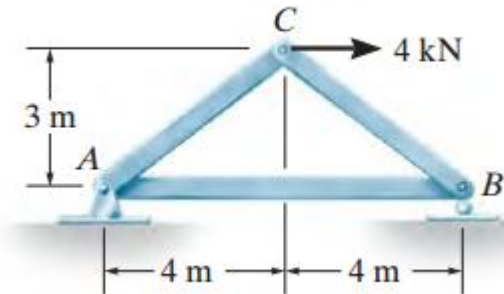
$$\begin{aligned} \Sigma H = 0 \quad & N_{AB} + N_{AF} \cos 45^\circ = 0 \\ & N_{AB} + (-28,3) \cos 45^\circ = 0 \\ & \mathbf{N_{AB} = +20 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Member	n (kN)	N (kN)	L (m)	$n NL$ (kN ² ·m)
AB	0.333	20	3	20
BC	0.667	20	3	40
CD	0.667	20	3	40
DE	-0.943	-28.3	4.24	113
FE	-0.333	-20	3	20
EB	-0.471	0	4.24	0
BF	0.333	20	3	20
AF	-0.471	-28.3	4.24	56.6
CE	1	20	3	60
				$\Sigma 369.6$



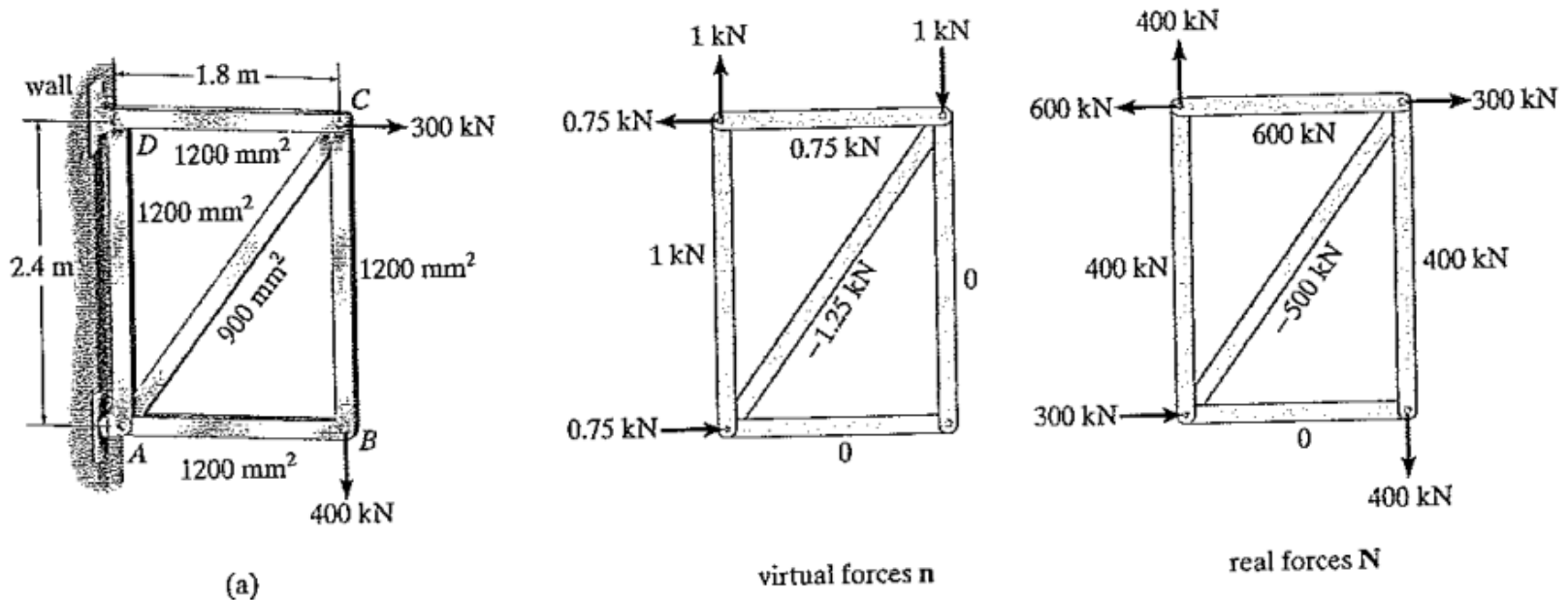
Example 2

- The cross-sectional area of each member of the truss shown in figure is $A = 400 \text{ mm}^2$ and $E = 200 \text{ GPa}$ (a) Determine the vertical displacement of joint C if a 4-kN force is applied to the truss at C. (b) If no loads act on the truss, what would be the vertical displacement of joint C if member AB were 5 mm too short?



Example 3

- Determine the vertical displacement of joint C of the steel truss shown in figure. Due to radiant heating from the wall, member AD is subjected to an increase in temperature of $\Delta T = + 60^\circ\text{C}$. Take $\alpha = 1,08(10^{-5})/^\circ\text{C}$ and $E = 200 \text{ GPa}$.



Soal Latihan (Chapter IX)

- **9.1**
- **9.3**
- **9.5**
- **9.7**
- **9.9**
- **9.11**
- **9.13**
- **9.15**
- **9.16**
- **9.18**
- **9.20**
- **9.22**
- **9.24**
- **9.25**
- **9.26**
- **9.27**
- **9.29**
- **9.31**
- **9.33**
- **9.35**
- **9.37**
- **9.39**
- **9.40**
- **9.41**
- **9.42**
- **9.43**
- **9.44**

- Castigliano Theorem's for Trusses

$$\Delta = \sum N \left(\frac{\partial N}{\partial P} \right) \frac{L}{AE}$$

Dimana :

Δ = perpindahan yang disebabkan oleh beban nyata

P = Gaya eksternal yang diberikan searah Δ

N = Gaya dalam Normal pada member rangka batang akibat beban Nyata dan beban P

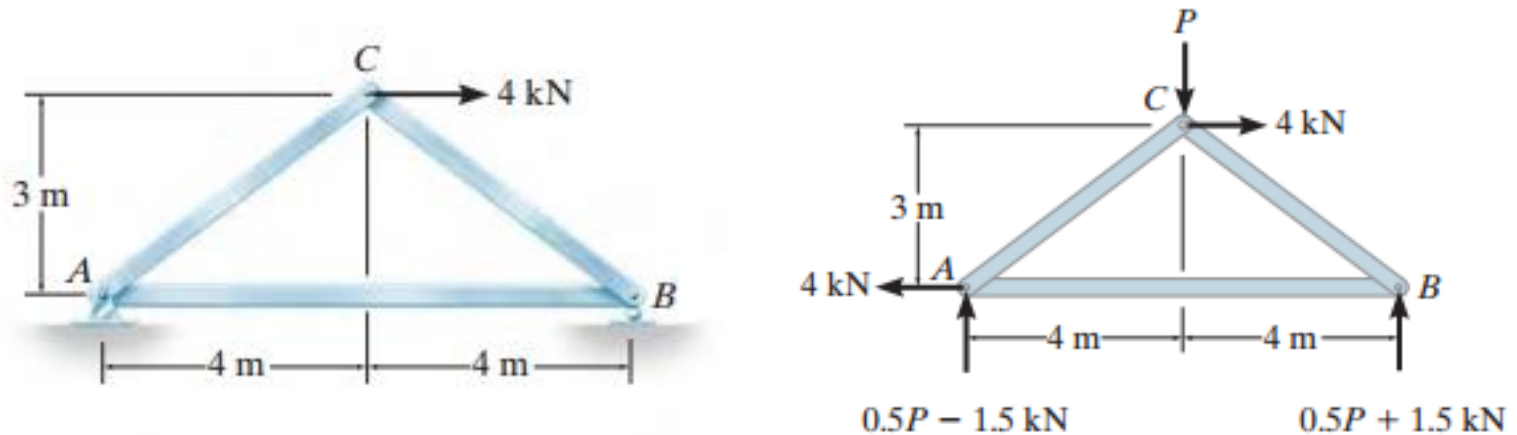
L = Panjang batang

A = Luas penampang batang

E = Modulus Elastisitas batang

Example 4

- Determine the vertical displacement of joint C of the truss shown in figure. The cross sectional area of each member is $A = 400 \text{ mm}^2$, and $E = 200 \text{ GPa}$.



Soal Latihan (Chapter IX)

- **9.2**
- **9.4**
- **9.6**
- **9.8**
- **9.10**
- **9.12**
- **9.14**
- **9.17**
- **9.19**
- **9.21**
- **9.23**
- **9.28**
- **9.30**
- **9.32**
- **9.34**
- **9.36**
- **9.38**
- **9.45**