

Mata Kuliah : Statika
Kode : TSP - 106
SKS : 3 SKS

Struktur Rangka Batang Statis Tertentu

Pertemuan – 10, 11, 12

- TIU :
 - Mahasiswa dapat menghitung reaksi perletakan pada struktur statis tertentu
 - Mahasiswa dapat menghitung gaya-gaya dalam momen, lintang dan normal pada struktur statis tertentu
- TIK :
 - Mahasiswa dapat melakukan analisis reaksi perletakan pada struktur rangka batang statis tertentu

- Sub Pokok Bahasan :
 - Definisi struktur rangka batang statis tertentu
 - Analisa reaksi perletakan

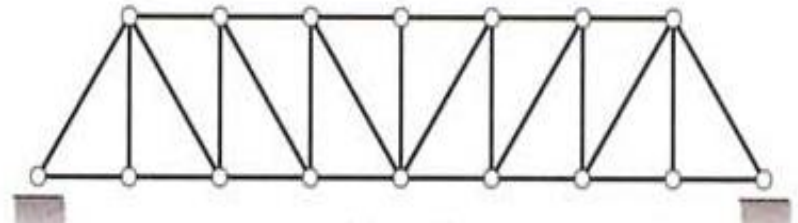
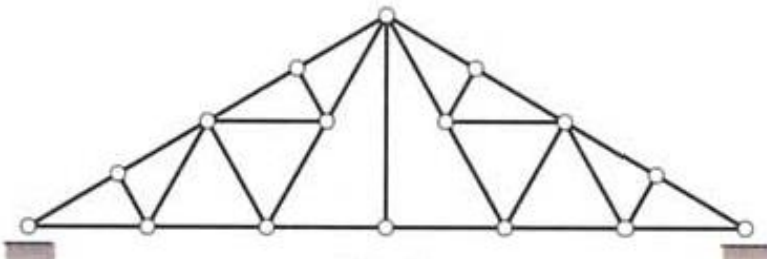
Plane Truss

- Sebuah rangka yang terdiri dari sejumlah *bar* terkoneksi setiap ujungnya dengan sambungan *pin* untuk membentuk sebuah struktur yang kaku dan stabil disebut *truss* (Rangka Batang)
- Jenis struktur *Truss* banyak digunakan dalam jembatan, atap rumah/gedung dan menara elektrik/komunikasi



a home base to excellence

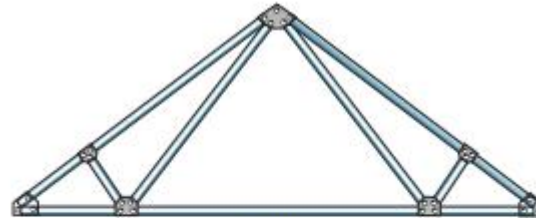
- Rangka batang yang seluruh elemen nya berada dalam satu bidang (2D) disebut *plane truss*
- Elemen dasar dari *plane truss* adalah berbentuk sebuah segitiga yang terbentuk dari tiga batang rangka saling terkoneksi dengan sambungan pin di setiap ujungnya.
- Struktur yang terbentuk dari elemen segitiga seperti disebutkan di atas disebut dengan *simple truss*.
- Setiap elemen dalam simple truss berada dalam keadaan tertarik (*tension*) atau tertekan (*compression*)



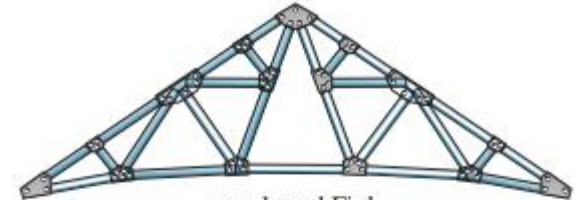
a home base to excellence



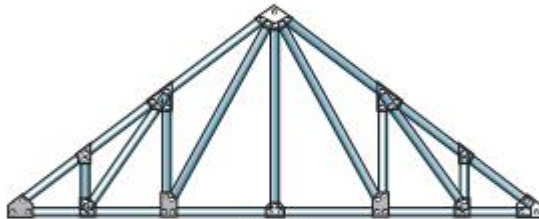
scissors
(a)



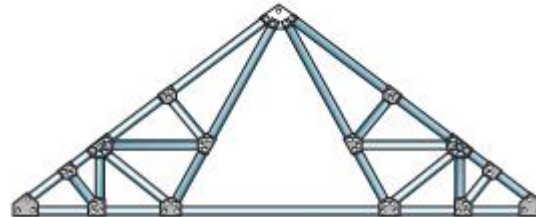
fan
(d)



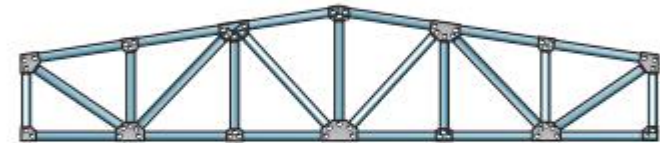
cambered Fink
(f)



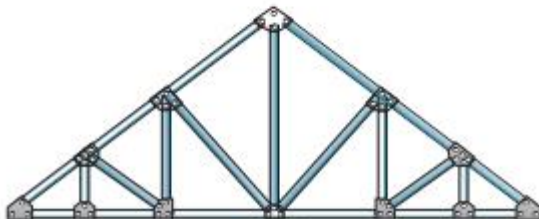
Howe
(b)



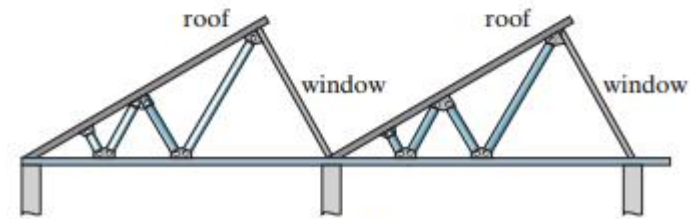
Fink
(e)



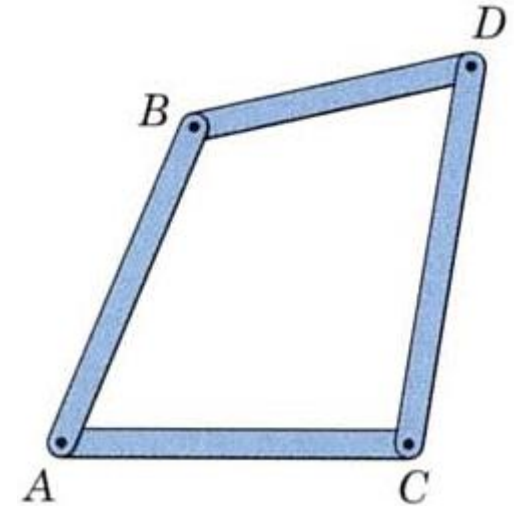
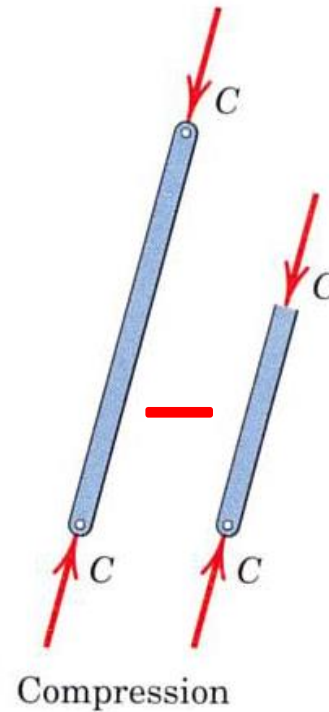
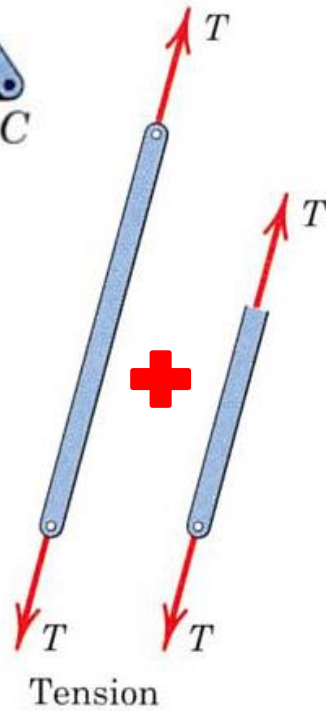
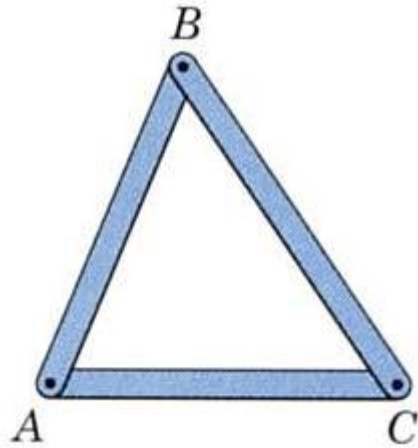
Warren
(g)



Pratt
(c)

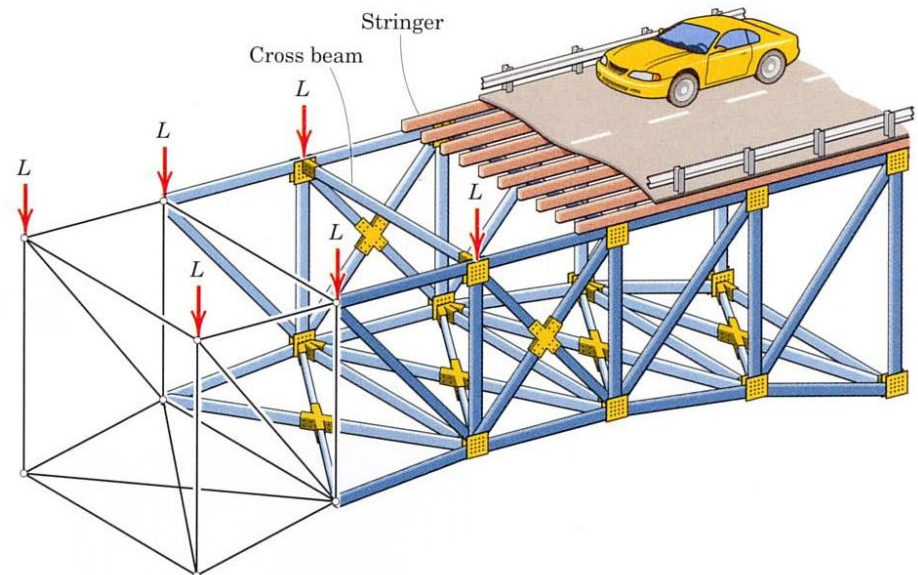


sawtooth
(h)



a home base to excellence

- Dalam struktur *Truss*, diasumsikan bahwa semua gaya bekerja hanya pada sambungan pin saja dan merupakan gaya aksial (gaya normal saja, momen = 0)
- Pada struktur truss jembatan, bagian *deck* terletak diatas struktur balok (*cross beam*) yang bertumpu pada sambungan/*joint*.
- Struktur rangka besar pada umumnya memiliki tumpuan jenis Rol pada salah satu tumpuannya. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi deformasi akibat pembebanan maupun perubahan suhu.



Stabilitas Plane Truss

Sebuah rangkaian segitiga yang membentuk rangka batang akan tetap stabil jika memenuhi persamaan:

$$m \geq 2.j - 3$$

Dimana :

m = Jumlah batang

J = Jumlah Joint

Struktur di samping ini :

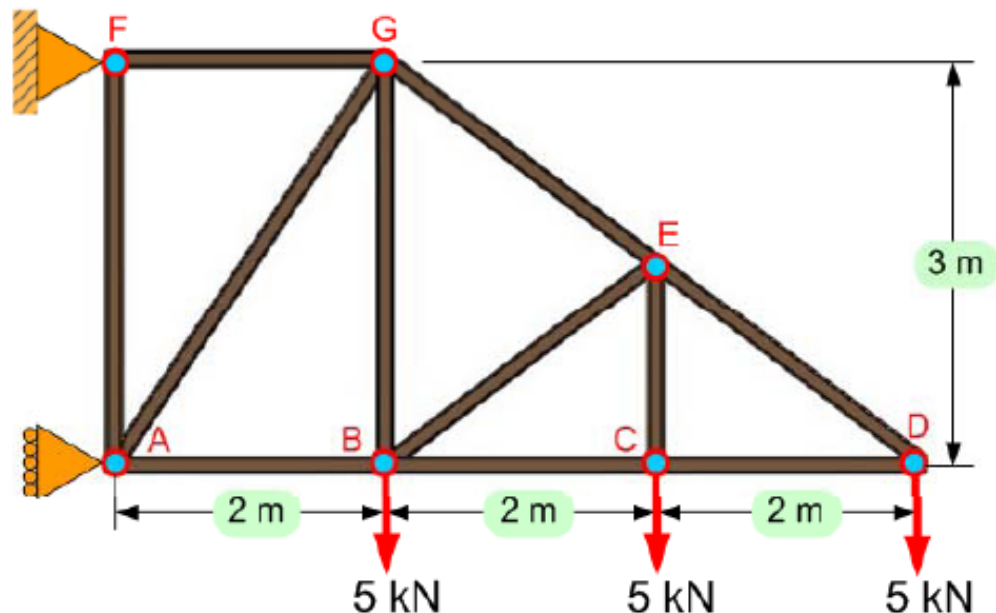
m = 11 buah

J = 7 buah

Maka....

$$11 \geq 2.7 - 3$$

$$11 \geq 11 \dots \text{Stabil !!!}$$



a home base to excellence

Struktur di samping ini :

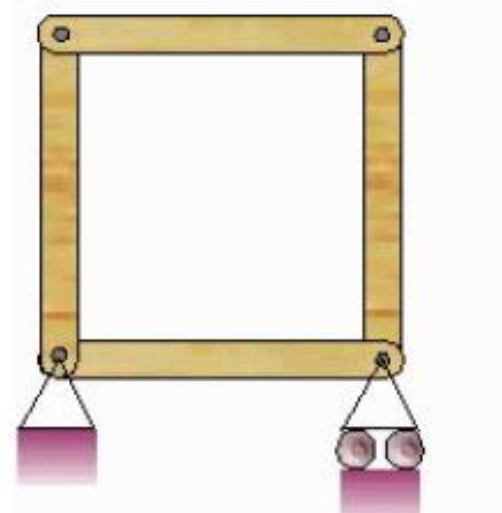
$m = 4$ buah

$J = 4$ buah

Maka :

$$4 \geq 2.4 - 3$$

$4 \geq 5 \dots \text{Tdk Stabil !!!}$



Struktur di samping ini :

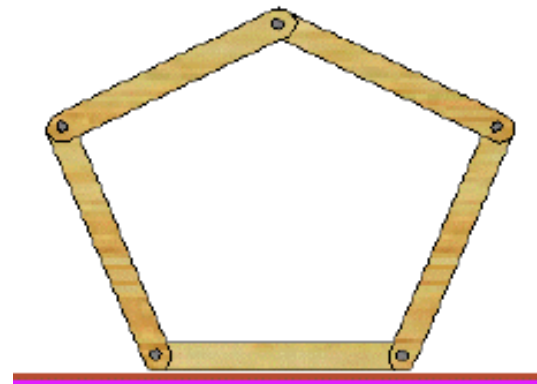
$m = 5$ buah

$J = 5$ buah

Maka :

$$5 \geq 2.5 - 3$$

$5 \geq 7 \dots \text{Tdk Stabil !!!}$



Sebuah struktur statis tertentu adalah struktur yang reaksi dan gaya-gaya dalamnya dapat dicari dengan persamaan keseimbangan

$$\sum F_h = 0, \sum F_v = 0 \text{ dan } \sum M = 0$$

→ Maksimal 3 Reaksi tumpuan tdk diketahui!

Sebuah struktur rangka batang termasuk struktur statis tertentu jika memenuhi syarat:

$$m = 2 \cdot j - r$$

Juml Batang = 2. Juml joint – Juml Reaksi Tumpuan

Jika $m = 2 \cdot j - r \rightarrow$ Statis Tertentu

Jika $m > 2 \cdot j - r \rightarrow$ Statis Tak Tentu

Struktur berikut ini :

$m = 6$ buah ; $J = 5$ buah ; $r = 3$ buah

Maka :

$$m \geq 2j - 3$$

$$6 \geq 2 \cdot 5 - 3$$

$5 \geq 7 \dots$ Tidak Stabil ! \rightarrow Jumlah btg kurang

$$m = 2j - r$$

$$5 = 2 \cdot 4 - 3$$

$5 = 5 \dots$ Statis Tertentu !!!



Struktur berikut ini :

$m = 5$ buah ; $J = 4$ buah ; $r = 4$ buah

Maka :

$$m \geq 2j - 3$$

$$5 > 2 \cdot 4 - 3$$

$5 \geq 5 \dots$ Stabil !!!

$$m = 2j - r$$

$$5 = 2 \cdot 4 - 4$$

$5 > 4 \dots$ Statis Tak Tentu ! \rightarrow Jumlah btg melebihi persyaratan min u kestabilan



Plane Truss Analysis Methods

- ☐ Metoda keseimbangan titik buhul (joint) $\rightarrow \sum F = 0$
- ☐ Metoda keseimbangan potongan \rightarrow Ritter
- ☐ Metoda grafis \rightarrow Cremona

Semua metode berdasar pada prinsip keseimbangan
Keseimbangan keseluruhan & Keseimbangan internal.

Hitungan didahului dengan mencari reaksi tumpuan pada struktur rangka batang akibat semua beban yang ditinjau

Method of Joint (keseimbangan titik buhul)

Metode ini digunakan bila :

- Rangka batang dianggap sebagai gabungan batang dan titik hubung
- Gaya batang diperoleh dengan meninjau keseimbangan titik-titik hubung
- Digunakan apabila semua gaya batang ingin diketahui.

Always assume the unknown member forces acting on the joint's free-body diagram to be in tension, i.e., "pulling" on the pin

Langkah Penyelesaian :

- Cek stabilitas rangka batang dengan rumus $n = 2j - 3$ (n =jumlah batang, j = jumlah joint)
- Menentukan gaya-gaya reaksi tumpuan
- Menggambar diagram benda bebas (free body) untuk tiap batang dan tiap titik hubung.
- Mengidentifikasi geometri batang yang bersudut (batang diagonal)
- Mengidentifikasi batang-batang dengan gaya nol (zero force) dan kasus-kasus khusus lain (yang mudah diselesaikan)
- Meninjau setiap titik hubung, dimana titik-titik hubung sendi tersebut berada dalam keseimbangan translasi ($\sum K_x = 0$ & $\sum K_y = 0$ untuk sistem gaya konkuren). Titik awal analisis biasanya adalah titik tumpuan (gaya-gaya reaksinya sudah dicari) dengan maksimal dua buah gaya yang belum diketahui. Lakukan berurutan untuk titik-titik hubung berikutnya.

Kelebihan : dapat menentukan gaya tiap batang

Kekurangan : terlalu banyak persamaan & mudah kehilangan jejak gaya yang telah ditentukan

Contoh Soal

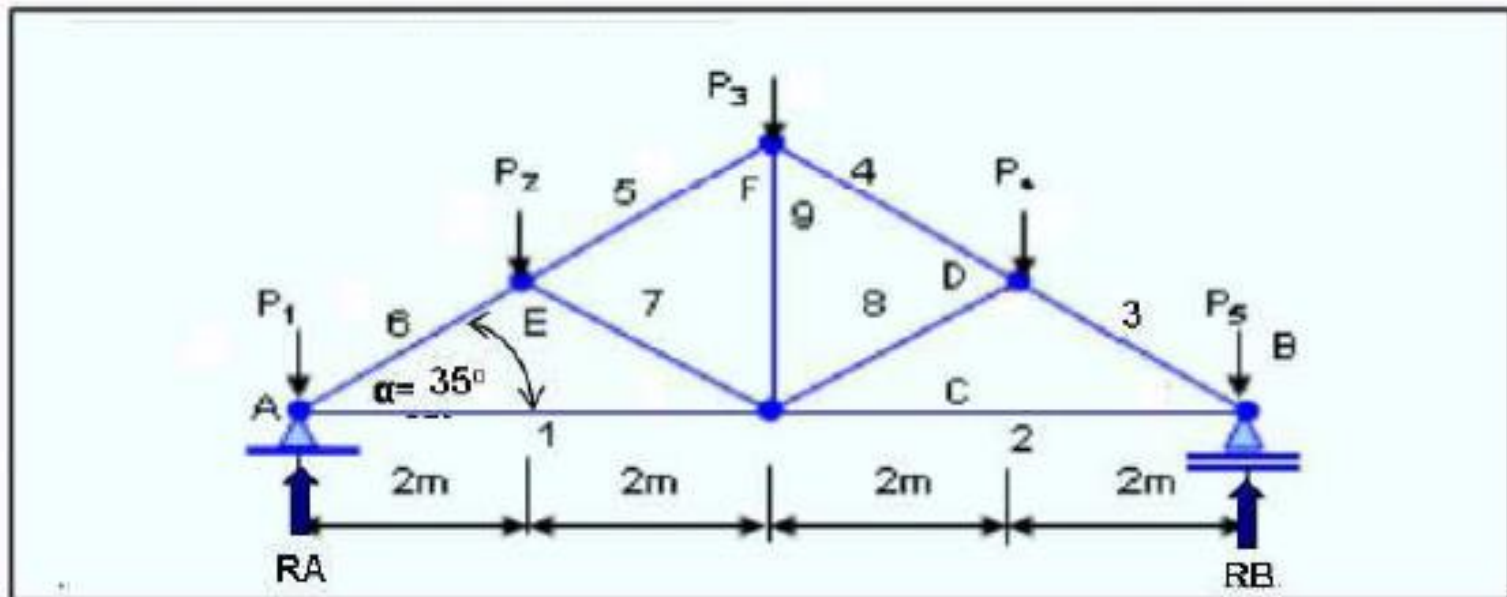
Tentukanlah besar seluruh gaya batang dari struktur rangka pada gambar jika

$P_1 = P_5 = 250 \text{ kg}$,

$P_2 = P_3 = P_4 = 500 \text{ kg}$,

Sudut $\alpha = 35^\circ$,

Bentang $AB = 8 \text{ meter}$



Penyelesaian:

1. Memeriksa kestabilan struktur

$$m=2.j-3 \rightarrow 9 = 2*6 - 3 \text{ (ok)}$$

2. Menentukan komponen reaksi tumpuan

$$\sum MA = 0 \rightarrow -RB.8 + P5.8 + P4.6 + P3.4 + P2.2 = 0$$

$$RB = (250.8 + 500.6 + 500.4 + 500.2)/8$$

$$RB = 1000 \text{ kg}$$

$$\sum MB = 0 \rightarrow -RA*8 - P1*8 - P2*6 - P3*4 - P4*2 = 0$$

$$RA = (250*8 + 500*6 + 500*4 + 500*2)/8$$

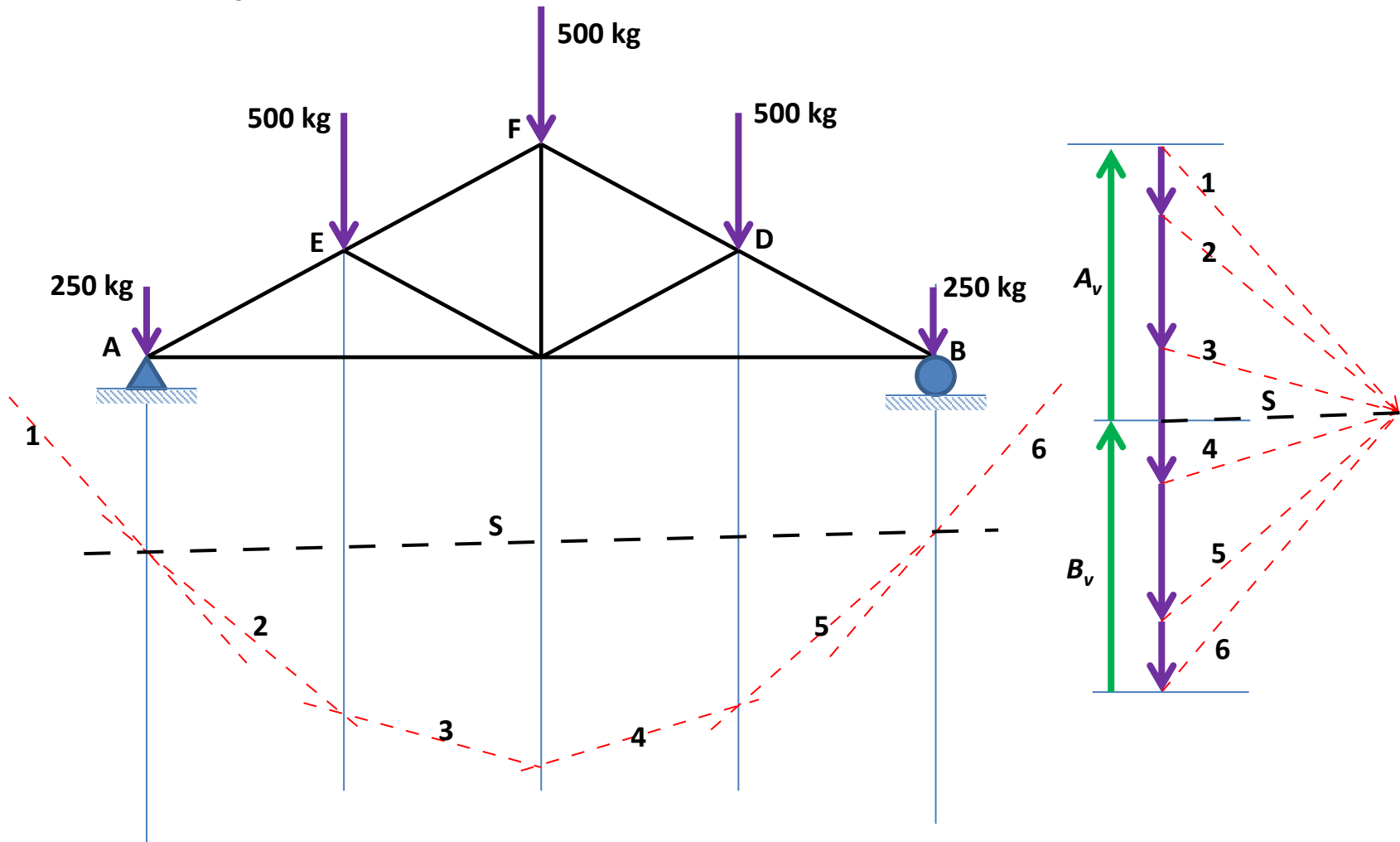
$$RA = 1000 \text{ kg}$$

$$\sum P = \sum R$$

$$P1 + P2 + P3 + P4 + P5 = RA + RB$$

$$2000 = 2000 \text{ (ok)}$$

- Graphical Method



- Titik Simpul A

$$\Sigma V = 0$$

$$A_v - P_1 + S_6 \sin 35 = 0$$

$$1000 - 250 + S_6(0,57) = 0$$

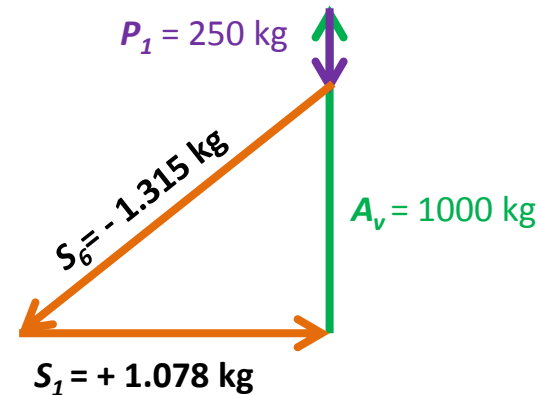
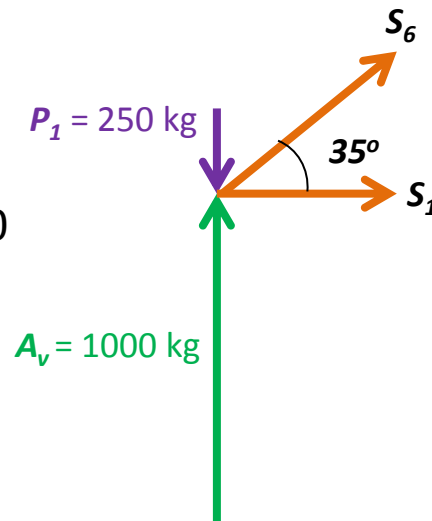
$$S_6 = -1.315 \text{ kg}$$

$$\Sigma H = 0$$

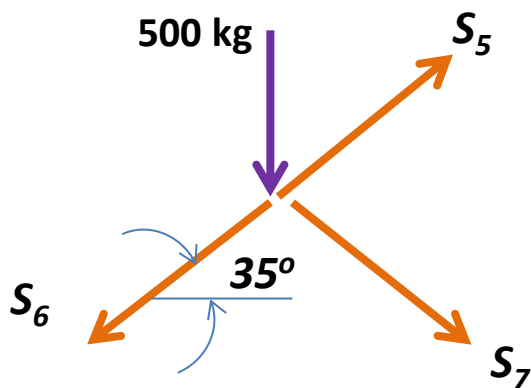
$$S_6 \cos 35 + S_1 = 0$$

$$-1.315(0,82) + S_1 = 0$$

$$S_1 = +1.078 \text{ kg}$$



Simpul E



$$\Sigma V = 0$$

$$\begin{aligned} -S_6 \sin 35 - P_2 + S_5 \sin 35 - S_7 \sin 35 &= 0 \\ -(-1.315)(0,57) - 500 + S_5(0,57) - S_7(0,57) &= 0 \\ 750 - 500 + S_5(0,57) - S_7(0,57) &= 0 \\ \mathbf{S_5(0,57) - S_7(0,57) = -250} &\quad \text{(i)} \end{aligned}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$\begin{aligned} -S_6 \cos 35 + S_5 \cos 35 + S_7 \cos 35 &= 0 \\ -(-1.315)(0,82) + S_5(0,82) + S_7(0,82) &= 0 \\ 1.078 + S_5(0,82) + S_7(0,82) &= 0 \\ \mathbf{S_5(0,82) + S_7(0,82) = -1.078} &\quad \text{(ii)} \end{aligned}$$

Dari persamaan (i) dan (ii), diperoleh :

$$\mathbf{S_5 = -877 \text{ kg} \quad S_7 = -439 \text{ kg}}$$

Membuat daftar gaya batang

Contoh persoalan struktur di atas merupakan bentuk rangka batang simetris dengan yang simetris pula. Gaya batang yang bersesuaian akan memiliki besaran yang sama. Daftar gaya batang dapat ditunjukkan seperti pada tabel berikut.

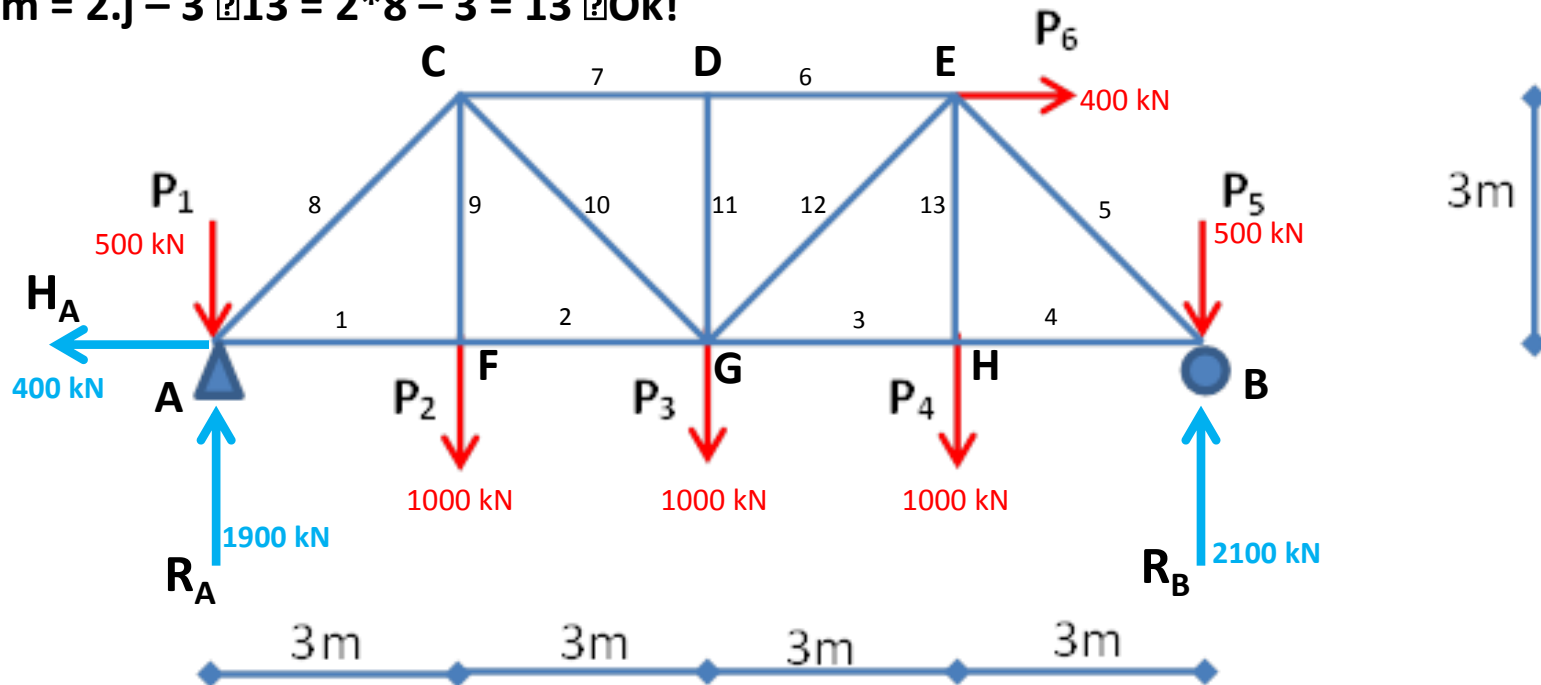
Batang	Gaya Batang	Tarik/ Tekan	Batang	Gaya Batang	Tarik/ Tekan
S1	1078	Tarik	S6	-1315	Tekan
S2	1078	Tarik	S7	-439	Tekan
S3	-1315	Tekan	S8	-439	Tekan
S4	-877	Tekan	S9	500	Tarik
S5	-877	Tekan			

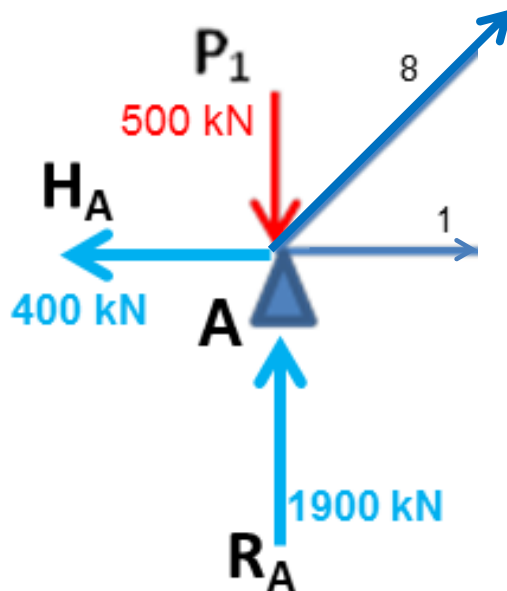
Latihan Soal

Tentukan besar reaksi perletakan dan daftar gaya batang untuk struktur rangka batang berikut

Memeriksa kestabilan struktur

$$m = 2 \cdot j - 3 = 2 \cdot 8 - 3 = 13 \quad \text{Ok!}$$





$$\Sigma V = 0$$

$$R_A - 500 + S_8 \sin 45 = 0$$

$$1900 - 500 + 0.707 S_8 = 0$$

$$S_8 = -1980 \text{ kN}$$

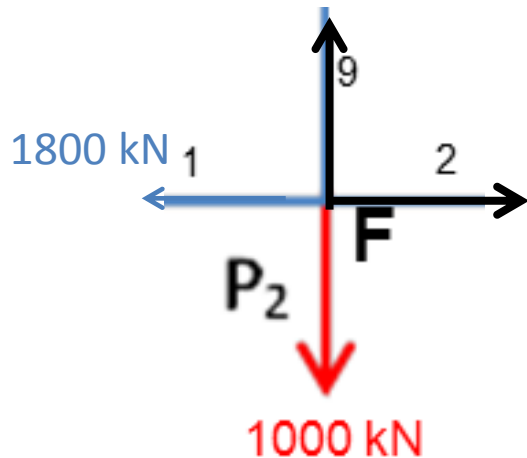
$$\Sigma H = 0$$

$$-H_A + S_8 \cos 45 + S_1 = 0$$

$$-400 - 1400 + S_1 = 0$$

$$S_1 = +1800 \text{ kN}$$

Simpul F



$$\sum V = 0$$

$$-1000 + S_9 = 0$$

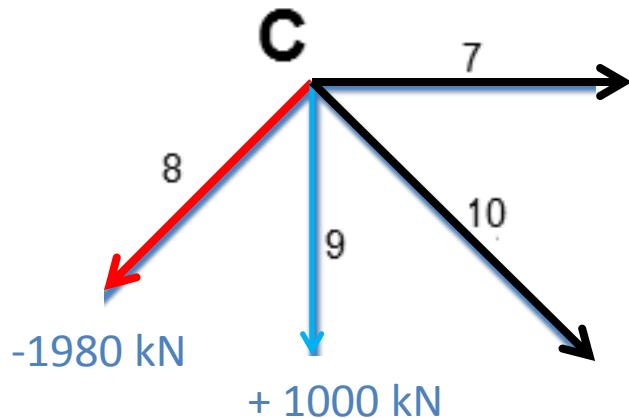
$$S_9 = 1000 \text{ kN (Tarik)}$$

$$\sum H = 0$$

$$-1800 + S_2 = 0$$

$$S_2 = 1800 \text{ kN (Tarik)}$$

Simpul C



$$\Sigma V = 0$$

$$S_8 \sin 45 - S_9 - S_{10} \sin 45 = 0$$

$$1400 - 1000 - S_{10} \sin 45 = 0$$

$$S_{10} = 566 \text{ kN (Tarik)}$$

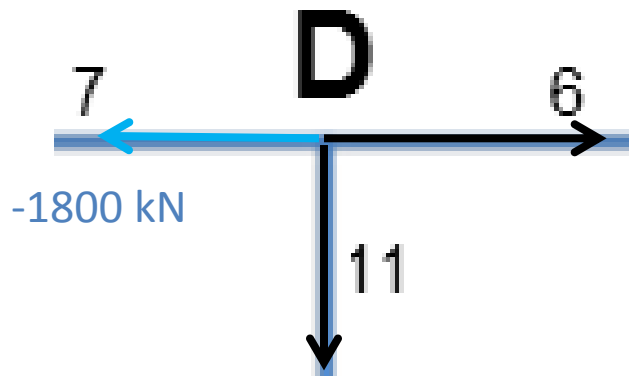
$$\Sigma H = 0$$

$$S_8 \cos 45 + S_7 + S_{10} \cos 45 = 0$$

$$1400 + S_7 + 400 = 0$$

$$S_7 = -1800 \text{ kN (Tekan)}$$

Simpul D



$$\sum V = 0$$

$$S_{11} = 0$$

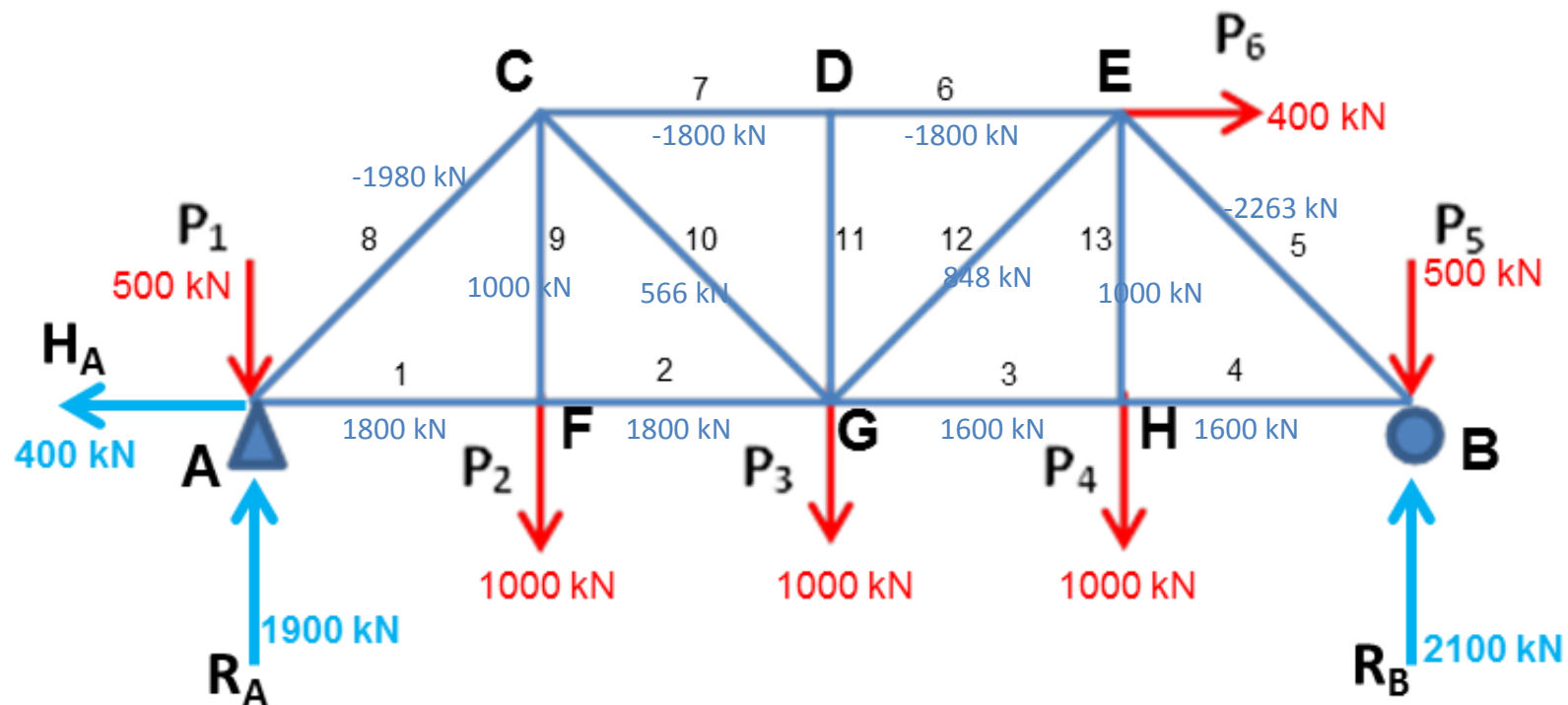
$$S_{11} = 0 \text{ kN}$$

$$\sum H = 0$$

$$-S_7 + S_6 = 0$$

$$1800 + S_6 = 0$$

$$S_6 = 1800 \text{ kN (Tekan)}$$



Batang	Gaya batang	tarik/tekan	Batang	Gaya batang	tarik/tekan
1	1800	tarik	8	1980	tekan
2	1800	tarik	9	1000	tarik
3	1600	tarik	10	566	tarik
4	1600	tarik	11	0	
5	2263	tekan	12	848	tarik
6	1800	tekan	13	1000	tarik
7	1800	tekan			

Method of Sections (Ritter)

- Metode ini digunakan bila :

Ingin mengetahui gaya salah satu batang dengan cepat
↳ biasanya untuk mengontrol hasil perhitungan dr metode lain.

- Bila dalam method of Joints hanya menggunakan 2 persamaan keseimbangan, maka dalam method ini menggunakan 3 persamaan keseimbangan ($\sum H = 0$, $\sum V = 0$, $\sum M = 0$)

Langkah Penyelesaian

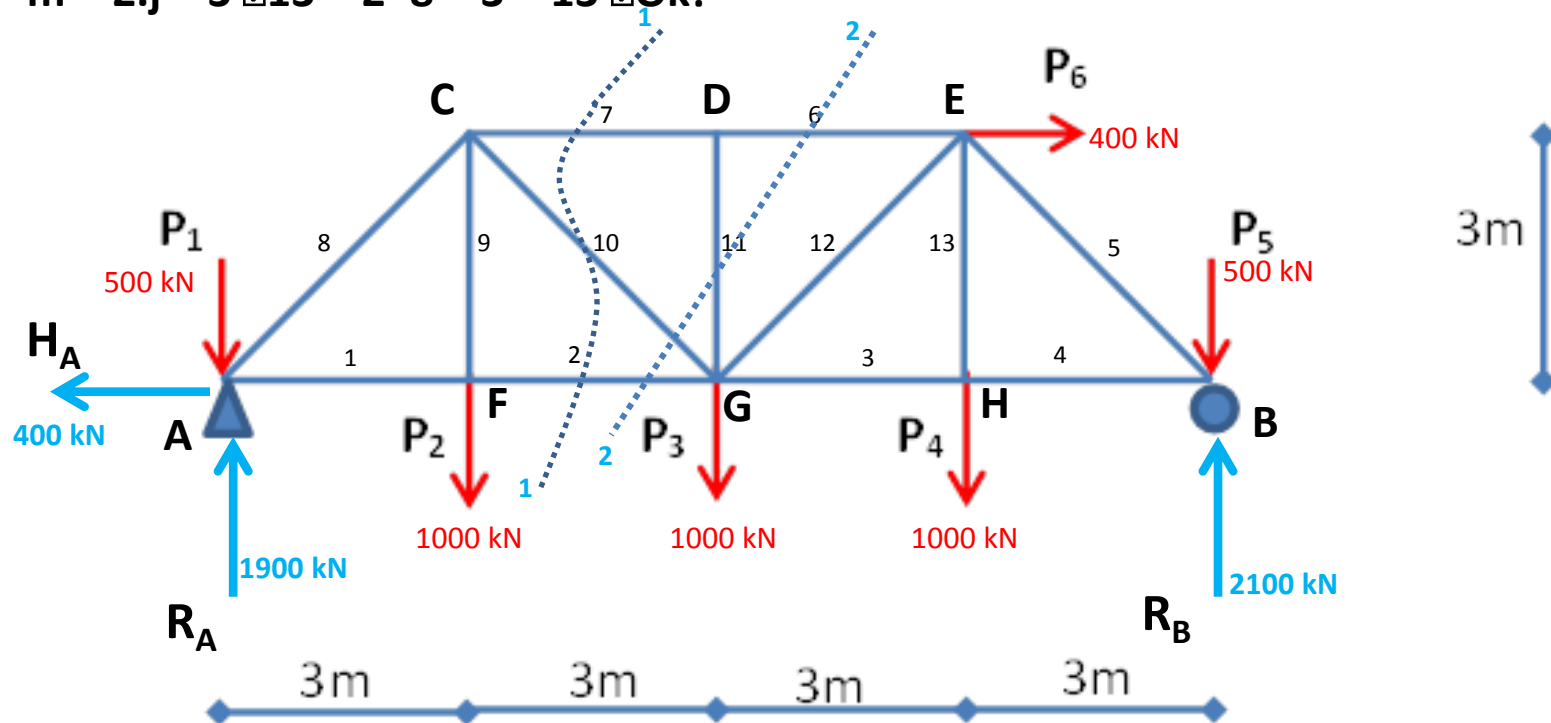
- Cek stabilitas rangka batang dengan rumus $n = 2j - 3$ (n =jumlah batang, j = jumlah joint)
- Menentukan gaya-gaya reaksi tumpuan
- Buat potongan yang melalui elemen yg akan dicari besarnya gaya shg menghasilkan 2 free body
- Menggambarkan diagram benda bebas (free body) untuk tiap potongan
- Meninjau setiap free body tersebut berada dalam keseimbangan translasi ($\sum V = 0$, $\sum H = 0$, $\sum M = 0$).

Contoh Soal

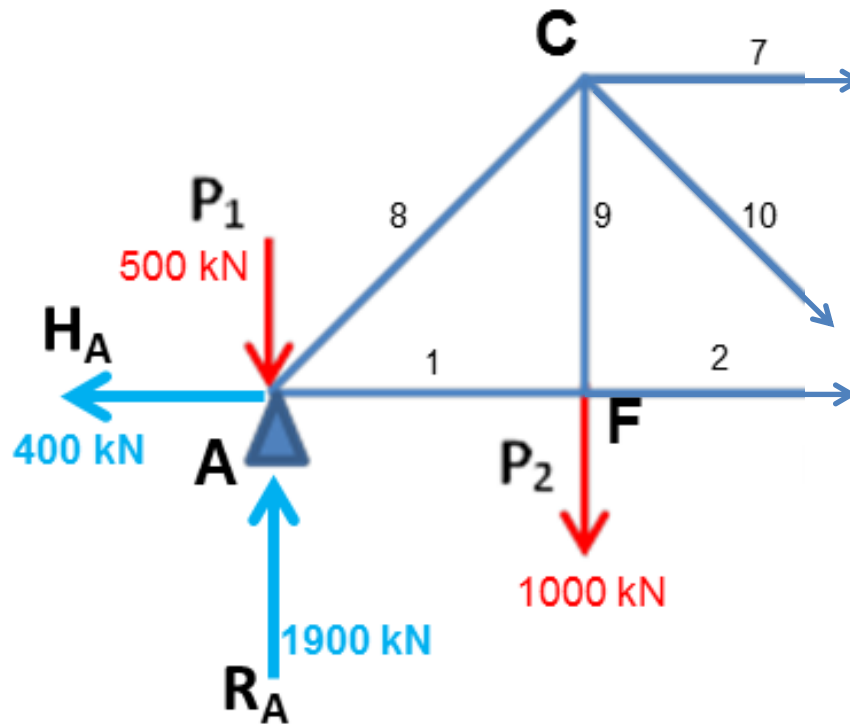
Tentukan besar reaksi perletakan dan daftar gaya batang untuk struktur rangka batang berikut

Memeriksa kestabilan struktur

$$m = 2 \cdot j - 3 = 2 \cdot 8 - 3 = 13 \quad \text{Ok!}$$



Potongan 1 - 1



$$\sum M_c = 0$$

$$R_a \cdot 3 - P_1 \cdot 3 + H_a \cdot 3 - S_2 \cdot 3 = 0$$

$$1900 \cdot 3 - 500 \cdot 3 + 400 \cdot 3 = S_2 \cdot 3$$

$$S_2 = 1800 \text{ kN (Tarik)}$$

$$\sum V = 0$$

$$R_a - P_1 - P_2 - S_{10} \sin 45 = 0$$

$$1900 - 500 - 1000 - S_{10} \sin 45 = 0$$

$$S_{10} = 566 \text{ kN (Tarik)}$$

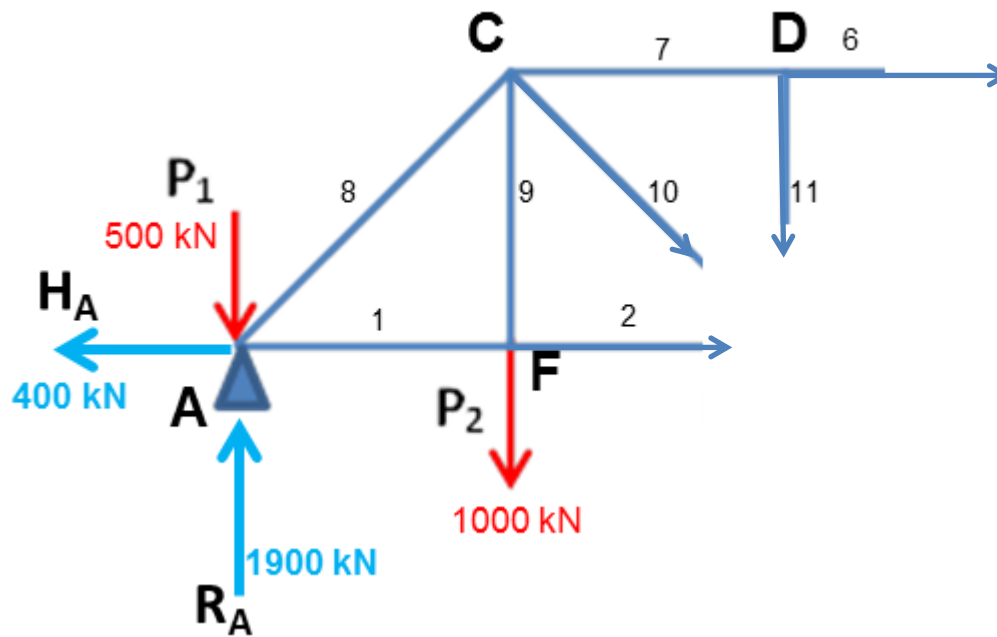
$$\sum H = 0$$

$$- H_a + S_{10} \cos 45 + S_2 + S_7 = 0$$

$$- 400 + 400 + 1800 + S_7 = 0$$

$$S_7 = - 1800 \text{ kN (Tekan)}$$

Potongan 2 - 2



$$\sum M_g = 0$$

$$S_6 = -1800 \text{ kN (tekan)}$$

$$\sum V = 0$$

$$S_{11} = 0 \text{ kN}$$