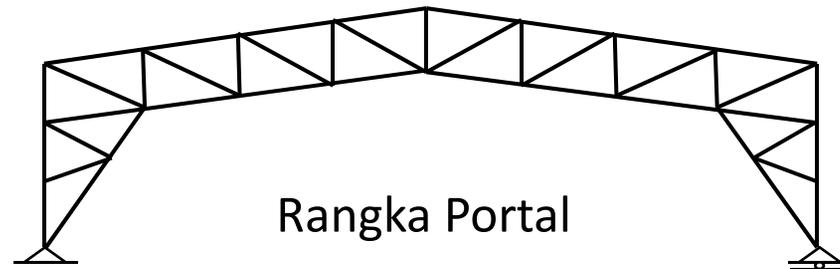
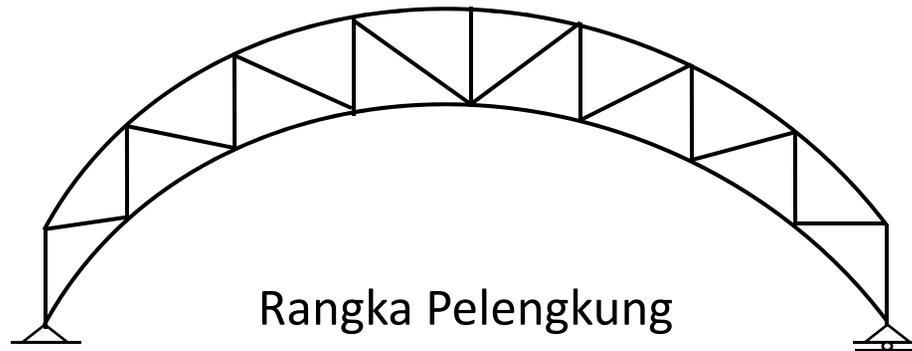


Konstruksi Rangka Batang

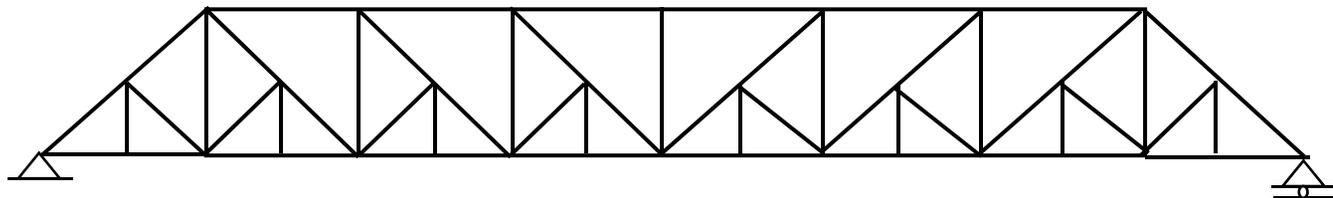
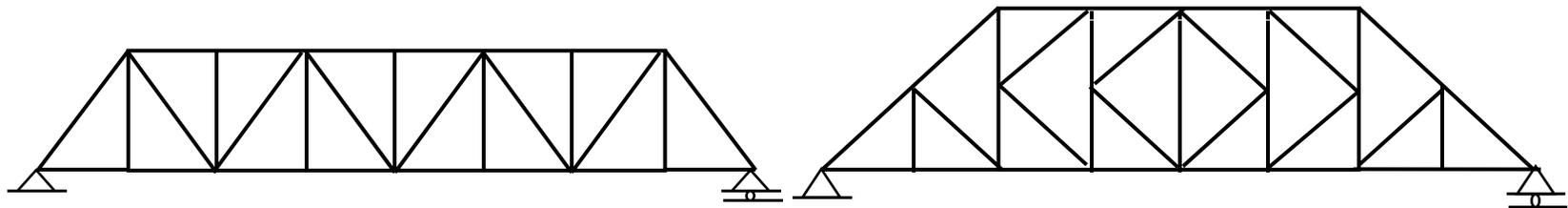
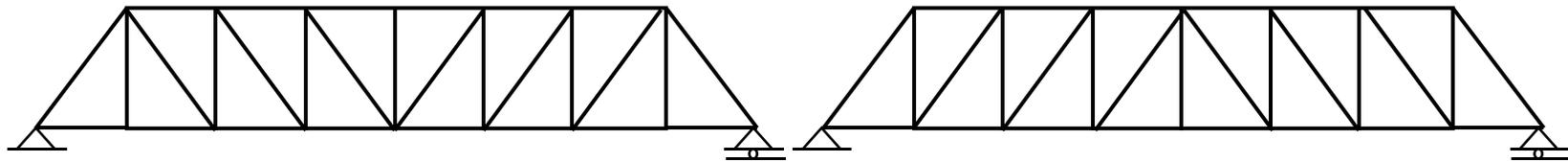
- Salah satu sistem konstruksi ringan yang mempunyai kemampuan besar, yaitu berupa suatu *Rangka Batang*.
- Rangka batang merupakan suatu konstruksi yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung satu dengan yang lain pada kedua ujungnya, sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang kokoh
- Bentuk rangka batang dapat bermacam-macam sesuai dengan fungsi dan konstruksi, seperti konstruksi untuk jembatan, rangka untuk atap, serta menara, dan sesuai pula dengan bahan yang digunakan, seperti baja atau kayu.
- Pada konstruksi berat, batang konstruksi dibuat dari bahan baja, yakni batang baja yang disebut *baja profil*, seperti baja siku, baja kanal, baja C, baja I, dan baja profil lainnya.

- Batang-batang pada konstruksi rangka baja biasanya disambung satu dengan yang lain dengan menggunakan las, paku keling atau baut. Sedangkan pada konstruksi rangka kayu lazimnya sambungan itu dilakukan dengan baut atau paku.
- Sambungan-sambungan ini disebut *simpul*.
- suatu konstruksi rangka batang jika dibebani gaya pada simpul akan hanya mengalami *Gaya Normal*, yang selanjutnya disebut *Gaya Batang*. Gaya batang ini bersifat tarik atau desak.
- Bentuk rangka batang sederhana yang paling stabil adalah *segi tiga*.

Bentuk-Bentuk Rangka Batang

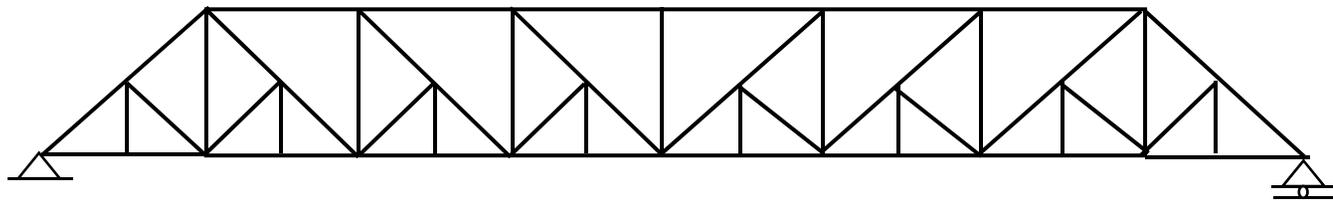
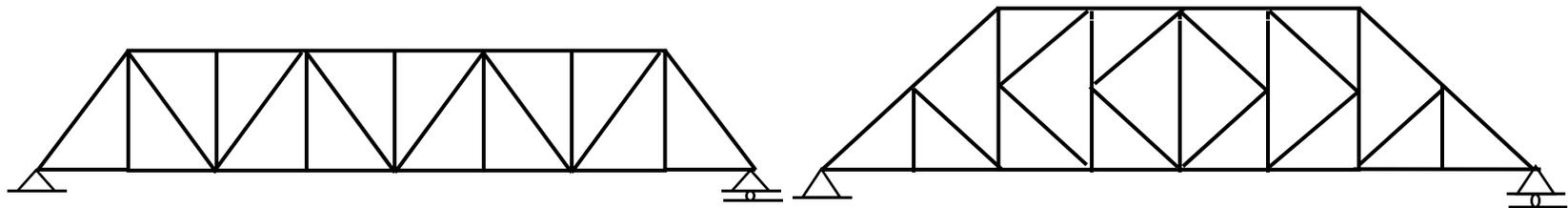
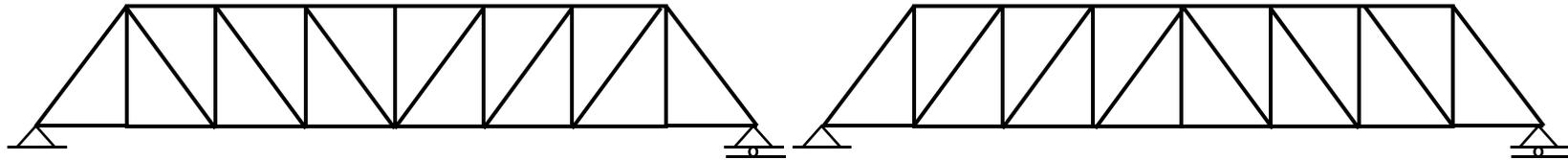


Bentuk-Bentuk Rangka Batang



angka Batang Batang Untuk Jembatan

Bentuk-Bentuk Rangka Batang



angka Batang Batang Untuk Atap

Pengertian Rangka Batang

- rangka batang yang memenuhi syarat berikut :
 1. Sumbu batang berimpit dengan garis dengan garis penghubung antara kedua ujung sendi. Titik sambungan disebut *titik simpul* atau *simpul*. Garis yang menghubungkan semua simpul pada konstruksi rangka disebut *garis sistem*.
 2. Muatan yang bekerja pada rangka batang harus menangkap pada simpul.
 3. Garis sistem dan gaya luar harus terletak dalam satu bidang datar.
 4. Rangka batang merupakan rangka batang *statis tertentu*, baik ditinjau dari keseimbangan gaya luar maupun dari keseimbangan gaya dalam.
- rangka batang sederhana adalah suatu rangka batang yang tersusun dari segitiga-segitiga batang
- Rangka batang terdiri dari m batang dan sejumlah r reaksi perletakan, dan S simpul

- Suatu konstruksi rangka batang statis tertentu harus memenuhi syarat $2s = (m + r)$ atau $2s - m - r = 0$, merupakan syarat kekakuan suatu rangka batang statis tertentu (kestabilan konstruksi).

Bila $2s - m - r < 0$, rangka batang merupakan rangka tidak kaku.

Bila $2s - m - r > 0$, rangka batang merupakan rangka statis tak tentu

- Analisis rangka batang sederhana terdiri dari tiga tahap, yaitu :
 1. Memeriksa kekakuan rangka atau kestabilan konstruksi
 2. Menghitung keseimbangan gaya luar, atau reaksi perletakan
 3. Menghitung keseimbangan gaya dalam, atau gaya-gaya batang.

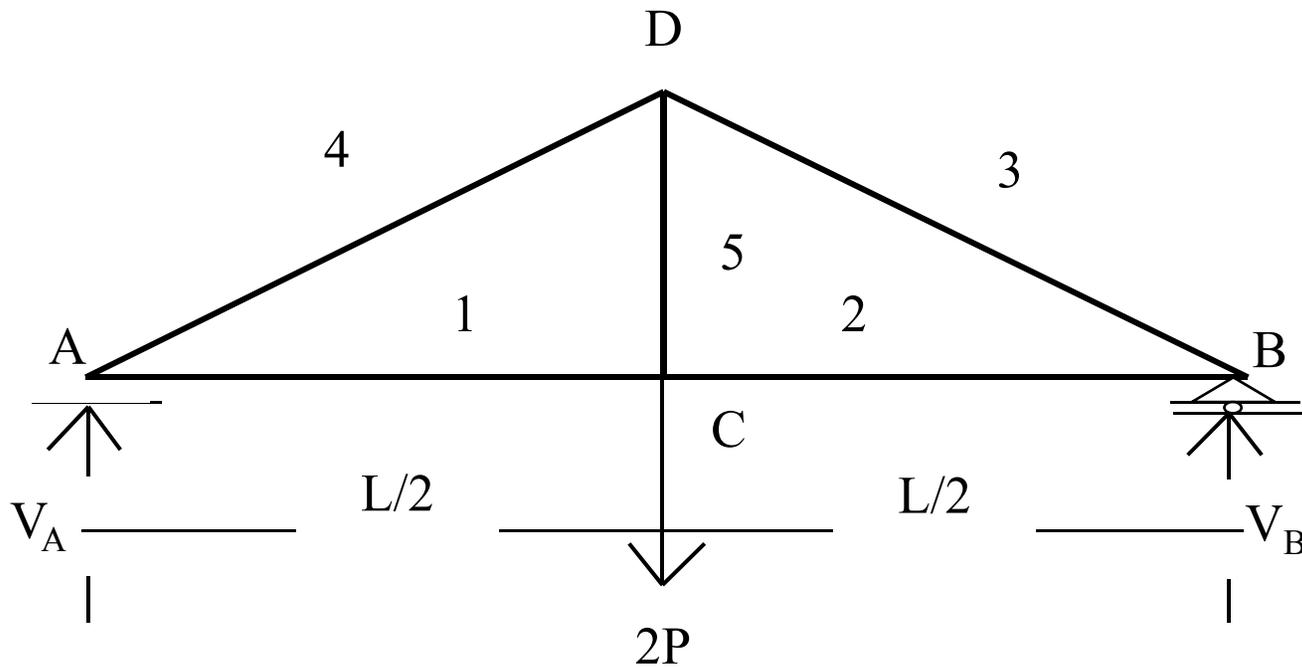
- Untuk menghitung gaya batang suatu rangka dapat ditinjau dari dua pendekatan, yakni :

Keseimbangan titik, yang harus memenuhi syarat keseimbangan $\sum V = 0$ dan $\sum H = 0$.

Keseimbangan bagian, seimbang yang memenuhi syarat keseimbangan $\sum V = 0$, $\sum H = 0$, dan $\sum M = 0$.

Metode Keseimbangan Titik Simpul Cara Analitis (*metode of joint*)

- Keseluruhan konstruksi serta titik simpul harus dalam keadaan seimbang, dan tiap simpul harus dipisahkan satu sama lain.
- Gaya luar dan gaya batang berpotongan di titik simpul, maka untuk menghitung gaya-gaya yang belum diketahui digunakan persamaan $\sum V = 0$ dan $\sum H = 0$.
- Dari dua persamaan di atas, maka pada tiap-tiap simpul yang akan dicari gaya batangnya harus hanya 2 (dua) atau 1 (satu) batang yang belum diketahui dan dianggap sebagai batang tarik (meninggalkan simpul).
- Gaya-gaya batang yang sudah diketahui, bila batang tarik arahnya meninggalkan simpul, dan bila batang tekan arahnya menuju simpul.



kestabilan konstruksi, dengan menggunakan persamaan : $2s - m - r = 0$, dimana diketahui; $s = 4$, $m = 5$, $r = 3$ (sendi 2 bilangan reaksi + rol 1 bilangan reaksi), maka diperoleh : $2 \cdot 4 - 5 - 3 = 0$, jadi konstruksi stabil.

- Reaksi perletakan :

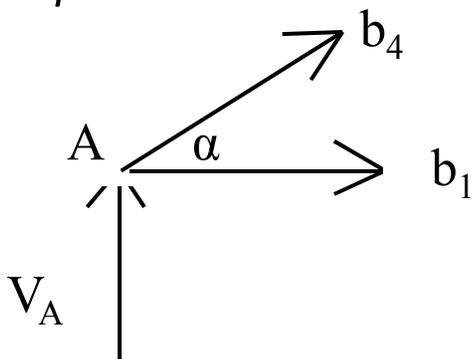
$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow V_A.L + 2P.L/2 = 0 \rightarrow V_A = P$$

$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow -V_B.L + 2P.L/2 = 0 \rightarrow V_B = P$$

- Untuk mendapatkan gaya-gaya batang, tinjau masing-masing simpul

- Menentukan gaya-gaya batang:

Simpul A



$$\Sigma V = 0$$

$$V_A + b_4 \sin \alpha = 0 \dots \dots \dots 6.2c)$$

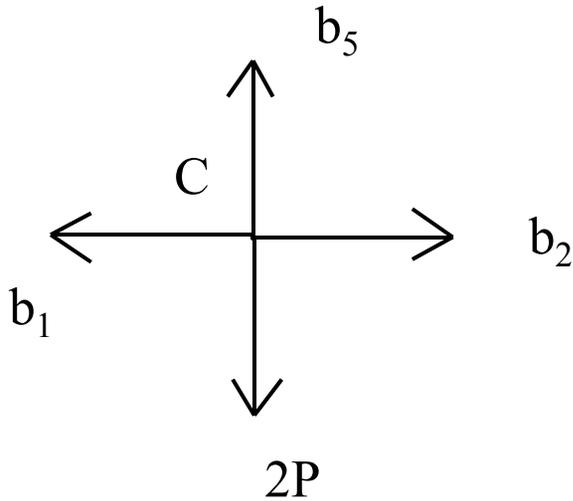
$$b_4 = -\frac{V_A}{\sin \alpha} = -\frac{P}{\sin 30^\circ} = -2P$$

$$\Sigma H = 0$$

$$b_1 + b_4 \cos \alpha = 0 \dots \dots \dots 6.2d)$$

$$b_1 = -b_4 \cos \alpha = -(-2P) \cos 30^\circ = 1,7P$$

Simpul C



$$\Sigma V = 0$$

$$- 2 P + b_5 = 0$$

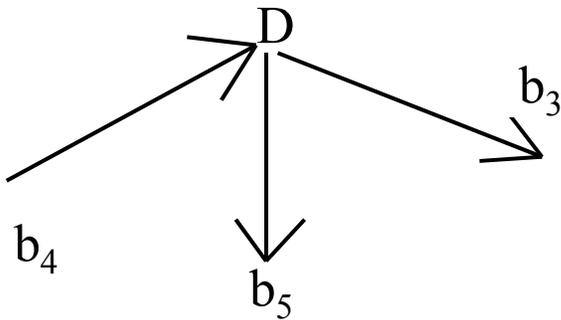
$$b_5 = 2 P$$

$$\Sigma H = 0$$

$$- b_1 + b_2 = 0$$

$$b_2 = b_1 = 1,7 P$$

Simpul D



$$\Sigma V = 0$$

$$-b_5 + b_4 \sin \alpha - b_3 \sin \alpha = 0 \dots 6.2g)$$

$$b_3 = \frac{-b_5 + b_4 \sin \alpha}{\sin \alpha}$$

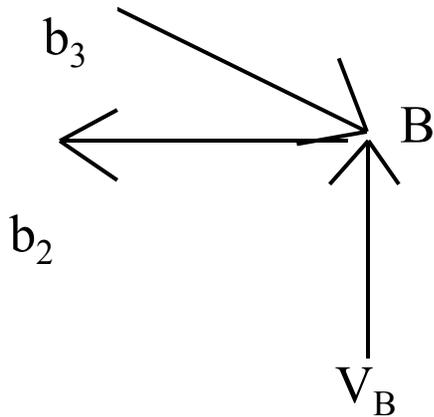
$$b_3 = \frac{-(2P) + (2P) \sin 30^\circ}{\sin 30^\circ} = -2P$$

$$\Sigma H = 0$$

$$b_4 \cos \alpha + b_3 \cos \alpha = 0 \dots \dots \dots 6.2h)$$

$$(2P) \cos 30^\circ + (-2P) \cos 30^\circ = 0$$

Simpul B



$$\Sigma V = 0$$

$$V_B - b_3 \sin \alpha = 0 \dots\dots\dots 6.2i)$$

$$P - (2P) \sin 30^\circ = 0$$

$$\Sigma H = 0$$

$$-b_2 + b_3 \cos \alpha = 0 \dots\dots\dots 6.2j)$$

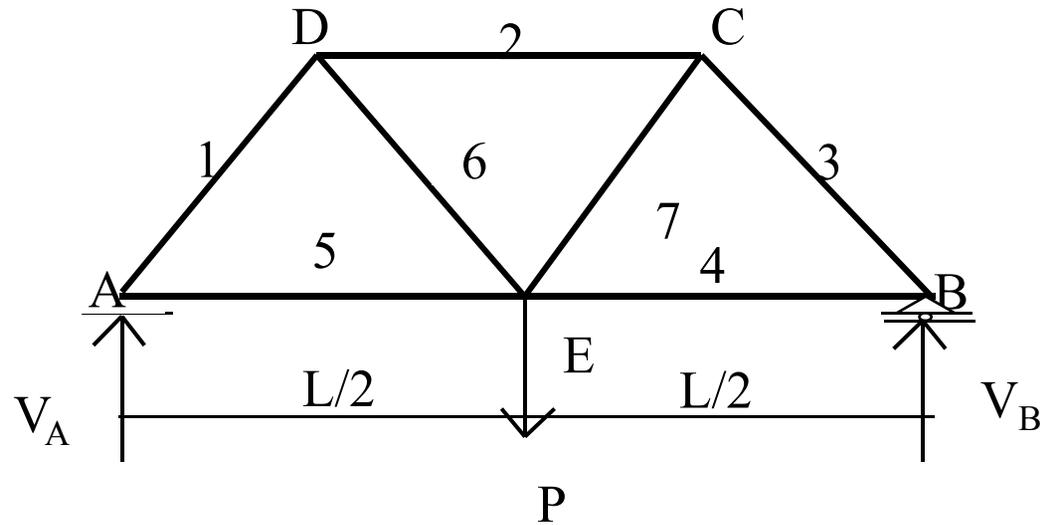
$$-(1,7P) + (2P) \cos 30^\circ = 0$$

Tabel Gaya-Gaya Batang

No Batang	Gaya-Gaya Batang (satuan gaya)	
	Tarik (+)	Tekan (-)
b ₁	1,7P	-
b ₂	1,7P	-
b ₃	-	2P
b ₄	-	2P
b ₅	2P	-

Metode Keseimbangan Titik Simpul Cara Grafis (*metode Cremona*)

- Bila gambar-gambar segi banyak pada tiap-tiap titik simpul, pada metode keseimbangan titik simpul, secara grafis disusun menjadi satu, maka terjadilah diagram Cremona.
- Cremona adalah orang yang pertama kali menguraikan diagram tersebut.
- Peninjauan keseimbangan gaya batang pada tiap-tiap simpul dengan penggambaran segi banyak gaya, maka akan diperoleh gaya batang tarik bertanda positif bila anak panah meninggalkan simpul, dan sebaliknya gaya batang tekan bertanda negatif bila anak panah menuju simpul.



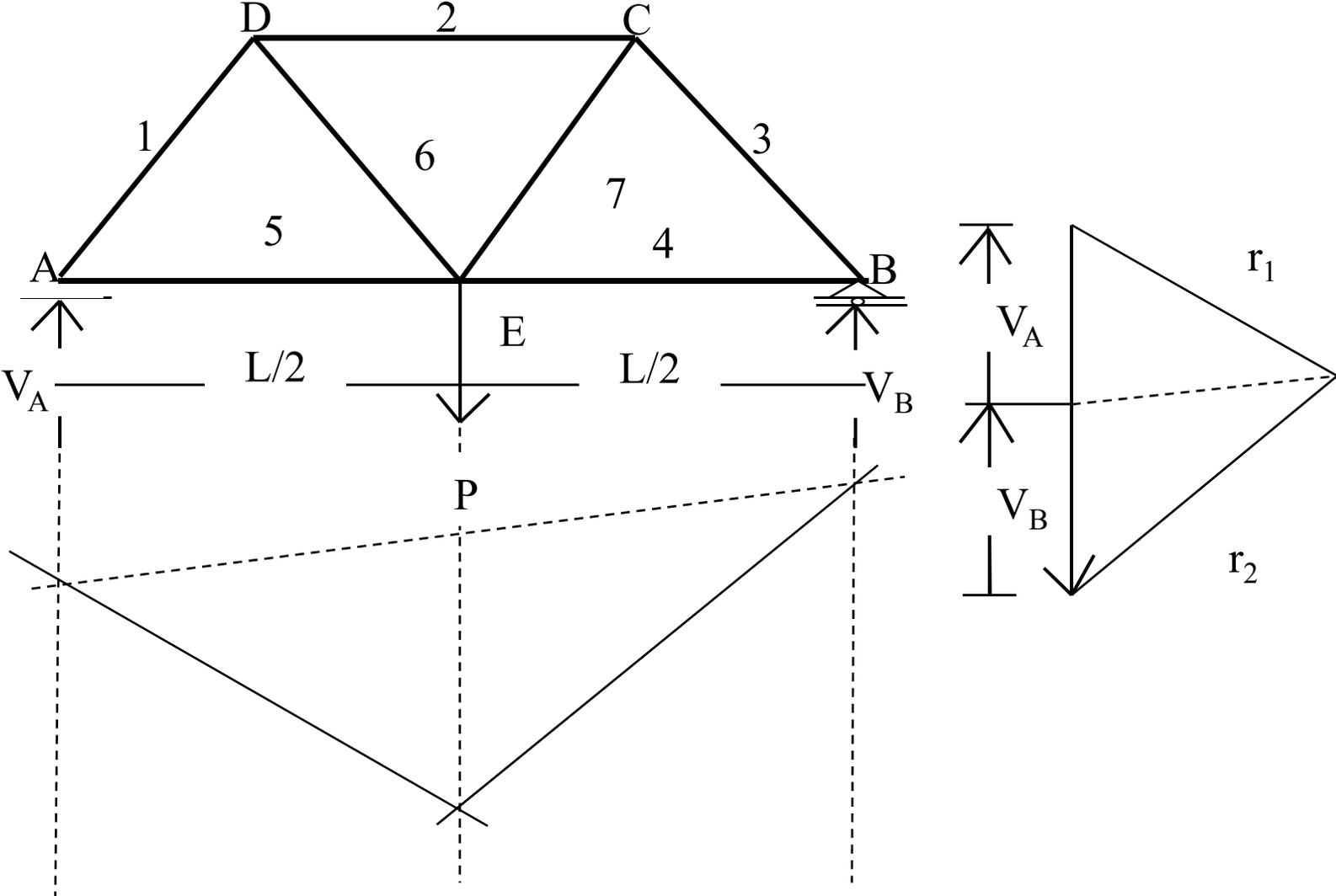
Kestabilan konstruksi, dengan menggunakan persamaan : $2s - m - r = 0$,
dimana diketahui; $s = 5$, $m = 7$, $r = 3$ (sendi 2 bilangan reaksi + rol 1 bilangan
reaksi), maka diperoleh :
 $2 \cdot 5 - 7 - 3 = 0$, jadi konstruksi stabil.

Tetapkan skala gaya

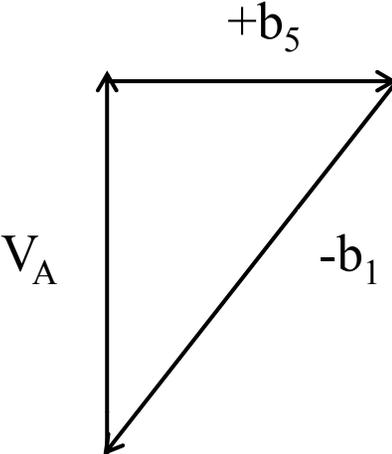
Untuk melukiskan diagram Cremona, maka digambarkan dulu reaksi
perletakannya dengan bantuan lukisan kutub,

Untuk mendapatkan gaya-gaya batang, tinjau tiap-tiap simpul.

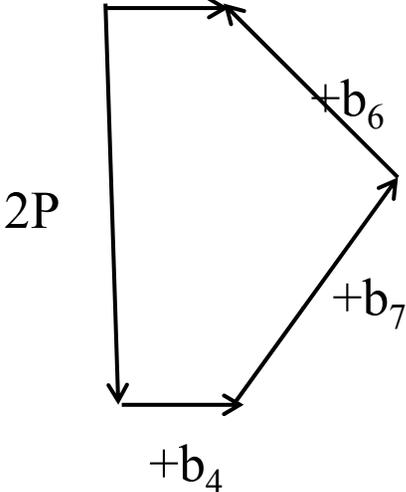
Reaksi perletakan dengan bantuan lukisan kutub



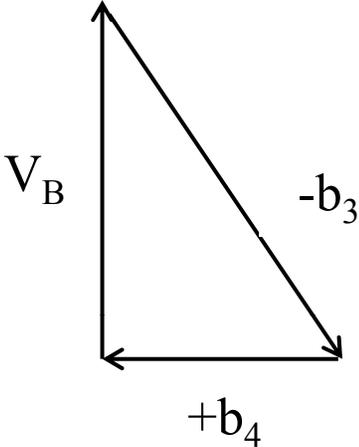
Simpul A



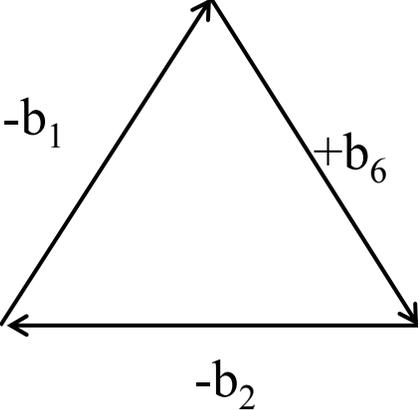
Simpul E



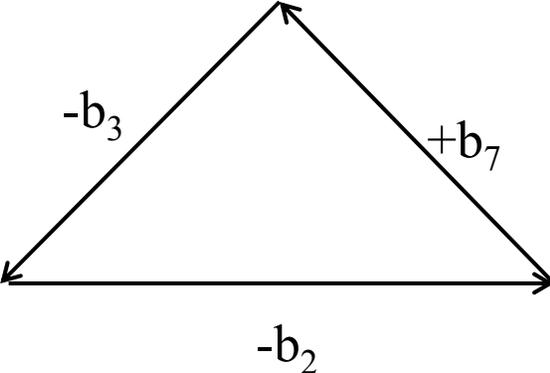
Simpul B



Simpul D

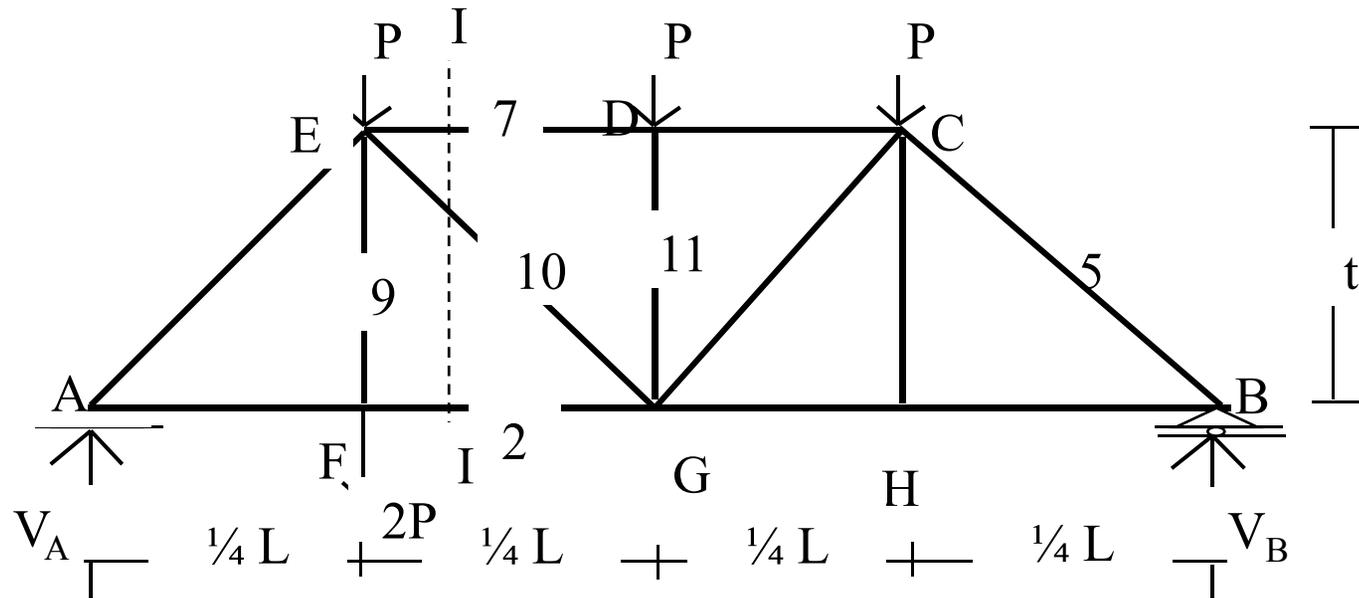


Simpul C



Metode Keseimbangan Bagian Cara Analitis (*metode Ritter*)

- Seringkali dalam menghitung gaya batang diperlukan waktu yang lebih singkat terutama bagi konstruksi yang seirama,
- *metode Ritter*, yang disebut juga dengan metode pemotongan secara analitis
- Kita harus memotong dua batang atau tiga batang, maka gaya-gaya pada potongan tersebut mengadakan keseimbangan dengan gaya-gaya luar yang bekerja pada kiri potongan maupun kanan potongan.
- Selanjutnya dapat dihitung gaya-gaya batang yang terpotong tersebut.

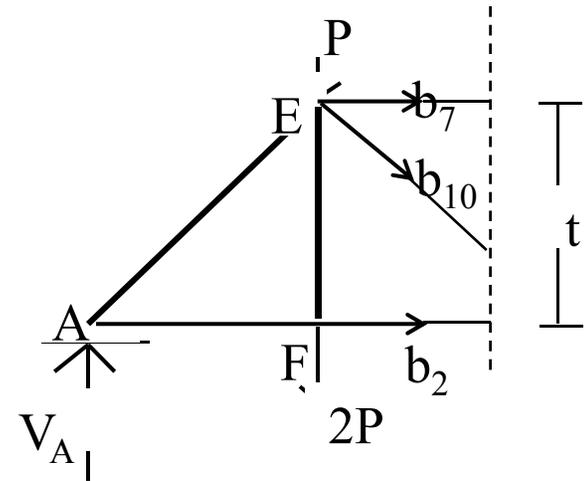


$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow V_A \cdot L - P \cdot 3/4L - 2P \cdot 3/4L - P \cdot 1/2L - P \cdot 1/4L = 0 \dots\dots 6.3a)$$

$$V_A = \frac{3PL}{L} = 3P$$

$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow -V_B \cdot L + P \cdot 1/4L + 2P \cdot 1/4L + P \cdot 1/2L + P \cdot 3/4L = 0 \dots\dots 6.3b)$$

$$V_B = \frac{2PL}{L} = 2P$$



- Pada potongan I – I , gaya batang b_2 , b_7 , dan b_{10} dapat dicari.

Untuk mendapatkan b_2 , yaitu :

$$\Sigma M_E = 0 \rightarrow V_A \cdot 1/4L - b_2 t = 0$$

$$b_2 = \frac{V_A \cdot 1/4L}{t}$$

Untuk mendapatkan b_{10} , yaitu :

$$\Sigma V = 0 \rightarrow V_A - P - 2P - b_{10} \sin \alpha = 0$$

$$b_{10} = \frac{V_A - P - 2P}{\sin \alpha}$$

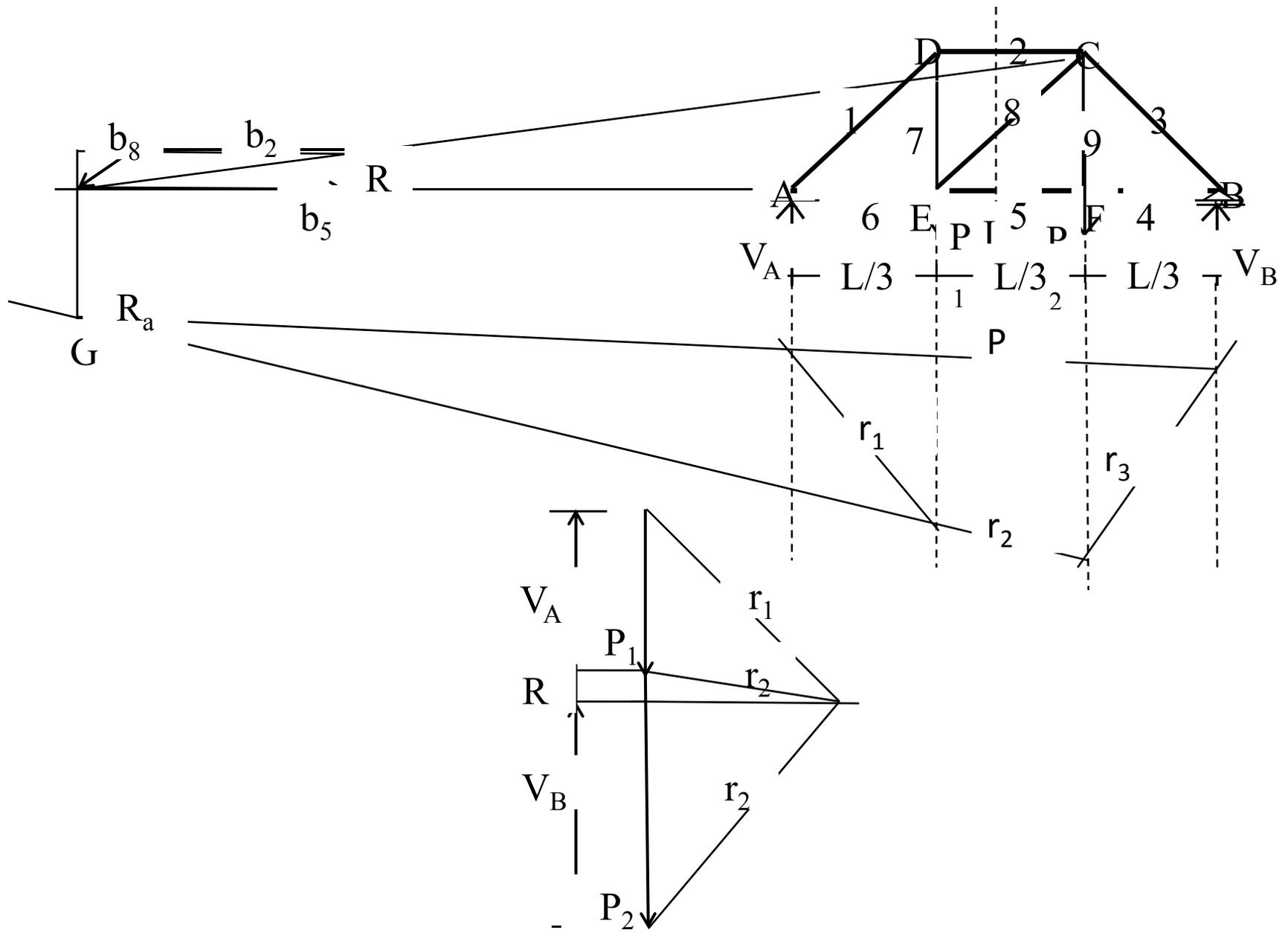
Untuk mendapatkan b_7 , yaitu :

$$\Sigma H = 0 \rightarrow b_2 + b_7 + b_{10} \cos \alpha = 0$$

$$b_7 = -b_2 - b_{10} \cos \alpha$$

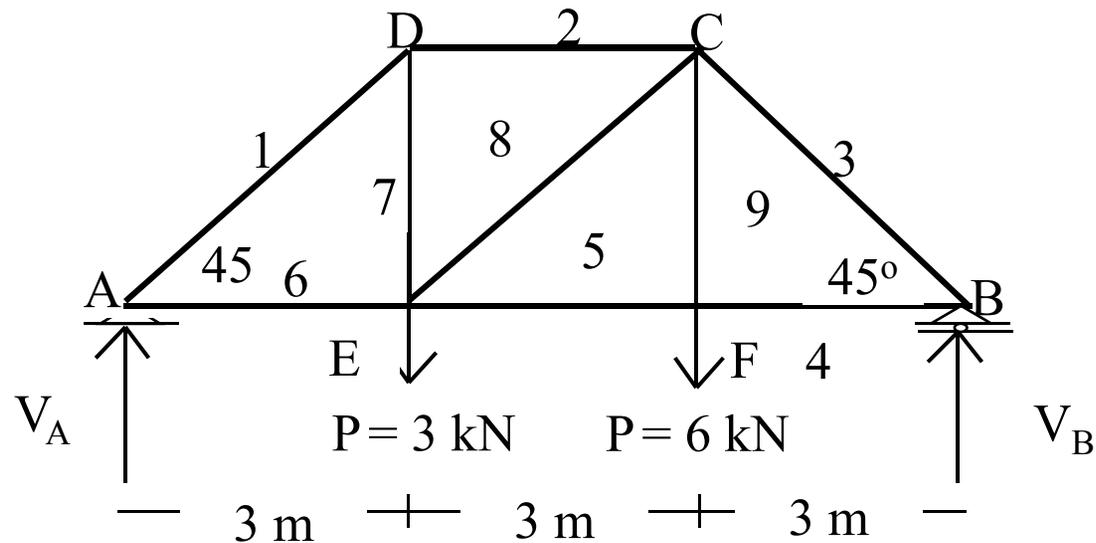
Metode Keseimbangan Bagian Cara Grafis (*metode Culmann*)

- Metode Culmann disebut juga metode pemotongan secara grafis.
- Cara ini baik sekali untuk menentukan beberapa batang saja dari suatu konstruksi rangka.
- Untuk mencari gaya batang pada suatu rangka batang, tidak mungkin semuanya mudah, mengingat tidak ada sebuah titik sendi yang mempunyai dua gaya batang yang belum diketahui.
- Semua titik sendi mengikat sekurang-kurangnya tiga batang, sehingga tidak dapat diselesaikan secara grafis dengan Cremona, tentu dapat diselesaikan dengan cara Culmann.



- Untuk menentukan gaya-gaya batang dengan cara Culmann terlebih dahulu tentukan kestabilan konstruksi, dan reaksi perletakan dengan lukisan kutub, serta penetapan skala gaya.
- Suatu rangka batang dipotong oleh garis pada potongan I – I seperti pada gambar, menjadi rangka bagian kiri dan rangka bagian kanan, maka gaya batang 2,5 dan 8 yang bekerja pada konstruksi bagian kiri akan mengimbangi gaya luar V_A dan P_1 .
- Resultan gaya luar R_a dapat dicari dengan memanfaatkan lukisan segi banyak batang, yaitu menarik urai r_2 dengan gaya penutup P yang bertemu di titik G
- Besarnya R adalah selisih V_A dan P_1 yang dapat dibaca pada lukisan segi banyak gaya
- Selanjutnya R harus mengimbangi atau diuraikan menjadi gaya b_2 , b_5 dan b_8 . Dengan demikian ketiga batang tersebut dapat dicari gaya batangnya dengan keseimbangan bagian cara grafis.

Contoh Soal 1 dan Pembahasan



Kestabilan konstruksi :

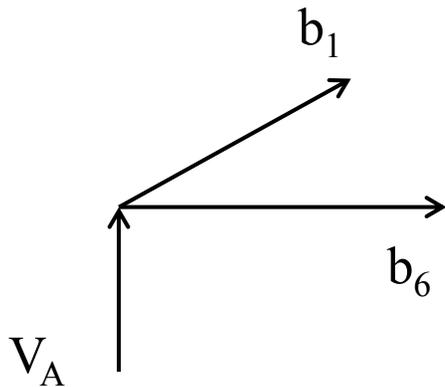
$2.6 - 9 - 3 = 0$ konstruksi stabil.

Reaksi perletakan :

$$\sum M_B = 0 \rightarrow V_A \cdot 9 - 3 \cdot 6 - 6 \cdot 3 = 0 \rightarrow V_A = \frac{18 + 18}{9} = 4 \text{ kN} (\uparrow)$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow -V_B \cdot 9 + 3 \cdot 3 + 6 \cdot 6 = 0 \rightarrow V_B = \frac{9 + 36}{9} = 5 \text{ kN} (\uparrow)$$

Keseimbangan simpul A



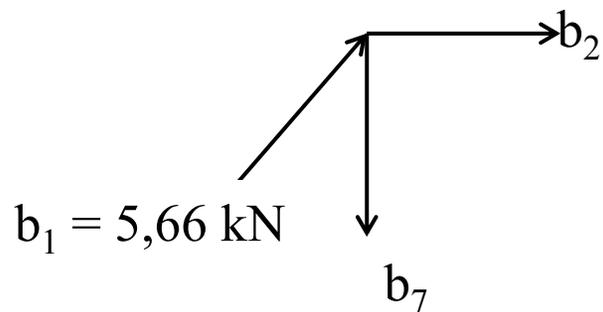
$$\Sigma V = 0 \rightarrow V_A + b_1 \sin \alpha = 0$$

$$b_1 = -\frac{4}{\sin 45} = -5,66.kN....(tekan)$$

$$\Sigma H = 0 \rightarrow b_6 + b_1 \cos \alpha = 0$$

$$b_6 = 5,66 \cos 45 = 4.kN...(tarik)$$

Keseimbangan simpul D



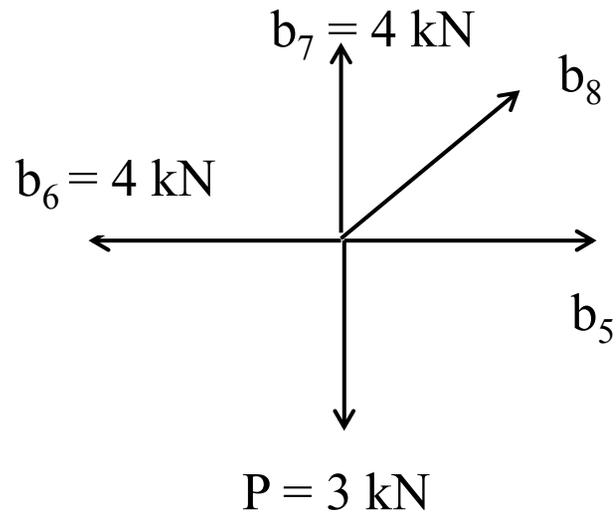
$$\Sigma V = 0 \rightarrow b_1 \sin \alpha - b_7 = 0$$

$$b_7 = 5,66 \sin 45 = 4.kN...(tarik)$$

$$\Sigma H = 0 \rightarrow b_1 \cos \alpha + b_2 = 0$$

$$b_2 = -5,66 \cos 45 = -4.kN...(tekan)$$

Keseimbangan simpul E



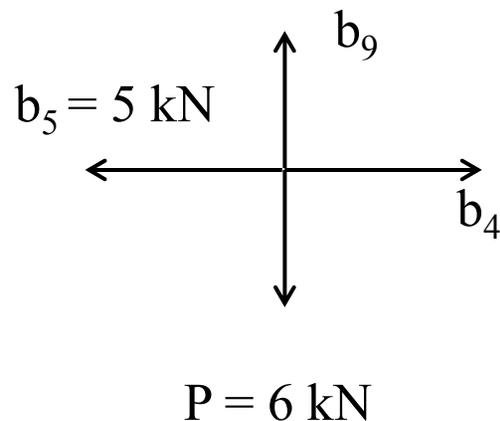
$$\Sigma V = 0 \rightarrow -P + b_7 + b_8 \sin \alpha = 0$$

$$b_8 = \frac{3 - 4}{\sin 45} = -1,414 .kN \dots(\text{tekan})$$

$$\Sigma H = 0 \rightarrow -b_6 + b_8 \cos \alpha + b_5 = 0$$

$$b_5 = 4 + (1,414 \cos 45) = 5 .kN \dots(\text{tarik})$$

Keseimbangan simpul F



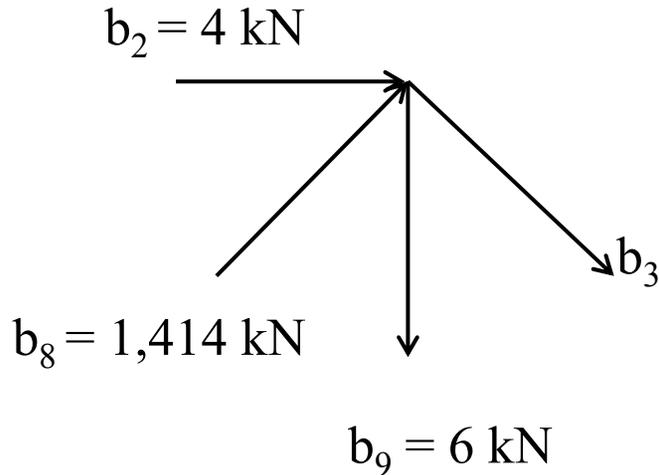
$$\Sigma V = 0 \rightarrow -P + b_9 = 0$$

$$b_9 = 6 .kN \dots(\text{tarik})$$

$$\Sigma H = 0 \rightarrow -b_5 + b_4 = 0$$

$$b_4 = 5 .kN \dots(\text{tarik})$$

Keseimbangan simpul C



$$\Sigma V = 0 \rightarrow -b_9 + b_8 \sin \alpha - b_3 \sin \alpha = 0$$

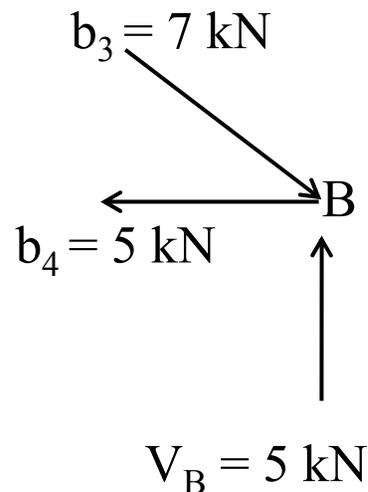
$$b_3 = \frac{-6 + 1,414 \sin 45}{\sin 45} = -7,07 \text{ kN} \dots (\text{tekan})$$

$$\Sigma H = 0$$

$$\rightarrow b_8 \cos \alpha + b_2 + b_3 \cos \alpha = 0$$

$$\rightarrow 1,414 \cos 45 + 4 + (-5) \cos 45 = 0$$

Keseimbangan simpul B



$$\Sigma V = 0 \rightarrow V_B - b_3 \sin \alpha = 0$$

$$\rightarrow 5 - 7 \sin 45 = 0 \dots \text{oke}$$

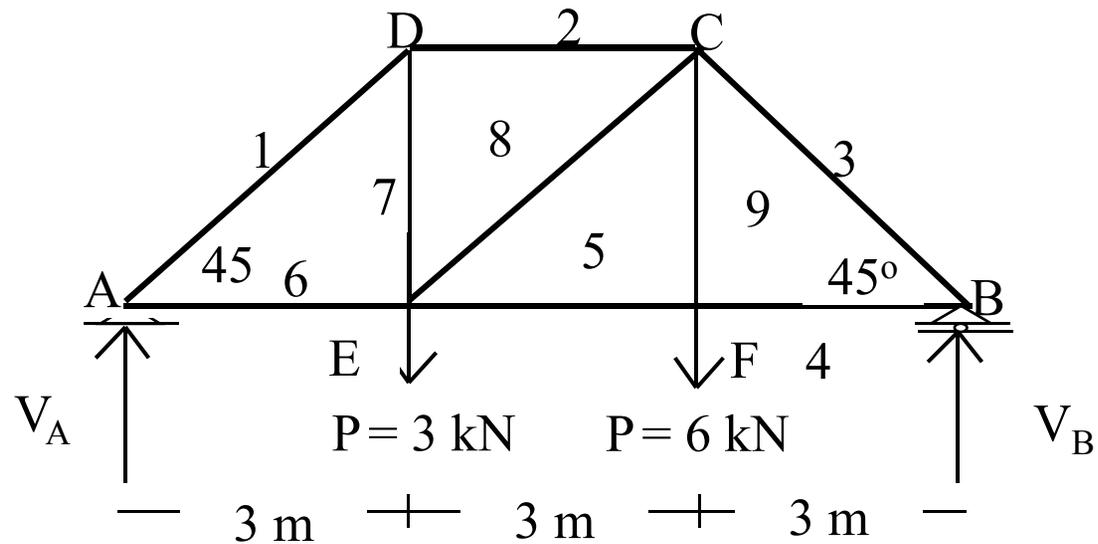
$$\Sigma H = 0 \rightarrow -b_4 + b_3 \cos \alpha = 0$$

$$\rightarrow -5 + 7 \cos 45 = 0 \dots \text{oke}$$

Tabel Gaya-Gaya Batang

No Batang	Gaya-Gaya Batang (kN)	
	Tarik (+)	Tekan (-)
b_1	-	5,66
b_2	-	4
b_3	-	7,07
b_4	5	-
b_5	5	-
b_6	4	-
b_7	4	-
b_8	-	1,414
b_9	4	

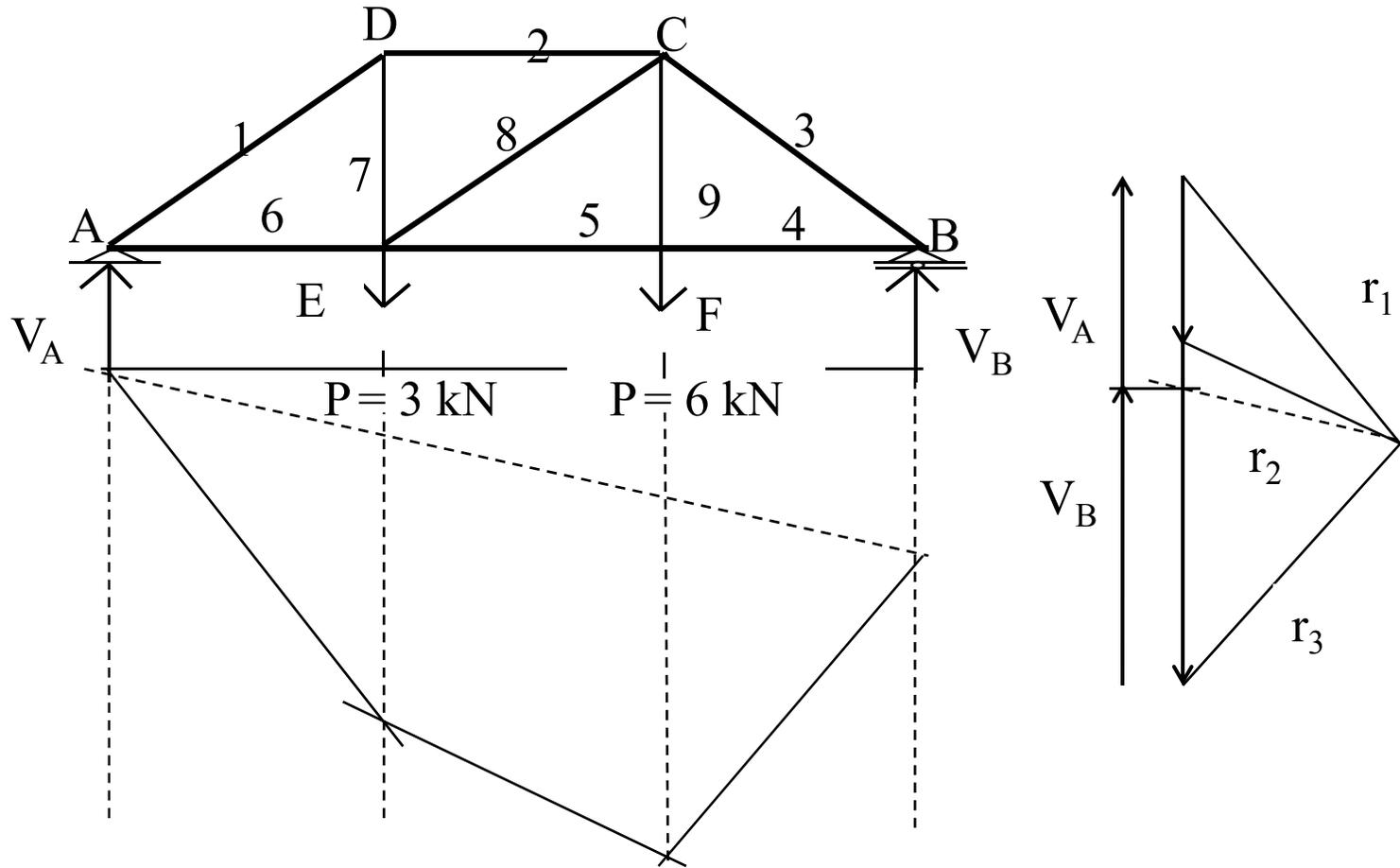
Contoh Soal 2 dan Pembahasan



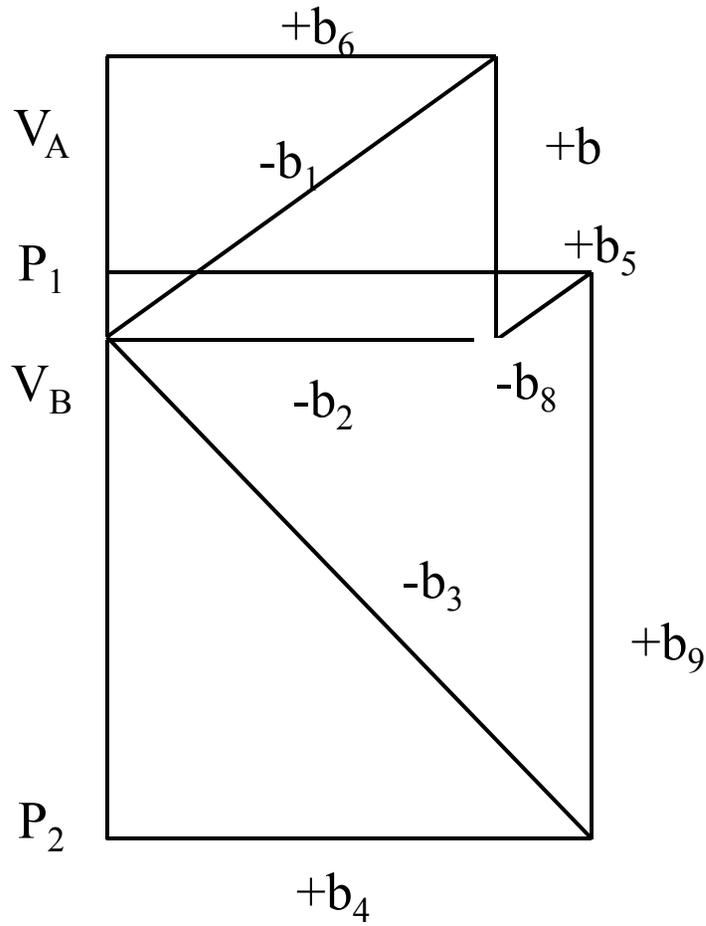
Kestabilan konstruksi :

$2.6 - 9 - 3 = 0$ konstruksi stabil.

Reaksi perletakan , dengan lukisan kutub



Gaya-Gaya Batang dengan metode Cremona



Tabel Gaya-Gaya Batang

No Batang g	Gaya-Gaya Batang (kN)	
	Tarik (+)	Tekan (-)
b ₁	-	5,6
b ₂	-	4
b ₃	-	7
b ₄	5	-
b ₅	5	-
b ₆	4	-
b ₇	4	-
b ₈	-	1,4
b ₉	4	